



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD**  
**“LOMAS VERDES”**

**UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION CENTRO**

**CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR  
EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU  
IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA, EN LA UNIDAD DE MEDICINA  
FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO.**

**TESIS DE POSGRADO**

**PARA OBTENER EL: TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA DE  
REHABILITACIÓN**

**PRESENTA:**

**MARIELA OLIVA MONDRAGÓN**

**Investigador Responsable y tutor. Dra. Celia Itxelt Infante Castro**

**Investigadores Asociados.**

**Dr. Adrián Tenorio Terrones.**

**Dra. Dra. Nancy Fabiola Fernández Figueroa**



**Registro CLIS R-2022-1501-015**

**Ciudad Universitaria, Ciudad de México 2023**  
**Fecha de egreso: 29 de Febrero 2024.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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).

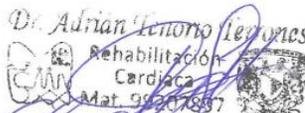
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

## APROBACIÓN DE TESIS

  
Dra. Celia Itxelt Infante Castro  
Coor. Clínica de Educación e Investigación en Salud  
IMSS Mat. 99354218

---

DRA. CELIA ITXELT INFANTE CASTRO  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MÉDICA ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN  
COORDINADORA CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN  
EN SALUD  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO  
**TUTORA DE TESIS**

  
Dr. Adrián Tenorio Terrones  
Rehabilitación Cardíaca  
Mat. 99207887

---

DR. ADRIÁN TENORIO TERRONES.  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN  
ALTA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN CARDÍACA  
SERVICIO DE REHABILITACIÓN CARDÍACA  
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGIA CMN SXXI  
**ASESOR DE TESIS**



Dra. Fabiola Fernández Figueroa  
Fisiología Respiratoria  
Mat. 991427004  
IMSS P.C.P. 288339

---

DRA NANCY FABIOLA FERNÁNDEZ FIGUEROA  
MÉDICA ESPECIALISTA EN NEUMOLOGÍA  
ALTA ESPECIALIDAD EN FISIOLÓGIA RESPIRATORIA,  
SERVICIO DE FISIOLÓGIA PULMONAR  
HOSPITAL GENERAL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA.  
**ASESOR DE TESIS**



---

**DRA. MARIELA OLIVA MONDRAGÓN**  
MÉDICO RESIDENTE DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE  
REHABILITACIÓN. UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
REHABILITACIÓN CENTRO  
**AUTOR**

## *DEDICATORIA*

### **A DIOS**

Gracias dios por cada una de tus bendiciones, pero sobre todo por aquella protección en los momentos más difíciles.

### **A MIS PADRES Y FAMILIA**

La primera semilla para la abundancia es el agradecimiento y sin el apoyo incondicional de mis padres no estaría aquí, sobre todo gracias por la paciencia en mis días de mayor estrés y de todo el cuidado en mis desvelos.

A mis hermanos Gerardo y Carlos quienes después de mis padres siempre han estado ahí desde aquellos mensajes de ánimo y el ayúdame incluso a lavar el carro.

### **A MIS AMIGOS**

No puedo poner que pase más de 36 horas por 4 años, porque somos de rehabilitación y no sé si nos llevaríamos bien por tanto convivir, lo cual ahora es una certeza. Gracias por cada momento compartido, pero sobre todo por el apoyo en los momentos más difíciles, hicieron de la residencia una diversión y los llevaré en mi corazón a cada uno de ustedes, aprendí cosas en especial: Marisol tu disciplina la admiró, Rosa tu buen humor y carácter, Naye te admiró como sabes escuchar a las personas, Alfonso tu corazón tan noble y que siempre encontró la calma y Dante tu buen humor en señas. También agradezco a todos aquellos amigos que estuvieron presentes desde siempre e incluso antes de esta gran aventura llamada Residencia.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi tutora y asesores.**

*-Dra. Infante.*

Gracias por todo el apoyo para llevar a cabo este proyecto, sus enseñanzas y consejos tanto profesionales como personales en estos 4 años.

*-Dra. Fabiola*

Nunca se me olvidara el día que sin mucho por conocerme aceptó apoyarme en este proyecto, gracias por todas sus atenciones y su disposición en cada revisión.

*-Dr. Tenorio*

Gracias por su apoyo, pero sobre todo por las risas, en realidad también le quiero dar las gracias por mi collarín y una puerta completamente gratis.

### *Equipo de Rehabilitación Cardíaca*

A todo el equipo de rehabilitación cardíaca de Siglo XXI en especial al Dr. Cantero y Angy por el apoyo en mi protocolo, Angy jamás olvidare el que me apoyaste a conseguir pacientes.

### *UMFRC*

Al personal de la Unidad de medicina Física y Rehabilitación Centro, a mis profesores titulares, adjuntos, adscritos que contribuyeron en mi formación por estos 4 años, agradecer de igual forma a algunos amigos terapeutas ocupacionales y físicos quienes me apoyaron de alguna u otra manera en mi formación.

Gracias en especial Dra. Selina, Dra. Irazú y Dr. Iván por sus consejos y enseñanzas, les tengo gran admiración y respeto.

## IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

**TÍTULO. CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO.**

### INVESTIGADORA PRINCIPAL Y TUTOR

Dra. Celia Itxelt Infante Castro.

Maestra en Ciencias de la Educación. Médica especialista en Medicina de Rehabilitación. Coordinadora Clínica de educación e investigación en Salud de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro. UMAE Hospital y Traumatología “Lomas Verdes”. IMSS. Matrícula 99354218 correo. [Itxelt@hotmail.com](mailto:Itxelt@hotmail.com). Teléfono: 56290200 Ext. 13846

### INVESTIGADORES ASOCIADOS.

Dr. Adrián Tenorio Terrones.

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación y Alta Especialidad en Rehabilitación Cardíaca; adscrito al servicio de Rehabilitación Cardíaca de Hospital de Cardiología. Centro Médico Nacional Siglo XXI. Matrícula 99207897 Teléfono. 5564147826. Correo electrónico: [attdbzgt@hotmail.com](mailto:attdbzgt@hotmail.com).

Dra. Nancy Fabiola Fernández Figueroa

Médico Especialista en Neumología y Alta Especialidad en Fisiología Respiratoria, adscrita al servicio de Fisiología pulmonar del Centro Médico Nacional La Raza. Matrícula 991427004 Teléfono. 55 82334772 Correo electrónico: [dra.fabiolaafdzneumologia@gmail.com](mailto:dra.fabiolaafdzneumologia@gmail.com).

## **TESIS ALUMNA MÉDICA RESIDENTE**

**Mariela Oliva Mondragón**, Estudiante de tercer cuarto de la especialidad de Medicina Física y Rehabilitación, en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro, UMAE Hospital y Traumatología “Lomas Verdes”, IMSS, México Matrícula: 98358754 correo: [m.o.mariela93@gmail.com](mailto:m.o.mariela93@gmail.com)

**Correspondencia: Dra. Celia Itxelt Infante Castro.** Unidad de Medicina Y Rehabilitación Centro, coordinación de Educación e Investigación en salud, UMAE “Lomas Verdes”, Ciudad de México, IMSS. Villalongín No. 117 Colonia Cuauhtémoc, Delegación Cuauhtémoc, C.P.06500, Teléfono: 56290200 Ext. 13846. [Itxelt@hotmail.com](mailto:Itxelt@hotmail.com)

## CONTENIDO

I. Resumen.....	1
II. Antecedentes.....	3
III. Justificación.....	14
IV. Planteamiento del problema.....	15
V. Pregunta de investigación.....	16
VI. Objetivos.....	16
VII. Materiales y métodos.....	17
VII.1 Tipo de estudio.....	17
VII.2 Diseño y sitio del estudio.....	17
VIII. Universo del estudio.....	17
VIII.2 Grupo de estudio.....	17
IX. Tamaño de muestra.....	17
X. Materiales y recursos.....	18
XI. Criterios de inclusión.....	19
XI.1 Criterios de exclusión.....	19
XI.2 Criterios de eliminación.....	19
XII. Muestra.....	19
XIII. Metodología.....	20
XIV. Modelo gráfico.....	23
XV. Descripción de variables.....	24
XVI. Análisis estadístico de los resultados.....	27
XVII. Consideraciones éticas.....	28
XVIII. Resultados.....	29
XIX. Discusión.....	43
XX. Conclusiones.....	50
XXI. Referencias bibliográficas.....	51
XXII. Anexos.....	59
Anexo I. Instrumento de Recolección de Datos.....	59
Anexo 2. Consentimiento Informado.....	62
Anexo 3. Cuestionario de Calidad de Vida SF-36.....	63
Anexo 4. Carta de No inconveniencia por la Dirección.....	68

Anexo 5. Carta de Aceptación del Tutor.....	69
Anexo 6. Dictamen del Comité de Investigación en Salud.....	70
Anexo 7. Dictamen del Comité de Ética en Investigación.....	71

# TÍTULO: CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA, EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO.

## I. RESUMEN

La mayoría de las personas con enfermedad COVID-19 presentaron enfermedad leve y/o moderada en un 40% y 15% enfermedad grave, únicamente el 5% presentó enfermedad crítica. A pesar de conocer los principales factores de riesgo, aún se desconoce el grado de recuperación funcional de los pacientes post-COVID-19. La prueba cardiopulmonar de ejercicio es una herramienta útil que mide el consumo de oxígeno directo y su correlación en METS, para determinar la capacidad funcional. **El objetivo general** fue determinar la capacidad funcional de los pacientes post COVID 19 moderado y crítico por medio VO2 máximo alcanzado en la prueba cardiopulmonar de ejercicio y su impacto en la calidad de vida. **Diseño del estudio:** Serie de casos, estudio trasversal, prospectivo y descriptivo. **Métodos.** Se incluyeron pacientes atendidos en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro con diagnóstico de Enfermedad post COVID-19 moderado y crítico; con síntomas persistentes, en quienes se evaluó el riesgo cardiovascular, los volúmenes pulmonares por espirometría y con la prueba cardiopulmonar de ejercicio la integración fisiológica al ejercicio de los sistemas cardiovascular, respiratorio y metabólico, todos los pacientes cumplieron con criterios de maximidad. **Resultados.** El principal patrón que se encontró en la prueba cardiopulmonar de ejercicio de los pacientes con COVID-19 moderado fue el desacondicionamiento físico y en COVID-19 crítico fue el patrón sugerente de enfermedad pulmonar. Las dimensiones con mejor calidad de vida fueron el funcionamiento físico y el dolor corporal en ambos grupos COVID-19 moderado y crítico.

**Conclusiones:** El VO<sub>2</sub> máximo y los METS (capacidad funcional) fue relativamente mejor en los pacientes con síndrome post COVID-19 moderado en relación a COVID-19 crítico. Los pacientes con síndrome post COVID-19 tuvieron buena calidad de vida con calificación promedio total del SF36 del 76.9% con puntuaciones más altas en el funcionamiento físico y en el dolor corporal y con peor calidad de vida en la función social.

**Palabras clave:** capacidad funcional, consumo de oxígeno, calidad de vida.

## MARCO TEÓRICO

### II. ANTECEDENTES

El 31 de diciembre de 2019 las Autoridades de la República Popular China, comunicaron a la Organización Mundial de la Salud varios casos de neumonía de etiología desconocida en Wuhan. Una semana más tarde confirmaron que se trató de un nuevo coronavirus que había sido denominado SARS-CoV-2. En México el 28 de febrero del 2020 se confirmó el primer caso de COVID-19. Al igual que otros virus de la familia de los coronavirus, SARS-CoV-2 puede causar diversas manifestaciones clínicas englobadas bajo lo que ahora conocemos con el término COVID-19 en sus diferentes cuadros clínicos <sup>(1)</sup>.

La mayoría de la población presentó enfermedad Covid-19 leve o moderada y/o, el problema en salud pública radicó en que el 14% de los pacientes infectados desarrollaron la forma grave de la enfermedad, ameritando hospitalización con soporte respiratorio y únicamente el 5% fueron enfermos críticos que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos con la posibilidad de tener complicaciones como el síndrome de dificultad respiratoria aguda, choque séptico y falla multiorgánica, relacionados a una alta probabilidad de deterioro del clínico del paciente<sup>(2)</sup>.

A nivel internacional se han reportado diferentes factores de riesgo y se ha tratado de establecer la relación de muchos de ellos con la mortalidad de los pacientes en relación a la severidad de la enfermedad COVID-19, lo que ha llevado a la necesidad apremiante de identificar los factores que predisponen a los pacientes post COVID-19 moderados y crítico, lo cual puede ser por algunas condiciones médicas crónicas relacionadas con la edad y/o un nivel de inmunidad más bajo, incluso la propia edad avanzada, donde el envejecimiento afecta las funciones de las células T CD4+, las células T CD8+ y las células B, está asociada con respuestas deficientes ante infecciones virales como la influenza y la producción excesiva de citocinas tipo 2 y conducir a respuestas inmunitarias proinflamatorias prolongadas, incluso en contribuir a una mala respuesta de adaptación; otro factor fue el sexo; donde los hombres tienen una menor producción de células B, que pudo estar en relación con la propia fisiología del envejecimiento y ser más susceptibles a la enfermedad <sup>(3)</sup>.

La evidencia científica hasta el día de hoy ha establecido que las comorbilidades como diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial (HTA), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y las enfermedades cardiovasculares son las más prevalentes y se continúa estableciendo su asociación con la morbilidad del paciente con COVID-19 crítico y sus complicaciones a corto, mediano y largo plazo. Es el caso particular de la diabetes y la hipertensión arterial sistémica, las cuales han sido consideradas factores de riesgo asociado a un pronóstico desfavorable, sin embargo, aun la evidencia científica no es concluyente <sup>(4)</sup>.

El SARS CoV-2 se transmite principalmente a través de gotitas respiratorias grandes, que infectan directamente las células del tracto superior respiratorio, especialmente al parte nasal ciliado y a las células epiteliales alveolares. En COVID-19 crítico el SARS-CoV-2 provoca inicialmente una enfermedad pulmonar aguda, que puede manifestarse con neumonía y con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) <sup>(5)</sup>, e incluso algunas manifestaciones extrapulmonares, afectando al sistema musculoesquelético, neurológico, hematológico, cardiovascular, renal, digestivo, endocrino, ocular y cutáneo. El daño por la infección del SARS-CoV-2 se debe a cuatro mecanismos principales: efecto citotóxico directo, desregulación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), daño endotelial, trombosis y desregulación de la respuesta inmunitaria <sup>(5)</sup>.

El músculo es la mayor parte del control motor, por lo cual nos enfocaremos en explicar la afectación al sistema musculoesquelético. La acción directa del SARS-COV-2 sobre las células musculares y nerviosas provoca alteraciones sistémicas desencadenadas por alteraciones inmunitarias, estado de hipercoagulabilidad y daño mediado por citocinas, en segundo lugar la estancia prolongada en la unidad de cuidados intensivos provoca un importante desacondicionamiento muscular secundario a la atrofia muscular que puede ser manifestado como sarcopenia y algunas otras complicaciones secundarias al el síndrome de inmovilidad y/o síndrome de reposo prolongado, además de interactuar otros mecanismos fisiológicos similares a la polineuropatía del paciente crítico<sup>(6)</sup>.

De acuerdo a la clasificación de la enfermedad COVID-19 con base a su Gravedad de acuerdo a sus diferentes definiciones operacionales <sup>(7)</sup>.

**Enfermedad leve:** Pacientes con síntomas leves, o asintomáticos que se ajustan a la definición de caso de COVID-19 pero no presentan neumonía vírica ni hipoxia.

**Enfermedad Moderada:** Adolescentes o adultos con signos clínicos de neumonía (fiebre, tos, disnea, taquipnea) pero sin signos de neumonía grave, en particular  $SpO_2 \geq 90\%$  con aire ambiente.

**Enfermedad Grave:** Adolescentes o adultos con signos clínicos de neumonía (fiebre, tos, disnea, taquipnea) más alguno de los siguientes: frecuencia respiratoria  $> 30$  respiraciones /min; disnea grave: o  $SpO_2 < 90\%$  en aire ambiente

**Enfermedad Crítica:** Inicio: en la semana siguiente a una lesión clínica conocida (por ejemplo, neumonía) o aparición de nuevos síntomas respiratorios o empeoramiento de los existentes, ameritando ingreso a una unidad de Cuidados Intensivos.

La enfermedad por COVID-19 presenta síntomas generales, de acuerdo a su prevalencia se encuentra fiebre (61.7%), tos (50%), disnea (31%) anorexia (31.8%), odinofagia (24,1%), diarrea (14%), vómitos (6%) y otros síntomas respiratorios (4,5%); poco se conoce de su prevalencia en los pacientes con síndrome post COVID-19 y si existe relación con el grado de severidad de la enfermedad <sup>(8)</sup>.

En las últimas revisiones se reportó que la enfermedad grave por COVID-19 puede tener una mayor probabilidad de desarrollar manifestaciones neurológicas como la enfermedad cerebrovascular aguda, alteración en la conciencia y lesión musculoesquelética; mientras que los síntomas con mayor frecuencia a nivel del sistema nervioso central fueron mareos (16,8 %) y cefalea (13,1 %) y en el sistema nervioso periférico los principales síntomas fueron alteraciones del gusto en (5,6 %) seguido de alteraciones en el olfato (5.1%) <sup>(9)</sup> .

Sí bien la mayoría de los pacientes se recuperaron rápidamente, un número creciente presentó el llamado “COVID prolongado o síndrome POST COVID-19 / Long COVID” una afectación post viral multi sistémica con síntomas como fatiga, ansiedad, mal humor, problemas cognitivos y dolor torácico atípico que se extendió durante un período de semanas o meses sin recuperación, incluso los 2 primeros años posterior a la infección, estos pacientes llegaron a compartir algunas características con el síndrome de fatiga crónica descrito después de otras infecciones graves, como SARS, MERS y neumonía adquirida en la comunidad. Los síntomas de la infección por SARS-CoV-2 probablemente se presentaron en el tiempo independientemente de la gravedad de la enfermedad, sin embargo, otros artículos se basaron en que existió una recuperación espontánea sobre todo durante los primeros seis meses, es decir, pocos pacientes necesitaron continuar con un programa de rehabilitación física y con ello evitar complicaciones clínicas y evitar un impacto negativo en su calidad de vida <sup>(10)</sup>.

Nos encontramos en un gran problema donde la recuperación funcional sobre todo a nivel cardiovascular y respiratorio de los pacientes con enfermedad COVID 19 aún se desconoce, por lo cual se requiere del análisis de diferentes poblaciones y datos demográficos para comprender mejor la probable discapacidad que se puede generar después de la enfermedad COVID-19, así como el efecto potencialmente negativo en la capacidad funcional que podrían presentar los pacientes con enfermedad COVID-19 crítico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos <sup>(11)</sup>.

En pacientes afectados con neumonía por coronavirus la función pulmonar se ve alterada, principalmente por el deterioro de la capacidad de difusión, seguida de la disminución en la capacidad pulmonar total, manifestándose por síntomas persistentes donde las pruebas de función pulmonar como la espirometría y la capacidad de difusión de monóxido de carbono, podrían ser de utilidad; estas pruebas además complementan el diagnóstico y pueden ser clave en algún momento para el pronóstico, sin embargo, un inconveniente de dichas pruebas es no poder evaluar al paciente durante la actividad, es decir de una forma activa física como el ejercicio. La prueba cardiopulmonar de ejercicio, es una herramienta que nos permite la evaluación de la respuesta fisiológica tanto en ejercicio submaximo como máximo, aporta información acerca de los 3 pilares

fundamentales: el proceso metabólico muscular, cardiovascular y ventilatorio. Nos permite cuantificar la capacidad de ejercicio que tiene el individuo ya sea en condiciones de salud o de enfermedad, además de llevar a cabo el seguimiento funcional y el pronóstico de los pacientes mediante la tolerancia a este, por último, evalúa la respuesta a las intervenciones posterior a un plan de rehabilitación<sup>(12)</sup>.

Por otra parte la prueba cardiopulmonar de ejercicio se puede considerar como un predictor importante de discapacidad y calidad de vida en pacientes con afecciones respiratorias a diferencia de las pruebas estáticas tradicionales ya mencionadas, una de sus indicaciones es el estudio de la disnea inexplicable, como el caso de los pacientes Post- COVID-19 y la evaluación de enfermedades cardíacas y/o respiratorias, así como en programas de rehabilitación física para la prescripción del ejercicio y su tolerancia al mismo<sup>(13)</sup>.

La discapacidad funcional que presentaron los pacientes Post COVID-19 parece desproporcionada respecto al grado de deterioro de función pulmonar y puede estar relacionada con factores adicionales como el deterioro muscular y la miopatía por esteroides, esta función pulmonar generalmente vuelve a la normalidad o casi normal entre 6 y 12 meses, pero puede permanecer anormal hasta en el 80 % de los pacientes un año después de la recuperación o incluso persistir a lo largo del tiempo<sup>(14)</sup>.

En los pacientes Post-COVID 19 estudiados por medio de la **prueba cardiopulmonar de ejercicio**, se ha reportado un menor pico de VO<sub>2</sub> y con ello una menor probabilidad de alcanzar el umbral anaeróbico, existiendo la posibilidad de persistir con síntomas incluso durante la propia prueba, por lo cual se necesita un seguimiento a corto y mediano plazo que nos permita establecer el pronóstico de la enfermedad. En estudios de aquellos sobrevivientes a COVID-19 se ha visto que muestran diferentes tipos de limitación funcional, la gran mayoría explicadas principalmente por el deterioro muscular, esto probablemente se deba a una extracción periférica anormal de oxígeno, relacionada con

algún grado de deterioro muscular estimando que alrededor de un 50% de pacientes alcanzan un porcentaje (%) de VO<sub>2</sub> por debajo del 85% es decir una tolerancia reducida al ejercicio y otro 50% alcanza el % de VO<sub>2</sub> por encima del límite interpretándose como una tolerancia preservada al ejercicio y como principales limitantes problemas de origen cardiaco o directamente pulmonar <sup>(15)</sup>.

La capacidad de ejercicio se evaluó a través de la medición del consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) en el ejercicio máximo debiendo alcanzar un esfuerzo máximo sostenido, lo cual se expresa en ml/Kg/min, este rendimiento se ajusta por edad, sexo y peso para ser reportado como un porcentaje del predicho del VO<sub>2</sub> máximo. En sus valores normales debe de ser mayor del 80% del esperado para la edad y se considera anormal por debajo del mismo, determinando así incluso la severidad de algunas alteraciones como lo es en pacientes post- COVID-19, por otra parte se documentó en algunos estudios el antecedente de ventilación mecánica asistida y la estancia prolongada en la unidad de cuidados intensivos se podrían asociar de forma independiente con la disminución del VO<sub>2</sub> máximo, por lo que se puede presentar un deterioro mayor en la capacidad funcional en este último grupo de pacientes, en relación a los que cursaron con COVID-19 moderado y/o leve <sup>(16)</sup>.

El VO<sub>2</sub> máximo se define por la ecuación de Fick como el producto del gasto cardíaco y la diferencia de oxígeno arteriovenoso, esto es importante porque el gasto cardíaco es el producto del volumen sistólico multiplicado por la frecuencia cardíaca (FC) y la diferencia de oxígeno arteriovenoso refleja la extracción periférica de tejido oxigenado. En consecuencia, las anomalías en cualquiera de estas variables pueden contribuir a la intolerancia al ejercicio. Por otra parte, nuestro organismo realiza adaptaciones sistémicas ante una enfermedad, donde hablando específicamente de los pacientes Post-COVID-19 presentaron limitación cardíaca, ventilatoria, periférica y / o pulmonar en el intercambio gaseoso durante el ejercicio. Desde el aspecto cardiovascular la modulación de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio es un proceso dinámico estrechamente regulado por el sistema nervioso autónomo y su desequilibrio puede manifestarse durante el ejercicio como incompetencia cronotrópica y/o una recuperación inadecuada de la frecuencia cardiaca <sup>(17)</sup>.

A nivel pulmonar pueden existir alteraciones en la mecánica pulmonar, debido a que en organismos sanos, la ventilación aumenta proporcionalmente a la producción de CO<sub>2</sub>, sin embargo, en los pacientes Post COVID-19 se encuentra una ineficacia ventilatoria (aumento de VE/VCO<sub>2</sub> pendiente) mientras que a nivel periférico se puede deber a una respuesta atenuada del gasto cardiaco (deterioro del suministro de oxígeno) y una extracción periférica de oxígeno disminuida (defecto en la difusión) y/o ambos <sup>(18)</sup>.

A nivel cardiovascular aproximadamente un 20% de los pacientes egresados por COVID-19 crítico tienen compromiso cardiaco significativo. La implicación oculta puede ser incluso más común, dentro de estas complicaciones están: miocarditis, pericarditis, infarto agudo al miocardio, arritmias y embolia pulmonar y fueron más frecuentes en aquellos con antecedente de enfermedad cardiovascular, también fueron descritas en pacientes jóvenes, donde el síntoma más asociado es el dolor torácico y esté así como otras patologías no se excluyen de la evaluación por medio de la prueba cardiopulmonar de ejercicio, es decir un protocolo de estudio completo que permita descartar enfermedades previas del paciente <sup>(19)</sup>.

Durante el ejercicio se podría poner en evidencia alteraciones cardiovasculares que no se presentan en reposo y ser utilizada como método de valoración de la función cardiaca. La respuesta del organismo al ejercicio dinámico consiste en una serie compleja de adaptaciones cardiovasculares que permiten dar un aporte sanguíneo a los músculos durante la actividad física para poder llevar a cabo sus necesidades metabólicas, disipar el calor generado por dichos músculos activos y mantener el aporte sanguíneo a otros órganos importantes como lo es el sistema nervioso central y/o riñón, a medida que aumenta el gasto cardiaco durante el ejercicio, la resistencia periférica aumenta en los órganos y tejidos que no participan durante el ejercicio y disminuye en los músculos en actividad, por lo tanto la presencia de diversas anomalías cardiovasculares puede manifestarse por alteraciones de los parámetros que se determinan durante una prueba cardiopulmonar de ejercicio<sup>(20)</sup>.

La respuesta cardiovascular normal al ejercicio incluye un aumento de la presión arterial sistólica, una reducción de la resistencia vascular sistémica (que facilita el aumento de la perfusión muscular) y un aumento del retorno venoso al corazón, facilitado por la bomba muscular. El gasto cardíaco aumenta en proporción a la intensidad del ejercicio, como resultado se da un incremento tanto en la frecuencia cardíaca y en el volumen sistólico (SV). El rendimiento del ejercicio puede estar limitado por muchos factores patológicos, por ejemplo falla de la bomba sistólica, las anomalías del llenado diastólico y la isquemia miocárdica, por otra parte la ventilación minuto también aumenta en proporción a la intensidad del ejercicio a través de aumentos en ambos volúmenes corrientes ( $V_T$ ) y frecuencia ventilatoria, impulsada por la producción de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Cabe resaltar que los pacientes con enfermedad pulmonar pueden ser incapaces de aumentar la ventilación minuta lo suficiente como para mantener el incremento del  $\text{CO}_2$  inducido por el ejercicio, lo que resulta en hipercapnia e hipoxemia. <sup>(21)</sup>

La eficiencia ventilatoria se caracteriza principalmente por la relación entre la producción de dióxido de carbono producido metabólicamente ( $V\dot{V}\text{CO}_2$ ) y la cantidad de ventilación ( $V_E$ ) necesario para eliminarlo. La  $V_E/V\dot{V}\text{CO}_2$  el índice se denomina equivalente ventilatorio para el  $\text{CO}_2$  y depende matemáticamente y fisiológicamente corriente ( $V_D/V_T$ ), dicho valor se puede medir en reposo, en su valor más bajo ( $V_E/V\dot{V}\text{CO}_2$ ) en el primer umbral ventilatorio y se llama alternativamente umbral anaeróbico), además de medirse en el ejercicio máximo (pico  $V_E/V\dot{V}\text{CO}_2$ ). Dependiendo de los autores, la pendiente se calcula desde el inicio del ejercicio hasta el segundo umbral ventilatorio (alternativamente llamado punto de compensación ventilatoria, después de lo cual la  $V_E/V\dot{V}\text{CO}_2$  curva empinada) o al ejercicio máximo (a condición de que el ejercicio sea máximo). Otra de las complicaciones en los pacientes que sufrieron COVID-19 fue la debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos por sus siglas en inglés (ICUAW) y es una complicación que daña el estado funcional de los sobrevivientes, durante la estancia en el servicio de cuidados intensivos y después del alta pueden desarrollar esta complicación. Se ha detectado una prevalencia del 45-80% en estos pacientes <sup>(22)</sup>.

Estudios recientes en pacientes con COVID-19 en estado crítico informaron incidencias de la miopatía del estado crítico en el 50–64%, lo que indica que la incidencia de miopatía del estado crítico puede ser mayor en una población con COVID-19 que en una población sin COVID-19 y se observó hasta un 14 % de los sobrevivientes mostraron signos de debilidad muscular; incluso después de 2 años de la enfermedad y el 9 % de ellos continúa con dicha debilidad. <sup>(23)</sup>

Al presentar esta debilidad adquirida, una de las principales afectaciones es a los músculos respiratorios y de las extremidades torácicas y/o pélvicas, causando dificultad para desconectar a los pacientes del ventilador y con ello aumento de la morbilidad y mortalidad de forma inmediata, sin embargo, es incierto el grado de discapacidad. Estas complicaciones se observan en la fatiga muscular, que podría causar poca tolerancia en el ejercicio durante la prueba cardiopulmonar de ejercicio. El término ICUAW incluye miopatía por enfermedad crítica (CIM), polineuropatía por enfermedad crítica (CIP) y una combinación de ambos (CIMP). Se cree que la disfunción muscular es la causa primaria y coexiste la neuropatía como la miopatía (sin poder determinar cuál fue la disfunción primaria) y con ello peor pronóstico. <sup>(24)</sup>

En prueba cardiopulmonar de ejercicio se pueden usar diferentes tipos de protocolos según las condiciones físicas y clínicas del paciente, la decisión del tipo de protocolo a emplear es en base al deterioro de la función pulmonar, la actividad del paciente y la condición física previa para evitar complicaciones durante la misma. Existen dos protocolos comunes, el primero de rampa incremental y el segundo protocolo de trabajo constante. Estos protocolos comienzan con al menos 3 min de mediciones de referencia, seguidos de 3 min de ciclo, 6 min a una carga baja, constante y finalmente otros 6 minutos a cargas altas y constantes. El trabajo debe progresar gradualmente desde un período de ejercicio hasta el esfuerzo máximo dentro de aproximadamente 8-12 minutos, la prueba cardiopulmonar de ejercicio se puede realizar en un cicloergometro o en una banda sin fin, dependiendo los recursos disponibles, pero sobre todo las características clínicas del paciente <sup>(25)</sup>.

La prueba de ejercicio cardiopulmonar de ejercicio consta de diferentes fases: <sup>(26)</sup>

1. **Fase de reposo (2-3 min).** Adaptación de la respiración a la máscara o boquilla, incluyendo mediciones de signos vitales.
2. **Fase descargada "línea de base activa" (2–3 min).** ciclo sin resistencia añadida (velocidad de trabajo interna dependiendo del equipo: 0–15 vatios), cadencia 55–70 revoluciones por min
3. **Fase de ejercicio incremental (10 ± 2 min).** Cadencia 55–70 revoluciones por minuto.
4. **Fase de recuperación.** (período de enfriamiento de 3-5 minutos). Tomar en cuenta que esta fase solo finaliza cuando el VO<sub>2</sub> retorna al 50% de los valores máximos o bien la frecuencia cardiaca disminuye a su basal.

La prueba cardiopulmonar de ejercicio es utilizada como estándar de oro para evaluar el consumo de oxígeno y poder prescribir un entrenamiento y actividad física de forma objetiva e individual, nos ayuda a descifrar los mecanismos de la disnea y la limitación al ejercicio en casos poco claros especialmente cuando incluso estudios avanzados como el ecocardiograma transtorácico y/o pruebas de función pulmonar son normales o se encuentran incluso alteradas. La disnea puede tener un impacto negativo en la calidad de vida de los pacientes sobrevivientes a COVID-19 resultando indispensable realizar la prueba cardiopulmonar de ejercicio, fundamentalmente porque logra identificar los mecanismos de mejora o deterioro funcional <sup>(27)</sup>.

La calidad de vida relacionada a los cuidados de la Salud (CVRS) es un concepto multidimensional que incluye dominios relacionados con el funcionamiento físico, mental, social y emocional donde hay una serie de herramientas de medición algunas de las cuales son genéricas y otras específicas de la enfermedad como lo es el cuestionario de St. George, diseñado para evaluar la calidad de vida de los pacientes con EPOC. La mayoría de los estudios disponibles sobre el impacto de COVID-19 en la CVRS se realizaba entre las semanas 4 y 12 semanas desde el inicio de los síntomas y sin existir aun evidencia del seguimiento a largo plazo. <sup>(13-27)</sup>

El cuestionario SF-36 para evaluar la calidad de vida relacionada a los cuidados de la Salud de los pacientes afectados por COVID-19, es instrumento genérico que consta de 36 ítems que se utiliza en la práctica clínica y la investigación. Evalúa ocho conceptos de salud (rango de puntuación de cero a 100, una puntuación de cero es equivalente a la discapacidad máxima y una puntuación de 100 es equivalente a ninguna discapacidad) donde dichos dominios son: funcionamiento físico, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, funcionamiento social, rol emocional y salud mental (MH) <sup>(28)</sup>.

Las puntuaciones evaluadas de cada concepto varían de 0 a 100, y las puntuaciones más altas representan una mejor calidad. Además, ocho conceptos de salud de SF-36 se pueden clasificar en dos categorías: resumen de componentes físicos (PCS) y resumen de componentes mentales (MCS), y la CVRS deficiente se define como puntuaciones de PCS o MCS inferiores a 50 <sup>(29)</sup>.

Las puntuaciones medias generales de CVRS de los pacientes con COVID-19 a fueron de 60.3% en pacientes evaluados de forma aguda (menor de 3 meses) y en los pacientes con Long COVID-19 variaron de 60.4 a 86.4%, con una puntuación SF-36 más alta que representa una mejor salud. La puntuación más baja de CVRS (60,4) fue entre los pacientes de edad avanzada (mayores de 65 años) y la puntuación más alta de CVRS (86,4) fue con la mayoría de los pacientes más jóvenes (54%, 18-46 años) lo que posiblemente esté relacionado con la propia edad de los pacientes y una mejor adaptación a los cambios sistémicos de la propia enfermedad <sup>(30)</sup>.

La calidad de vida relacionada a los cuidados de la salud se ve afectada en la mayoría de los pacientes post COVID-19 e incluso si regresa a su calidad de vida previa 3 meses posteriores a la misma. Se necesita seguimiento a largo plazo para determinar la recuperación integral y los posibles factores limitantes. Cierta porcentaje de pacientes posterior a la enfermedad de COVID-19 presentan un bajo funcionamiento tanto físico como un rendimiento deficiente en sus actividades de la vida diaria, por lo que queda claro que después de una hospitalización se necesitan ciertas intervenciones de rehabilitación, sin embargo, aún existen factores limitantes, como la falta referencia oportuna a nuestros centros de rehabilitación para una atención integral <sup>(31)</sup>

### III. JUSTIFICACIÓN

#### **Magnitud**

Ante el problema de salud pública que se vivió la pandemia por COVID-19, se continua investigando la historia natural de la enfermedad, queda claro que dicha afectación es multisistémica, sin embargo, es poca aún la evidencia sobre las secuelas a mediano y largo plazo; es decir podría persistir alteraciones no solo en la función cardiaca, pulmonar y en el estado físico después de la infección, sino también tener un impacto negativo en la calidad de vida del paciente que se puede reflejar en su reintegración social, recreativa, cultural e incluso laboral lo cual abre camino a la investigación de complicaciones que podrían estar relacionadas con la severidad de la enfermedad.

Estudios de seguimiento de los sobrevivientes de esta pandemia han informado que hasta un 50% de los pacientes pueden continuar con síntomas como fatiga y trastornos del sueño, incluso 12 meses posterior a la infección.

**Transcendencia:** El síndrome post COVID-19 pudo afectar a cualquier persona, independientemente de la edad y estar relacionada con la severidad de la enfermedad por COVID-19, sin embargo, pueden presentarse ciertos factores de riesgo y comorbilidades en algunos pacientes.

Nos encontramos ante un gran problema de salud pública donde se desconocen las posibles complicaciones a largo plazo, pero además el impacto en general en la calidad de vida de cada uno de los pacientes y con ello repercutir en su reintegración social.

Los resultados obtenidos en la prueba cardiopulmonar de ejercicio ayudaron a identificar el grado de capacidad funcional posterior a la enfermedad COVID-19 de los pacientes con afectación moderada y crítica y que recibieron rehabilitación temprana, quienes además mostraron secuelas y/o complicaciones durante la prueba.

**Vulnerabilidad** Dicho protocolo describió los factores sociodemográficos y la capacidad funcional cardiopulmonar y musculoesquelética de los pacientes con síndrome post COVID-19 moderado y crítico, donde los resultados que se obtuvieron nos permitieron conocer la capacidad funcional medida por medio del VO<sub>2</sub> pico que tuvieron a mediano plazo posterior a la enfermedad.

**Factibilidad.** En nuestro servicio de rehabilitación contamos con el equipo multidisciplinario, quienes mediante capacitaciones previas y la implementación de estrategias oportunas con todas las medidas de bioseguridad establecidas por la pandemia, además de tener equipos de cómputo, espirómetro y el software e instalaciones de la prueba cardiopulmonar, contamos con un registro de aquellos pacientes que presentaron la enfermedad la cual fue la fuente principal de información para este estudio.

En consecuencia, de lo anterior, se requirió este protocolo de investigación para medir el alcance que podría tener la rehabilitación en cuanto a la recuperación funcional de dichos pacientes de forma objetiva.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la mayoría de las personas, la enfermedad por COVID-19 se presenta de forma leve o moderada, aproximadamente un 14% de los pacientes infectados desarrolla la forma grave de la enfermedad, que requiere hospitalización y solo un 5% son pacientes críticos que requieren admisión en la unidad de cuidados intensivos. Dicha pandemia llevo a que los diferentes servicios de salud establecieron sus diferentes programas y modalidades para poder brindar la atención a pacientes post-COVID 19.

Nuestra Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro mediante un programa temprano de rehabilitación atendió incluso a pacientes post COVID-19 crítico y se continúa vigilando su estado de salud, sí bien son pocos, cierto número de paciente mostraron cierto grado de recuperación a lo largo de este tiempo y no así un número creciente sufrió del llamado “Síndrome PostCOVID19” que puede extenderse por semanas, meses e incluso años sin obtener una recuperación funcional.

Necesitamos herramientas que nos permitan evaluar la capacidad funcional de estos pacientes de forma objetiva. La prueba cardiopulmonar de ejercicio es una herramienta que nos permitirá evaluar la capacidad funcional integral del aparato musculoesquelético, respiratorio y cardiovascular, así como estudiar la disnea y/o intolerancia al ejercicio en esta población que continúan con el síndrome Post COVID-19 y en algún momento poder establecer un pronóstico, pero sobre todo el impacto en la calidad de vida de cada uno de estos pacientes.

## **V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

### **Pregunta 1**

¿Cuál será la capacidad funcional medida en VO<sub>2</sub> máxima en pacientes post-COVID19 moderado y crítico en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro IMSS?

### **Pregunta 2**

¿Qué impacto tendrá la enfermedad por COVID-19 moderada y crítica en la calidad de vida, estimado mediante el cuestionario SF-36?

## **VI. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar la capacidad funcional por medio de la VO<sub>2</sub> máximo a través de una prueba cardiopulmonar de ejercicio en pacientes con síndrome post COVID-19 moderado y crítico.

### **Objetivos específicos.**

1. Medir el VO<sub>2</sub> máximo directo y los METS a través de la prueba cardiopulmonar de ejercicio de los pacientes incluidos.
2. Establecer las características de los volúmenes pulmonares a través de la relación VEF1/CVF en el estudio de espirometría de los pacientes incluidos.
3. Analizar los principales factores sociodemográficos de los pacientes incluidos a mediano plazo.
4. Evaluar la calidad de vida a mediano plazo de los pacientes Post-COVID-19 moderado y crítico por medio del cuestionario SF-36.

## **VII. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **VII.1 Tipo de estudio**

Descriptivo

### **VII.2 Diseño Y sitio del estudio**

#### **Serie de Casos**

Estudio transversal, prospectivo y observacional.

#### **Sitio del estudio**

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro, Unidad Médica de Alta Especialidad “Lomas Verdes”. Instituto Mexicano del Seguro Social

### **VIII. Universo del estudio**

Pacientes que presentaron enfermedad por COVID-19 moderado y crítico, que fueron atendidos en rehabilitación y presentaron síntomas post COVID-19.

#### **VIII.2 Grupo de estudio**

Pacientes sobrevivientes a COVID-19 moderado y crítico, que cursan con síntomas Post-COVID-19 atendidos en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro.

### **IX. Tamaño de muestra**

Al tratarse de un estudio exploratorio de tipo clínico serie de casos nivel I de investigación no se requirió cálculo de la muestra, pues se presentan todos los casos que se tuvieron síntomas post COVID-19 de 8 a 12 meses posteriores a la infección por SARS CoV 2

## **X. MATERIALES Y RECURSOS**

### **Recursos Humanos**

- Médicos especialistas en Medicina de Rehabilitación Física
- Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación y adiestramiento en Rehabilitación cardiaca asignado al servicio de Rehabilitación Cardiaca.
- Médico especialista en Fisiología Respiratoria, asignado al Hospital Centro Médico Nacional La Raza asignado al servicio de Fisiología Pulmonar.
- Médico Residente del tercer año de la especialidad de Medicina de Rehabilitación

### **Recursos materiales**

- Hoja de recolección de datos.
- Hojas blancas.
- Bolígrafos.
- Expediente clínico físico y electrónico de los pacientes incluidos.

### **Recursos tecnológicos**

- Espirómetro.
- Prueba cardiopulmonar de ejercicio.
- Equipo de Cómputo con software y procesador de estados estadísticos SPSS.

### **- Instrumentos.**

- Aplicación de Cuestionario de Calidad de Vida SF-36

## **XI. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

- Pacientes sobrevivientes a COVID-19 moderado y críticos mayores de 18 años y hasta 60 años que presentaron al menos un síntoma Post-COVID-19 que interfiere en sus actividades de la vida diaria, genero indistinto.
- Persistencia de síntomas post- COVID-19 por al menos 3 meses.

### **XI.1 Criterios de exclusión.**

- Pacientes que no contaron con protocolo de estudio completo y/o que al momento de estudio antecedente de otra enfermedad pulmonar (ASMA/ EPOC)
- Edad avanzada (mayores de 60 años)
- Limitación ortopédica (prótesis bilateral de rodilla).
- Pacientes con uso de oxígeno suplementario al momento del estudio.
- Incontinencia urinaria de esfuerzo, demencia o enfermedad psiquiátrica no controlada.
- Pacientes quienes no aceptan consentimiento informado.

### **XI.2 Criterios de eliminación**

- Pacientes que al revisar el expediente clínico no contaran con la información completa, además de cursar con embarazo al momento del estudio y/o antecedente de infarto agudo al miocardio menor de 1 mes de evolución.
- Pacientes quien al momento del estudio presentan trauma y/o herida que limite la marcha.
- Pacientes que no alcanzan criterio de maximidad en la prueba de ejercicio cardiopulmonar y/o pacientes que presenten alteraciones en signos vitales antes de la prueba de ejercicio cardiopulmonar.

## **XII. MUESTRA**

Al tratarse de un estudio exploratorio de tipo clínico serie de casos nivel I de investigación no se requirió cálculo de la muestra, pues se presentan todos los casos que se tuvieron síntomas Post COVID-19 de 8 a 12 meses posteriores al inicio de la enfermedad.

### **XIII. METODOLOGÍA**

#### **Descripción general del estudio**

La unidad de medicina física y rehabilitación es una unidad de tercer nivel de atención donde recibieron pacientes referidos por otras unidades según correspondía a 3° o 2° nivel, desde inicios de la pandemia se realizó un registro de todos aquellos pacientes y por medio del expediente electrónico institucional y sus hojas medicas de referencia, se recolecto a todos aquellos que cursaron con antecedente de enfermedad por COVID-19 moderado; mientras que a los pacientes con antecedente de Enfermedad por COVID-19 crítico se verifico que cursaron con saturación de oxígeno menor al 90% y requerimiento de apoyo mecánico ventilatorio, confirmando el diagnóstico de Enfermedad por COVID-19 crítico, dentro de este grupo se seleccionaron a todos aquellos pacientes que presentaban síntomas post COVID-19 y que continuaran con los mismos con un mínimo 3 meses posterior a la enfermedad, aquellos pacientes que aceptaron participar en el estudio se les solicitó firmar la carta de consentimiento informado por parte de los investigadores, posteriormente se llenó la hoja de recolección de datos con los principales factores de riesgo de complicación de la enfermedad (Edad, tabaquismo, alcoholismo, antecedente de comorbilidades como diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial sistémica, etc.), además se investigó los principales síntomas que persistieron después de la enfermedad y el tiempo con los mismos (ver hoja de anexos); se aplicó el cuestionario para la evaluación de calidad de vida SF-36 y se seleccionó a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión donde en su primer valoración se evaluó el riesgo cardiovascular para poder seleccionar a los pacientes que en ese momento cumplieron con todas las condiciones de seguridad tratando de tener el menor riesgo posible durante la prueba y realizar la prueba cardiopulmonar de ejercicio.

A todos los participantes se les realizó espirometría (prueba de función pulmonar), donde dependiendo el resultado, se eliminaron a los pacientes que no cumplieron con los criterios de calidad para poder realizar una adecuada prueba (Ejemplo aquellos que no entendieron la maniobra o que presentaron artefactos como tos durante la misma), durante todas la valoraciones se contó con todo el equipo multidisciplinario y los recursos para actuar de forma inmediata ante cualquier eventualidad y/o complicación del paciente (Equipo médico cardiólogo, técnico operativo, enfermería, medico rehabilitador);

posteriormente se preparó al paciente con el equipo de la prueba cardiopulmonar de ejercicio, se explicó las instrucciones de caminar y que cada 2 minutos la rampa sin fin iba a incrementar su velocidad además de la monitorización de sus signos vitales, durante toda la prueba se preguntó la escala de Borg modificada para poder estimar el grado de esfuerzo y disnea percibida durante la misma (dichos cuestionarios y escalas se encuentran validadas para nuestra población), la prueba se detuvo hasta cumplir con los criterios de maximidad y obtener el VO<sub>2</sub> máximo, sin embargo a aquellos pacientes que no toleraran la prueba por alguna otra razón se eliminaron de la investigación.

La interpretación de los resultados de la prueba cardiopulmonar de ejercicio se llevó a cabo por los investigadores asociados, permitiendo evaluar el VO<sub>2</sub> máximo y los METS alcanzados como variables primarias de la capacidad funcional, además de algunos otros parámetros de forma secundaria como el RER, AT, VE y así poder interpretar la prueba de ejercicio cardiopulmonar como normal o anormal dependiendo el resultado secundario a alteraciones muscular (periférica), cardíaca y/o pulmonar; la aplicación del cuestionario de calidad de Vida SF-36 y su relación con la capacidad funcional, se recolectó toda la información en una base de datos en Excel y posteriormente se analizó en el software estadístico SPSS donde utilizó las herramientas de estadísticos descriptivos poder así poder obtener los factores demográficos de nuestra población, la capacidad funcional y su relación con la calidad de vida de acuerdo a la severidad de la enfermedad en pacientes post COVID-19 moderado y crítico. El protocolo fue sometido para su aprobación al Comité Nacional de Investigación en Salud.

### **Procedimiento al estudio.**

Para la prueba cardiopulmonar de ejercicio se realizó la toma de somatometría como peso, talla, IMC, tensión arterial basal, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura basal.

### **Cuestionario de calidad de vida SF-36**

El Cuestionario de Calidad de Vida SF- 36 se aplicó a todos los pacientes donde el rango de puntuación de 0 a 100, donde puntuaciones bajas son equivalente a la discapacidad máxima y una puntuación de 100 es equivalente a ninguna discapacidad) según cada uno de los dominios: funcionamiento físico, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, funcionamiento social, rol emocional y salud mental.

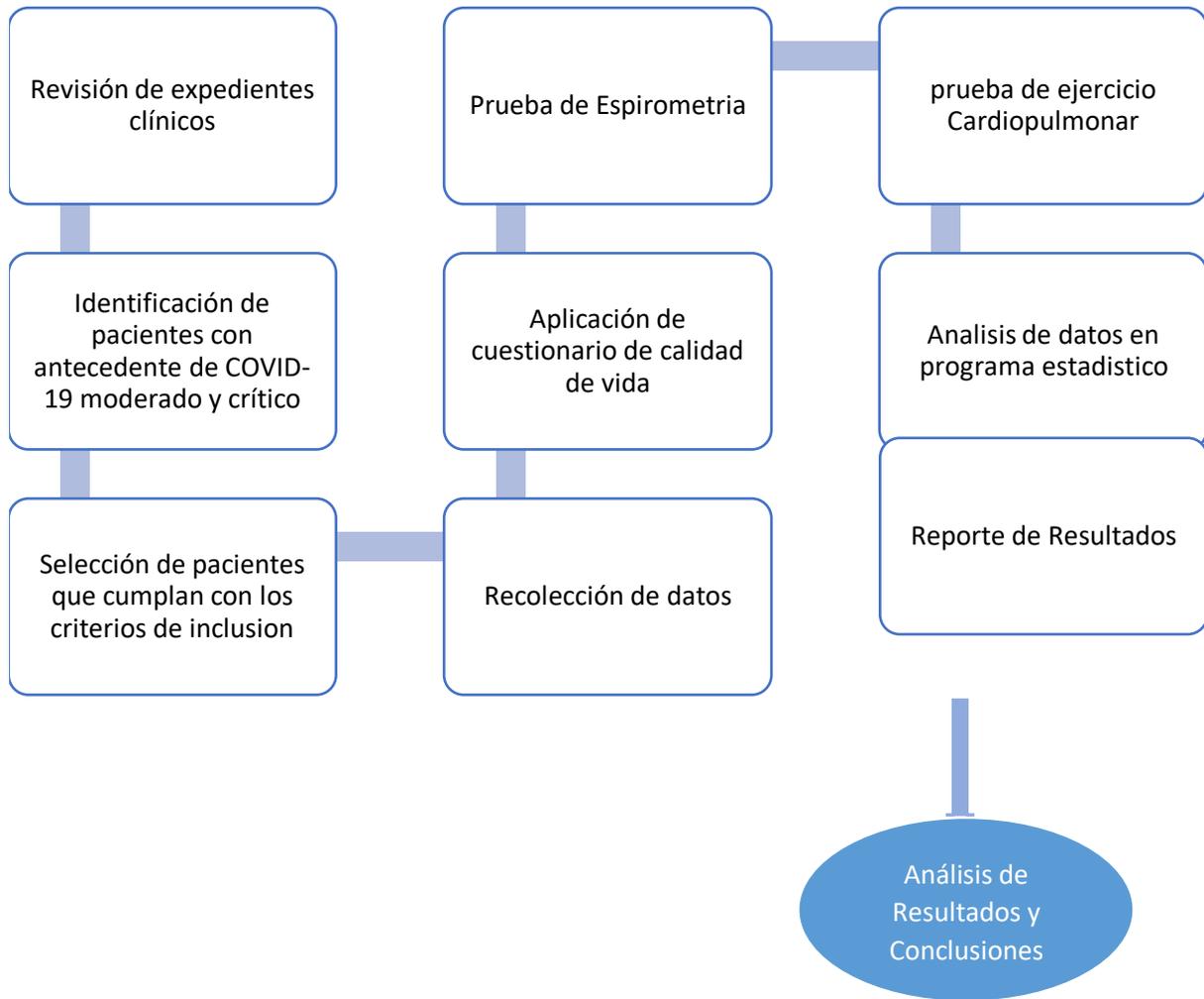
### **Espirometría forzada.**

Se llevó a cabo la calibración correspondiente, según el equipo, donde la espirometría es la principal prueba de función respiratoria y evaluó la mecánica respiratoria. Se preparó al paciente con las condiciones generales del estudio y previo al mismo recibió instrucciones (de preferencia en una silla fija y con soporte de brazos), con el tronco erguido, con la cabeza ligeramente elevada; se procedió a colocar una boquilla en su boca y una pinza nasal, posteriormente realizó una inhalación máxima seguido de una exhalación con inicio explosivo y sostenido. Se le solicitó al paciente mantener la espiración forzada por lo menos 6 segundos hasta alcanzar una meseta de al menos 1 segundo para cumplir con los criterios de calidad y poder obtener una prueba confiable.

### **Prueba de ejercicio cardiopulmonar.**

Una vez que se realizó la espirometría se procedió a explicarle al paciente la escala de Borg modificada, se colocaron electrodos en su tórax, además de una mascarilla oro nasal con el soporte adecuado y en su brazo izquierdo se puso el baumanometro, así como el sensor de oxígeno transcutáneo para poder monitorizar la función cardiorrespiratoria, dependiendo de las características físicas de cada paciente se subió al paciente a la banda sin fin, explicando que la velocidad de la banda iba a ir incrementando cada 3 minutos (de acuerdo al tipo de protocolo que se aplicó), el protocolo constó de 3 fases, calentamiento , ejercicio y recuperación. En cada una de las fases se monitorizó los parámetros vitales ya comentados y la prueba se suspendió hasta alcanzar criterios de maximidad, también se detuvo en aquellos pacientes que decidieron no poder continuar con la prueba.

#### XIV. MODELO GRAFICO.



## XV. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDADES DE MEDICIÓN
VO2 Consumo de oxígeno	El consumo de volumen de oxígeno (VO2) utilizado en el metabolismo, por el cuerpo, principalmente en las mitocondrias. Diferencia entre el volumen de oxígeno en el aire inhalado y exhalado durante el ejercicio por unidad de tiempo	Consumo de oxígeno	Cuantitativa	continua	mlO2 /min
VO2 Máximo	Es el valor más alto que el VO2 alcanza durante el esfuerzo máximo una prueba de ejercicio cardiopulmonar.	Consumo de oxígeno máximo alcanzado durante el ejercicio.	Cuantitativa	Continua	mlO2 /min
MET	Es la unidad de medida del índice metabólico y corresponde a 3,5 ml O2/kg x min, que es el consumo mínimo de oxígeno que el organismo necesita para mantener sus constantes vitales.	Unidad de medida del Índice metabólico	Cuantitativo	continua	ml O2/kg x min
Umbral anaeróbico AT	Representa el consumo de oxígeno en el que se establece el metabolismo anaeróbico durante el ejercicio. Se puede expresar en L / min o como un porcentaje del valor predicho de VO2máx.	Punto donde cambia la pendiente de la relación de VCO2 a VO2	Cuantitativa	Continua	Litros / min o como un porcentaje del valor predicho de VO2máx.
FEV1 Capacidad espiratoria forzada en el primer segundo.	Volumen máximo espirado durante el primer segundo después de su comienzo en el curso de una espiración forzada iniciada a capacidad pulmonar total	Volumen que se expulsa en el primer segundo de una espiración forzada	Cuantitativa	Continua	Litros
FVC Capacidad vital Forzada	Volumen máximo espirado con el máximo esfuerzo y rapidez partiendo desde la capacidad pulmonar total.	Máxima cantidad de aire que el sujeto puede expulsar, después de haber tomado la mayor cantidad de aire posible	Cuantitativa	Continua	Litros o como un porcentaje del valor predicho.
Relación FEV1/FVC	Relación porcentual entre FEV1 y FVC. Relación entre la capacidad espiratoria forzada del primer minuto con la capacidad vital forzada	Porcentaje y relación entre los litros por segundo espirados y los litros de la capacidad vital forzada.	Cuantitativa	Continua	Porcentaje
VE máx. Ventilación Máxima	Es la suma del volumen de todas las respiraciones en 1 minuto	Ventilación máxima alcanzada durante el ejercicio	Cuantitativa	Continua	Litros por minuto o como un porcentaje
SP02- Oximetría de pulso	Evaluación espectrofotométrica de la oxigenación de la hemoglobina	Estimación de la saturación arterial de oxígeno en forma no invasiva	Cuantitativa	Continua	Porcentaje
W- Carga de trabajo	Magnitud física escalar que se representa con la letra W (del inglés Work) y se expresa en unidades de energía	Cantidad de watos utilizados en la prueba	Cuantitativa	Continua	Wats
RER- Relación del intercambio respiratorio	Relación de intercambio respiratorio resulta de dividir el consumo máximo de dióxido de carbono entre el consumo de oxígeno.	Marcador indirecto de esfuerzo máximo cuando la relación CO2 producido / O2 consumido es mayor a 1	Cuantitativa	Continua	Porcentaje
FC - Frecuencia cardiaca	Número de latidos realizadas en 1 minuto	Frecuencia cardiaca	Cuantitativa	Continua	Latidos /minuto
HRR- frecuencia cardiaca de reserva	Es la diferencia de frecuencia cardiaca máxima obtenida al ejercicio y la frecuencia cardiaca de reposo	Es la diferencia de frecuencia cardiaca máxima obtenida al ejercicio y la frecuencia cardiaca de reposo	Cuantitativa	Continua	Latidos cardiacos
Frecuencia cardiaca máxima esperada para la edad FCMEE	Máximo número de latidos por minuto, esperados en la prueba de esfuerzo según la edad y se usa en hombres y mujeres	Frecuencia cardiaca máxima esperada para la edad del paciente	Cuantitativa	Continua	Latidos cardiacos
Frecuencia cardiaca máxima alcanzada	El mayor número de latidos cardiacos alcanzados durante el esfuerzo físico.	El mayor número de latidos cardiacos alcanzados durante el esfuerzo físico.	Cuantitativa	Continua	Latidos cardiacos
Pulso de oxígeno	Cantidad de oxígeno absorbida por los pulmones hacia la sangre con cada latido cardiaco	Resultado de la división del consumo de oxígeno entre la frecuencia cardiaca	Cuantitativa	Continua	Millilitros/latido

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	MEDICIÓN	UNIDADES DE MEDICIÓN
Enfermedad por COVID-19	Enfermedad infecciosa causada por el coronavirus SARS- Cov2 /severe acute respiratory syndrome coronavirus 2)	Enfermedad infecciosa diagnosticada mediante prueba de RT- PCR (Reacción de cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa)	Cualitativa	Continua	Positivo Negativo
Enfermedad por COVID-19 crítico y/o grave	Pacientes con síntomas que cumplen la definición de caso de COVID-19 y que presentaron disfunción orgánica aguda potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección además de infiltrados pulmonares con progresión mayor al 50% en 24 a 48 hrs en tomografía	Enfermedad con datos de presentación de disfunción orgánica aguda en la Unidad de Cuidados Intensivos.	Cualitativa	Continua	Positivo Negativo
Enfermedad por COVID-19 moderada	Enfermedad con signos clínicos de neumonía (fiebre, tos, disnea, taquipnea, pero con signos de neumonía grave en particular SpO2 > o = a 90% con aire ambiente.	Enfermedad con datos de neumonía y saturación de oxígeno mayor o igual a 90%	cualitativa	Continua	Positivo Negativo
Enfermedad COVID-19 prolongado o síndrome Post-COVID-19	El síndrome post-COVID-19 se define por signos y síntomas clínicos persistentes que aparecen mientras o después de sufrir COVID-19, persisten durante más de 12 semanas y no pueden explicarse por un diagnóstico alternativo.	Signos y síntomas durante y posteriormente a la enfermedad COVID-19 por más de 3 meses	Cualitativa	Nominal	Ninguno Disnea Fatiga Tos Otros
Género	Conjunto de peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos y hacen posible una reproducción que se caracteriza por diversificación genética	Condición que diferencia entre hombres y mujeres	Cualitativa	Nominal	Masculino o femenino
Edad	Tiempo que ha vivido una persona o ser vivo desde su nacimiento	Años cumplidos al momento de estudio	Cuantitativa	Discreta	Años
Peso	Equivala a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.	Peso previo a realización del estudio	Cuantitativa	Continua	Kilogramos
Talla	Estatura de una persona, medida desde la planta del pie hasta el vértice de la cabeza	Estatura previa a la realización del estudio	Cuantitativa	Continua	Metros
Índice de masa corporal	Medición que permite conocer la relación entre el peso, talla, lo que permite identificar el estado de salud de una persona, así como el sobrepeso y obesidad.	Índice de masa previo a la realización del estudio.	Cualitativa	Continua	Sano (18.5-24.9) Sobrepeso (25.29.9) Obesidad (>30)
Comorbilidad	Ocurrencia de más de una patología en el paciente previo a la enfermedad actual	Enfermedades detectadas previas a la enfermedad por COVID-19	Cualitativa	Nominal	Ninguna. Dislipidemia Diabetes Mellitus Otros.
Tabaquismo	Es la intoxicación aguda o crónica producida por el consumo adictivo de tabaco.	Antecedente de consumo de tabaco de larga evolución previo a la enfermedad	Cualitativa	Nominal	Positivo Negativo
Alcoholismo	Es un padecimiento crónico, progresivo y mortal por el consumo desmedido, constante y dañino de alcohol.	Antecedente de consumo de tabaco de larga evolución previo a la enfermedad	Cualitativa	Nominal	Positivo Negativo
Actividad Física	Cualquier movimiento producido por el sistema musculoesquelético que tiene como resultado un gasto energético por encima del metabolismo basal.	Antecedente de actividad física de manera continua, con mínimo 3 meses de forma continua previo a la enfermedad	Cualitativa	Nominal	Positivo Negativo
Uso de oxígeno suplementario.	Tratamiento con permite la entrega de oxígeno adicional para respirar.	Entrega de oxígeno adicional al del aire ambiente que le permite respirar.	Cualitativa	Nominal	Positivo Negativo
Tempo de diagnóstico	Tiempo, determinado por el día, el mes y el año, en que se hace u ocurre una cosa	Fecha del diagnóstico de la enfermedad	Cuantitativa	Discreta	Meses

Calidad de vida	Es un estado de satisfacción general, derivado de la realización de las potencialidades de la persona, posee aspectos subjetivos y objetivos. Es una sensación subjetiva de bienestar físico, psicológico y social.	Conjunto de condiciones que contribuyen al bienestar de los individuos y a la realización de sus potencializados en la vida social	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Actividad Física	Limitaciones para realizar actividad física, secundario a problemas relacionados de salud	Limitaciones para realizar actividad física, secundario a problemas relacionados de salud	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Rol físico	Problemas con el trabajo u otras actividades como resultado de salud física.	Problemas con el trabajo u otras actividades como resultado de salud física.	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Dolor corporal	Se valora las limitaciones secundarias a dolor	Se valora las limitaciones secundarias a dolor	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Salud General	Evaluación de la propia salud	Evaluación de la propia salud	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Vitalidad	Se refiere a la valoración de la propia percepción de energía o fatiga.	Se refiere a la valoración de la propia percepción de energía o fatiga.	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Funcionamiento social	En referencia a los problemas en ámbito laboral u otras actividades de la vida diaria, secundaria a problemas emocionales.	En referencia a los problemas en ámbito laboral u otras actividades de la vida diaria, secundaria a problemas emocionales.	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos
Salud Mental	Sensación de ansiedad y/o depresión	Sensación de ansiedad y/o depresión	Cualitativa	Nominal	Buena calidad de vida Mayor a 50 puntos Mala calidad de Vida Menor a 50 puntos

## **XVI. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS**

### **-Recolección de datos**

Se identificaron a todos los pacientes que fueron referidos al servicio de Rehabilitación de la Unidad de Medicina Física Centro que presentaron síntomas post COVID-19 además que tener alguna limitación en su función y que al momento de la prueba cardiopulmonar de ejercicio continuaran con los mismos, posteriormente los datos se recolectaron en la hoja de datos (ver Anexo I), se contactó y se seleccionó a aquellos pacientes que decidieron participar, a los pacientes que aceptaron participar en el protocolo de investigación se les realizó una cita para la valoración del riesgo cardiovascular y poder realizar la prueba cardiopulmonar de ejercicio.

### **-Organización de datos**

Los datos se vaciaron a una hoja de Excel para la identificación y codificación de las observaciones obtenidas de todos los pacientes y posteriormente los datos se analizaron utilizando el programa IBM SPSS donde se usó estadística descriptiva al ser una serie de casos.

### **-Presentación de datos**

se realizó estadística descriptiva de acuerdo al tipo de variable; las variables cuantitativas se describirán por medio de media y desviación estándar presentados en tablas. En las variables cualitativas se utilizarán frecuencias y proporciones. Las variables continuas se evaluaron mediante la prueba t de muestras emparejadas.

## **XIV. Análisis estadístico de los resultados**

### **-Análisis estadístico**

El análisis descriptivo para las variables cuantitativas se obtuvo la media, mediana y desviación estándar. Para las variables cualitativas se utilizarán tablas de frecuencias y proporciones, Las variables continuas se evaluaron mediante la prueba t de muestras emparejadas. Todos los análisis se realizaron utilizando IBM SPSS, versión 27.0 (IBM EUA), con valores de  $p$  de  $<0,05$  considerados estadísticamente significativos.

## **XVII. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El diseño del protocolo fue basado en los principios éticos para las investigaciones en seres humanos manteniendo las garantías del paciente de acuerdo a los principios básicos de respeto por las personas, el principio de beneficencia y el de justicia en los sujetos del estudio, confidencialidad y decisión de manejo y tratamiento, de acuerdo a la Declaración de Helsinki y avalado por el Comité de ética Interno de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro IMSS.

Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo a las normas del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la salud, Título Segundo de acuerdo a aspectos éticos de investigación en seres humanos y de acuerdo al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la Salud, este tipo de investigación se consideró con riesgo menor que el mínimo.

Se incluyeron a todos los pacientes que aceptaron participar en el estudio y quienes recibieron el tratamiento indicado en la hoja de consentimiento informado.

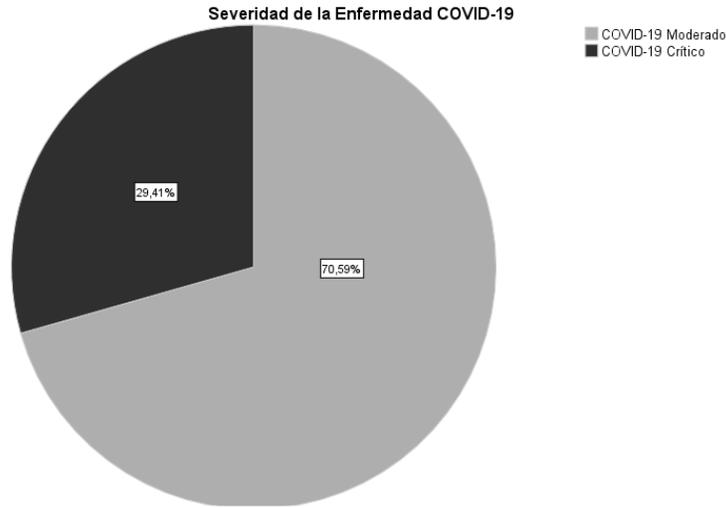
## **XVIII. RESULTADOS.**

### **Características Sociodemográficas**

Se evaluó un total de 21 pacientes en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro que presentaron síntomas Post COVID-19 de 8 a 12 meses posteriores a la infección quienes cumplieron con los criterios de inclusión, 2 pacientes fueron eliminados por presentar tensión arterial elevada al momento del estudio y 2 pacientes no acudieron a las valoraciones subsecuentes; con un grupo total de estudio de 17 pacientes.

Las principales características sociodemográficas de nuestra población fueron las siguientes: En relación al género existió un predominio del sexo masculino (n=12) representando el 70.6%, mientras que el sexo femenino fue de (n=5) 29.5%, la edad se obtuvo una media de 38.6 años (DE 7,2); la severidad de la enfermedad por COVID-19 moderado (n=12) con el 70.6% en comparación a enfermedad por COVID-19 crítico de (n=5) 29.4%. **(Gráfica 1)**. El índice de masa corporal (41.2%) tuvieron sobrepeso, (35.3%) obesidad y (23.5%) se encontró en valores normales, el antecedente de alcoholismo (n=10) 58.8% y tabaquismo (n=7) un 41.2% respectivamente; en cuanto a la actividad física previo a la enfermedad únicamente el 29.4% realizaba alguna actividad física contra el 70.6% de la población que no realiza ninguna actividad. El tiempo de evolución después del síndrome post COVID-19 fue de 6 a 11 meses en un 64.7% (n=11) y mayor de 12 meses en el 35.3% (6).

**Gráfico 1. Severidad de la enfermedad COVID-19**

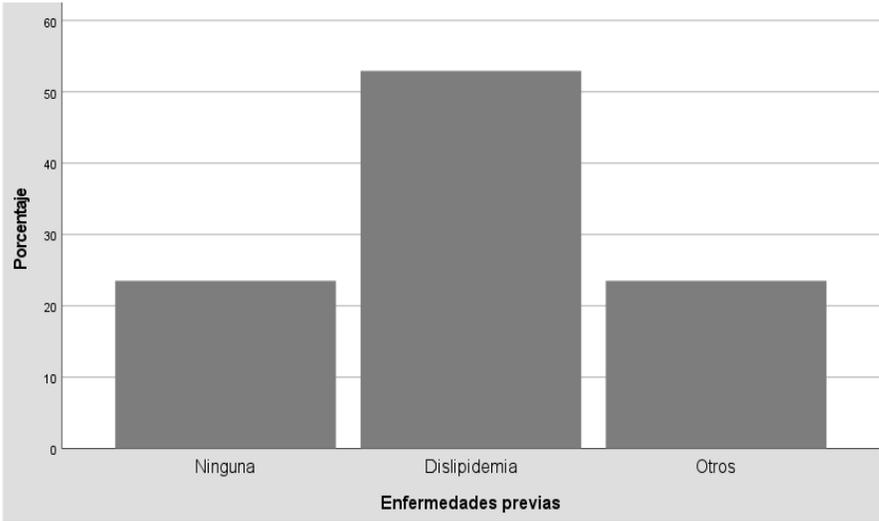


FUENTE: OMM.UMFRC.2022

El 52,9% (n=10) presentaron como comorbilidad previa dislipidemia, el 23,5% presentó otras enfermedades como: 2 pacientes con trastorno de la ansiedad y otro paciente con Tiroiditis de Hashimoto y el otro 23.5% se encontró sin comorbilidades previo a la enfermedad. **(Gráfica 2)**

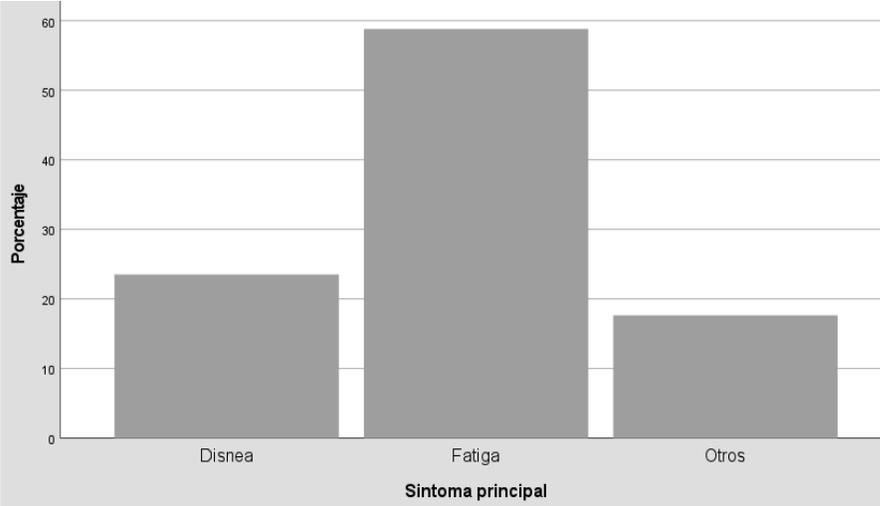
Los principales síntomas post COVID-19 fueron: el 58.8% (n=10) fatiga como principal síntoma y en segundo lugar disnea 23.5% (n=4), el 17,6 % presentó otros síntomas (tos, anosmia y diarrea); **(Gráfica 3)**, respecto al antecedente de uso de oxígeno suplementario: el 52,9% de la población no ameritó oxígeno vs el 47.1% que sí ameritó oxígeno por más de 4 semanas. **(Tabla. 1)**

**Gráfica N°2 Comorbilidades previas en los pacientes síndrome Post COVID-19 moderado y crítico**



**FUENTE:** OMM.UMFRC.2022

**Gráfica N°. 3 síntomas principales en los pacientes síndrome Post COVID-19 Moderado y crítico**



**FUENTE:** OMM.UMFRC.2022

**Tabla 1. Características sociodemográficas de los pacientes SEVERIDAD ENFERMEDAD COVID-19.**

	<b>Variable</b>	<b>Número (%)</b>
<b>Genero</b>	Femenino	5 (29,4)
	Masculino	12(70,6)
<b>Edad</b>	< 46 años	13 (76,5)
	>46 años	4 (23,5)
<b>Severidad de la enfermedad COVID-19</b>	Moderado	12 (70,6)
	Crítico	5 (29,4)
<b>Índice de masa corporal</b>	Normal	4 (23,5)
	Sobrepeso	7 (41,2)
	Obesidad	6 (35,3)
<b>Tabaquismo</b>	Positivo	7 (41,2)
	Negativo	10 (58,8)
<b>Alcoholismo</b>	Positivo	10 (58,8)
	Negativo	7 (41,2)
<b>Actividad física previa</b>	Positiva	5 (29,4)
	Negativa	12 (70,6)
<b>Síntoma principal POST COVID-19</b>	Fatiga	10 (58,8)
	Disnea	4 (23,5)
	Otros	3 (17,6)
<b>Uso de oxígeno suplementario</b>	No ameritó	8 (47,1)
	Si ameritó	9 (52,9)
<b>Comorbilidades</b>	Ninguna	4 (23,5)
	Dislipidemia	9 (52,9)
	Otros	4 (23,5)
<b>Tiempo de evolución</b>	8 a 11 meses	11(64.7)
	>12 meses	6(35.3)

FUENTE: OMM.UMFRC.2022

## ESPIROMETRÍA

Los valores obtenidos por espirometría fueron: FVC media de 3,82 (DE 1,36) y alcanzó el 103.8% el predicho para pacientes Post COVID-19 moderado y FVC de 3,8 (DE 8.7) con 101 % del predicho para los pacientes con enfermedad crítica; El FEV 1 fue de 3,33 litros (DE 8,3) con una media del 94 para el porcentaje del predicho (DE 8,3) en post COVID-19 moderado, en los pacientes Post COVID-19 crítico el FEV 1 fue muy similar, alcanzó una media del 3,03 (DE 6.3), es decir llegó al 100 del porcentaje del predicho (DE 17.7). La relación del FVC/FEV 1 en COVID-19 moderado la media fue de 8 (DE 7.05); similar a COVID-19 Crítico donde la media fue de 8 (DE 5,1); lo cual permitió alcanzar el 98.7 del porcentaje del predicho (DE 9,36) en COVID-19 moderado y 94.6 del porcentaje del predicho (DE 9,7) en COVID-19 crítico, este predicho fue normal en la mayoría de todos los pacientes estudiados.

En los valores de volúmenes pulmonares en las espirometrías de los pacientes Post COVID-19 tanto de enfermedad moderada como crítica, no hubo alteraciones significativas en el diagnóstico, solo un caso 5,8% (n=1) presentó alteración en la relación VEF1/CVF sugestivo de tipo restrictivo. Se encontró que la relación FVC/FEV1 fue estadísticamente significativa valor de  $p \leq 0.005$  en FVC/FEV1 en los pacientes con el grado de severidad del síndrome post COVID-19 moderado y crítico, mientras tanto en el resto de los parámetros analizados no hubo diferencias significativas. (Tabla 2)

**TABLA 2. VALORES DE ESPIROMETRIA EN PACIENTES POST COVID-19 MODERADO Y CRÍTICO**

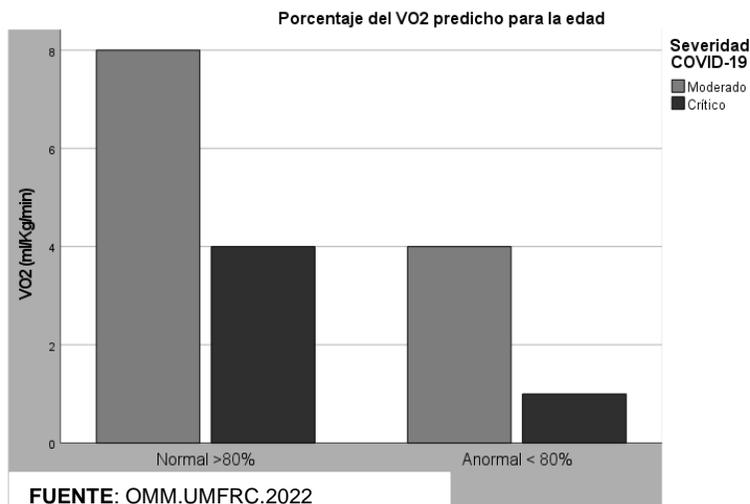
VARIABLE	Post -COVID-19 Moderado		Post COVID-19 Crítico		Valor de P
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	
FVC (L)	3.8	±1.3	3.8	± 8.7	.400
FVC, % Predicho	103.8	±16.7	101	± 16.7	.485
FEV1 (L)	3.3	+ 8.3	3.03	±6.3	.837
FEV1, % Predicho	94.0	± 12.6	100	±17.7	.863
FVC/FEV1 (L)	8.0	±7.0	8.0	±5.1	.001*
FVC/FEV1, %	98.7	±9.3	94.6	±9.7	.817

*T de student para muestras no relacionadas,  $p \leq 0.005$  con significancia estadística*

## PRUEBA CARDIOPULMONAR DE EJERCICIO.

El consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máximo) en ml/Kg/min de los pacientes Post COVID-19 moderado la media fue 26.62 ml/Kg/min (DE ±11.40) en COVID-19 crítico la media fue de 23.38 ml/Kg/min (DE ±12.64). Sin encontrar significancia estadística (p>0,600). El VO<sub>2</sub> máximo en mL/min de los pacientes post COVID-19 moderado se obtuvo una media de 2439 ml/Kg (DE ± 601); en pacientes post COVID-19 crítico su media fue de 2158 ml/Kg DE ± 453 (p >307); el porcentaje del VO<sub>2</sub> predicho para la edad en los pacientes COVID-19 moderado fue de 90.25 (DE ±28.31) y la media en COVID-19 crítico fue 89 (DE ±12.8); resultados previos sin tener una significancia estadística (Valor de p>610); es decir en los pacientes con COVID-19 crítico (n=4) el 80% de ellos alcanzo el VO<sub>2</sub> normal esperado para la edad y sexo, en relación al de los pacientes con COVID-19 moderado (n=8) donde el 66.6% presentó una prueba normal, es decir el 20% (n=1) y 33.3% (n=4) tienen una prueba anormal respectivamente sin lograr alcanzar el VO<sub>2</sub> esperado para la edad y sexo. (Gráfica 4).

Gráfica 4. Porcentaje del Predicho VO<sub>2</sub> COVID-19 moderado y crítico



Los METS en los pacientes con COVID-19 moderado la media fue de 8.5 (DE  $\pm 2,54$ ) y 6.07 (DE  $\pm 2,99$ ) en COVID-19 crítico. (Valor de  $p > 0,05$ ) (Gráfica 5).

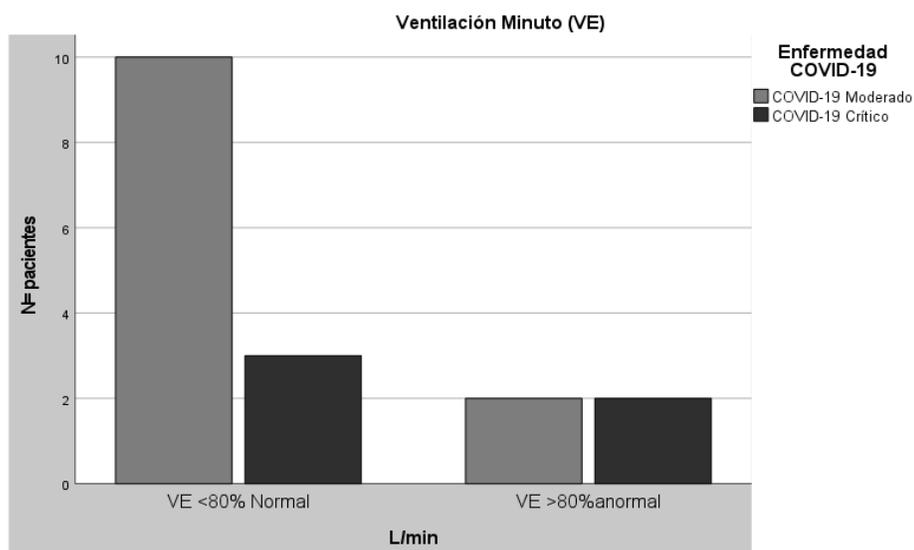
Gráfica 5. METS en pacientes con Síndrome Post COVID-19 moderado y crítico



FUENTE: OMM.UMFRC.2022

El pulso de oxígeno ( $O_2/HR$ ) alcanzó una media de 12.7 (DE  $\pm 3,2$ ) en pacientes post COVID-19 moderado y 13,2 (DE  $\pm 1$ ) en COVID-19 crítico, donde únicamente 5.8% ( $n=1$ ) presentó disminución de dicho valor, en el grupo de COVID-19 moderado. En la ventilación minuto (VE) los pacientes con COVID-19 moderado se encontró una media de 75.5 (DE  $\pm 16,1$ ) y 85.8 (DE  $\pm 9,1$ ) en el grupo de enfermedad crítica, es decir únicamente 60% ( $n=3$ ) de los pacientes con COVID-19 crítico presentaron un VE normal, mientras que el grupo de COVID-19 moderado alcanzó el 83.3% ( $n=10$ ) de los valores normales del VE; 40% presentaron una prueba anormal en enfermedad crítica y solo el 16,6% una prueba anormal en COVID-19 moderado, sin existir significancia estadística. (valor de  $p > 0,05$ ). (Gráfico 6)

Gráfica 6. Porcentaje del Predicho VO2 en pacientes con síndrome Post OVID-19 Moderado y crítico

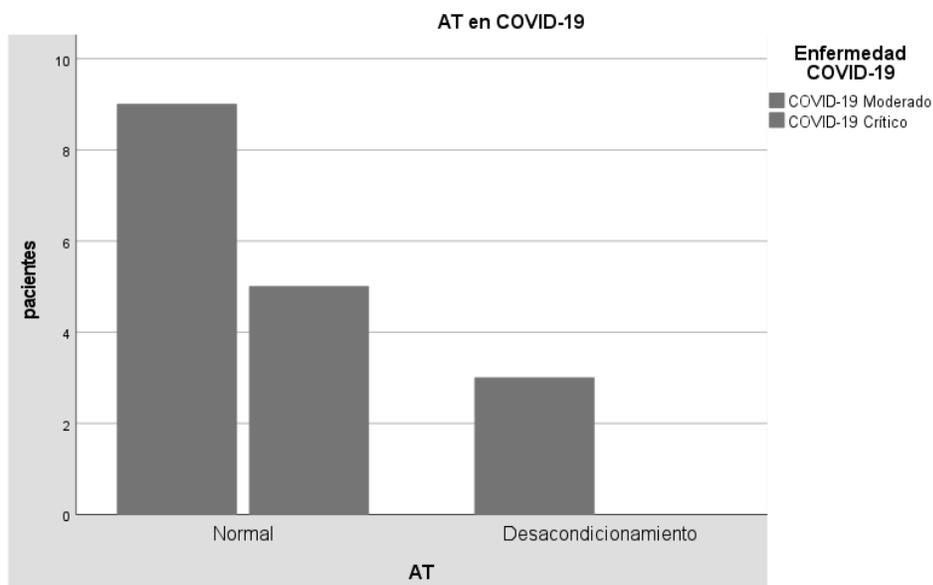


FUENTE: OMM.UMFRC.2022

El grupo total de pacientes alcanzó criterios de una prueba suficiente por la medición de RER; mayor a 1, donde los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes; Grupo de síndrome post COVID-19 moderado con una media de 1,03; (DE  $\pm 0,62$ ), y 1,13 (DE  $\pm 0,7$ ) en COVID-19 crítico; sin tener relevancia significativa. (valor de  $p > ,268$ )

El umbral anaeróbico (AT) de los pacientes con enfermedad moderada la media fue de 58.8 (DE  $\pm 15,7$ ); el punto de compensación respiratoria (RCP) media de 28,1 (DE  $\pm 6$ ) y en los pacientes con COVID-19 crítico el AT media 70,4 (DE  $\pm 11,6$ ); RCP media 32 (DE  $\pm 1,3$ ) y el valor  $p > ,933$  (estadísticamente no significativo); es decir; en el grupo de pacientes con síndrome post COVID-19 moderado (n=9) 74,9% alcanzaron el AT normal y (n=3) 25,1% presentan descondicionamiento físico; por otra parte los pacientes con antecedente de enfermedad crítica (n=5) 100% presentan un valor de AT normal en relación al porcentaje del predicho del VO<sub>2</sub> máximo. (Tabla 3 y Gráfico 7)

Gráfica 7. Porcentaje del Predicho VO2 en pacientes con Síndrome Post COVID-10 moderado y crítico



FUENTE: OMM.UMFRC.2022

Tabla 3. Porcentaje del predicho del VO<sub>2</sub> Máximo en los pacientes post COVID-19 moderado y crítico

AT (% del predicho del VO <sub>2</sub> Max)	COVID-19 Moderado		COVID-19 Crítico	
	(n=)	%	(n=)	%
Normal 51-60	9	74.9	5	100
Desacondicionamiento 40-50	3	25.1	0	0
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

FUENTE: OMM.UMFRC.2022

El valor de los equivalentes; en el grupo con post COVID-19 moderado; la media de PETCO<sub>2</sub> 81,3 (DE ±3.51), media PETO<sub>2</sub> 81,3 (DE ±2.8), en relación al grupo con enfermedad crítica PETCO<sub>2</sub> 44,8 (DE ±2.28), PETO<sub>2</sub> 81,6 (DE ±3.2); valor de  $p > 1,34$  y 1,01 respectivamente; es decir el 94.2% (n=16) presento valores de PETCO<sub>2</sub> incrementados; mientras que el PETO<sub>2</sub> se encuentra disminuido en toda la población estudiada.

La carga de trabajo (Wats) alcanzó una media de 257 W (DE ±77,4), alcanzando un promedio de 120% del predicho (DE ±38.2) en los pacientes post COVID-19 moderado, en comparación con los pacientes COVID-19 crítico media 212 (DE ±63.1) y un porcentaje promedio de 106 del predicho (DE ±33.5); valor de  $p > 0.909$  y  $p > 0.721$  respectivamente. En el porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima esperada para la edad la media fue de 91.5 (DE ±7,3) y 92.8 (DE ±10.23) en COVID-19 moderado y crítico respectivamente, sin significancia estadística (valor de  $p > 0.436$ ).

La reserva respiratoria (BR) en los pacientes con COVID.19 moderado 41.7% (n=5) presentaron incremento de la BR y 58.3% (n=5) disminuido; la reserva respiratoria en enfermos críticos 60% (n=3) fue normal y solo el 40% (n=2) se encontró disminuida (valor de  $p > 0.230$ ). De acuerdo al protocolo Bruce modificado los pacientes con enfermedad moderada 16.6% (n=2) alcanzaron la etapa 4; 33.2% (n=4) la etapa 5 y 41,5% (n=5) la etapa 6 de dicho protocolo, en relación a los pacientes con COVID-19 crítico 40% (n=2) alcanzaron la etapa 4; mientras que el 60% (n=1) alcanzó la 3°, 5° y la 7° etapa respectivamente; por último la saturación de oxígeno la media fue de 94,5 (DE ±2,1) y 94,6 (DE ±1,9) respectivamente con un valor de  $p > 0.446$ , sin significancia estadística.

**(Tabla 4)**

En relación a lo anterior en el grupo de pacientes post COVID-19 moderado 60.9% (n=7) presentaron una prueba cardiopulmonar de ejercicio normal; muy similar al grupo post COVID-19 crítico donde el 60% (n=3) fueron normales, el desacondicionamiento físico se presentó en un 24. 9% (n=3) con antecedente de COVID-19 moderado, mientras que los pacientes con enfermedad crítica ningún paciente presentó desacondicionamiento, sin embargo, el patrón sugerente de enfermedad pulmonar sugerente de alteración de tipo

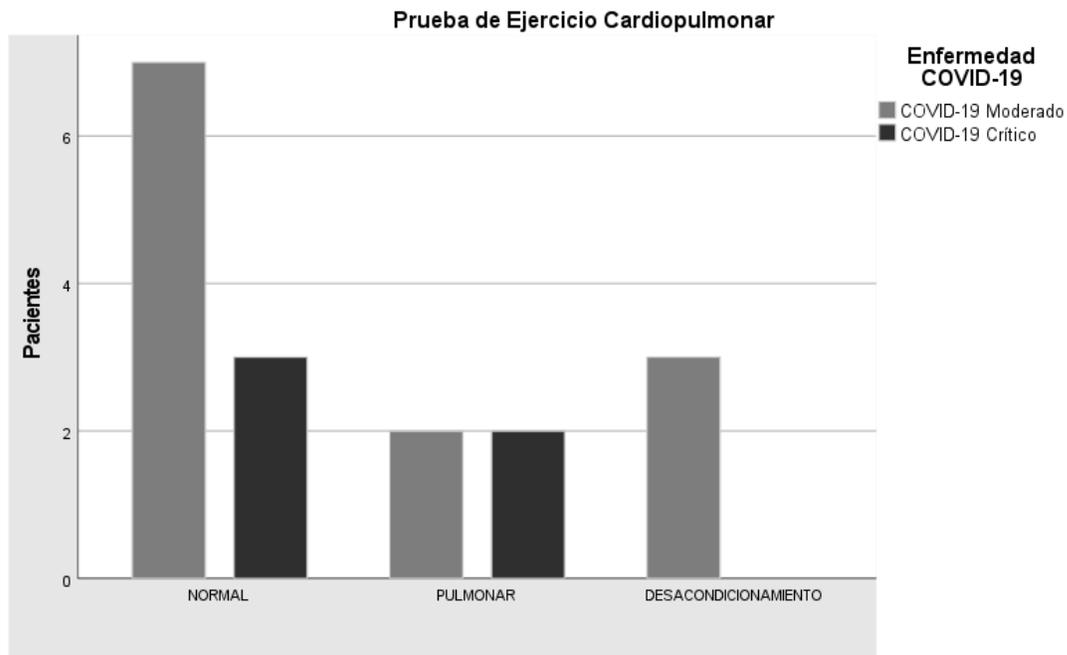
restrictivo alcanzo (n=2) 16,6 para los pacientes con enfermedad moderada y (n=2) 40% en pacientes críticos. (Gráfica 8)

**TABLA 4. VALORES DE PRUEBA CARDIOPULMONAR DE EJERCICIO EN PACIENTES POST COVID-19 MODERADO Y CRÍTICO.**

VARIABLE	COVID-19 MODERADO		COVID-19 CRÍTICO		Valor de p
	MEDIA	DESVIACION ESTANTAR	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	
VO2 Max(ml/Kg/min)	23.62	11.40	23.38	12.64	.600
<b>VO2 Max L/min</b>	2439	601	2158	453	.307
% del predicho VO2 para la edad	90.25	28.31	89	12.8	.610
<b>METS</b>	8.5	2.54	6.07	2.99	.421
Pulso de O <sub>2</sub> (O <sub>2</sub> /HR)	12.7	3.2	13.2	1.0	1.00
<b>VE (L/min)</b>	75.4	16.1	85.8	9.1	.322
RCP	28.1	6	32	1.3	.933
<b>RER</b>	1.03	0.62	1.13	0.7	.268
AT	58.8	15.7	70.4	1.6	.030
<b>PETCO2 (mmHg)</b>	47.75	3.51	44.8	2.28	1.34
PET02	81.3	2.8	81.6	3.2	1.01
<b>Carga (Wats)</b>	257	77.4	212	63.1	.909
% del Predicho Wats	120	38.2	106	33.5	.721
<b>FC máxima (Lat/min)</b>	91.5	7.3	92.8	10.23	.436
Saturación O <sub>2</sub>	94.5	2.1	94.6	1.9	.446
BR	32.0	9	22	9.1	.230

FUENTE: OMM.UMFRC.2022

**Gráfica 8. Prueba Cardiopulmonar de Ejercicio en pacientes COVID-19 moderado y crítico**

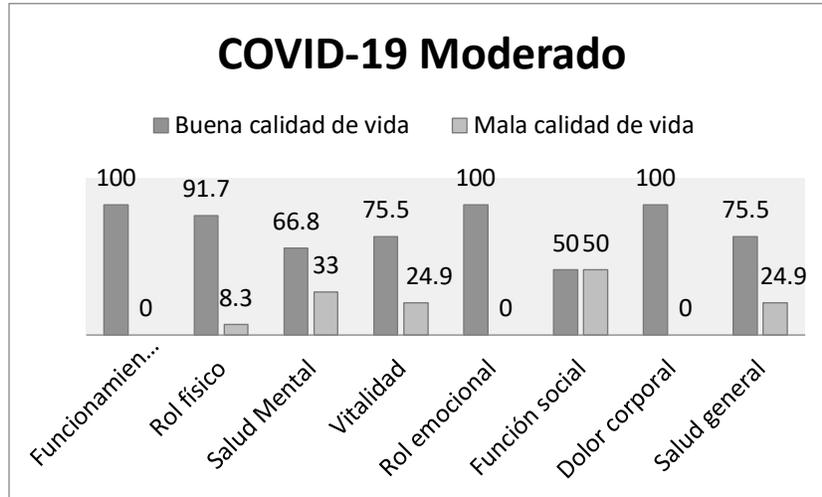


FUENTE: OMM.UMFRC.2022

## **CALIDAD DE VIDA**

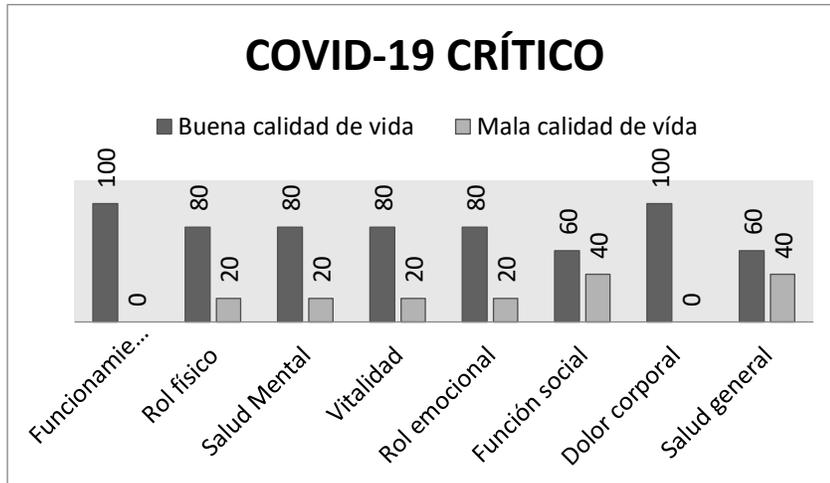
La calificación promedio total del cuestionario SF-36 fue de 76,9 % (Calificación máxima), interpretándose en general como una buena calidad de vida para ambos grupos post COVID-19. Donde las diferentes dimensiones con mejor calidad de vida fueron en el funcionamiento físico y en el dolor corporal tanto para COVID-19 moderado como para COVID-19 Crítico donde alcanzó el 100% en ambos grupos; **(Gráfica 9)**, mientras que los diferentes ítems con peor calidad de vida para los pacientes con COVID-19 moderado fueron la función social en el 50%, seguido de salud mental 66,8%, **(Tabla 5)** Cabe señalar que en el grupo con COVID-19 crítico la calificación más baja fue la función social y la salud en general alcanzando el 40% para ambos ítems. **(Gráfica 10)**

**Gráfica 9. Cuestionario de calidad de Vida SF36 COVID-19 Moderado**



FUENTE: OMM.UMFRC.2022

**Gráfica 10. Cuestionario de calidad de Vida SF36 COVID-19 Crítico**



FUENTE: OMM.UMFRC.2022

**Tabla 5. Evaluación del cuestionario calidad de vida SF-36 en los pacientes post COVID-19 moderado y crítico.**

<b>VARIABLE</b>	<b>Enfermedad COVID-19</b>	<b>Buena calidad de vida n=(%)</b>	<b>Mala calidad de vida n=(%)</b>
<b>FUNCIONAMIENTO FÍSICO</b>	<b>Moderado</b>	<b>12(100)</b>	-
	Crítico	5(100)	-
ROL FÍSICO	<b>Moderado</b>	11(91,7)	1(8,3)
	Crítico	4(80)	1(20)
<b>SALUD MENTAL</b>	<b>Moderado</b>	8(66,8)	4(33)
	Crítico	4(80)	1(20)
VITALIDAD (Energía/ Fatiga)	<b>Moderado</b>	9(75,5)	3(24,9)
	Crítico	4(80)	1(20)
<b>ROL EMOCIONAL</b>	<b>Moderado</b>	12(100)	-
	Crítico	4(80)	1(20)
FUNCIÓN SOCIAL	<b>Moderado</b>	6(50)	6(50)
	Crítico	3(60)	2(40)
<b>DOLOR CORPORAL</b>	<b>Moderado</b>	12(100)	-
	Crítico	12(100)	-
SALUD GENERAL	<b>Moderado</b>	9(75,5)	3(24,9)
	Crítico	3(60)	2(40)

FUENTE: OMM.UMFRC.2022

## **XIX. DISCUSIÓN**

En este estudio describimos las principales características sociodemográficas de la población con enfermedad COVID-19 moderado y crítico; se observó una prevalencia del género masculino 79.6% frente al 29.4% femenino, con una media de edad de 38.6 años (DE 7,2). De acuerdo a los informes epidemiológicos de la situación de COVID-19 en México, emitidos por la secretaria de salud; encontramos que coincide la media de edad de 38 años observada en nuestra población de estudio; sin embargo fue diferente en el género pues en nuestro estudio predominó el género masculino <sup>(32)</sup>, Cabe resaltar que en la mayoría de las revisiones se informa de la afectación por género durante la etapa aguda de la enfermedad; mientras que hablando específicamente del síndrome post COVID-19 se tiene escasa información categorizada por género.

En este estudio todos los pacientes presentaron síndrome post COVID-19 el 70.6% con antecedente de enfermedad COVID-19 moderado y 29.4% enfermedad crítica. Los principales síntomas post COVID-19 fueron: fatiga en un 58.8% y en segundo lugar la disnea con el 23.5%, y/o otros síntomas como la anosmia y tos representados por el 17.6%; dichos resultados tienen correlación según algunas investigaciones como un estudio realizado por López Sampalo y Gómez Huelgas del 2022 en Madrid España, donde el conjunto de síntomas dentro del síndrome post COVID-19 es muy variado, además parece no tener una clara relación con la gravedad durante la fase aguda de la enfermedad por COVID-19<sup>(33)</sup>. Otro artículo publicado Wuhan, China con más de 1600 pacientes se encontró como síntoma principal la Fatiga o debilidad muscular (63%, 1038 de 1655) y en segundo lugar alteraciones en el sueño (dificultad para dormir) (26%, 437 de 1655) <sup>(34)</sup>, nuestros resultados coinciden con la fatiga como principal síntoma, sin embargo, en este estudio ningún paciente reporto antecedente de alteraciones en el sueño, esto podría deberse a que existe una gran variedad de síntomas, además según informes la disnea también es otro síntomas frecuentemente reportado por los pacientes hasta en un 40%. Con respecto a las características sociodemográficas 52.9% presentaron el antecedente de dislipidemia y un 23.5% (otros como trastorno de ansiedad y proceso inmune Tiroiditis de Hashimoto), frente al 23.5% sin comorbilidades previas; además de acuerdo a la clasificación de la organización mundial de la salud del Índice de

masa corporal únicamente el 23.5% de nuestro grupo de estudio se encontraba en su peso normal; en sobrepeso un 35.3%, seguido de la obesidad en un 23.5%. El antecedente de consumo de tabaco alcanzo el 58.8% y solo el 29.4% realizaba alguna actividad previa a la enfermedad <sup>(35)</sup>.

En un estudio por Hashim y Alsuwaidi sobre los factores de riesgo que incrementan la mortalidad por la enfermedad por COVID-19 reporta una lista sobre los principales problemas médicos subyacentes que aumentan el riesgo de presentar enfermedad COVID-19 crítico, donde las principales enfermedades descritas son la hipertensión arterial sistémica, diabetes Mellitus tipo 2, obesidad, afectaciones cardiacas y el antecedente del consumo de tabaco por mencionar algunas <sup>(36-10)</sup>. Al comparar nuestros resultados encontramos que únicamente algunos de estos factores se presentaron como la obesidad y el antecedente de consumo de tabaco, sin embargo, cabe señalar que estos factores no están relacionados con el grado de severidad de la enfermedad, también podemos resaltar que en ninguno de nuestros pacientes estudiados tenían antecedente de enfermedades crónico degenerativas (HAS y DM2).

En las pruebas de función pulmonar (espirometría) uno de los primeros estudios realizado por Mo X Su Z. en Guangzhou China del 2020 evaluaron a más de 100 pacientes 30 días posteriores al alta hospitalaria, un estudio de cohorte, donde fueron incluidos pacientes con enfermedad leve, moderada y critica de los cuales solo 3 pacientes tenían enfermedad pulmonar preexistente, los principales hallazgos encontrados fueron un deterioro de la capacidad de difusión pulmonar reducida (DLCO) y un deterioro de la capacidad pulmonar total y de los volúmenes residuales, principalmente en pacientes con enfermedad crítica y solo el 15% de ellos presento alteraciones significativas en dichos volúmenes <sup>(37)</sup>.

Por otra parte, un metaanálisis y revisión sistemática por R Torres, L Vasconcello Castillo y colaboradores publicado en el 2021 al revisar más de 5 bases de datos, se registraron 5 artículos, donde el principal valor alterado fue la capacidad de difusión (DLCO), seguida de un patrón restrictivo y por último un patrón obstructivo <sup>(38)</sup>, estos estudios fueron realizados en promedio 3 meses posterior a la enfermedad.

Otra revisión sistemática y metaanálisis acerca de las alteraciones en la función pulmonar comparadas con TAC de 6 a 12 meses posterior a la recuperación por COVID-19 realizada por Jong HyuK y Jooen Yim; (2023) encontraron más de 18 mil estudios y solo 30 de ellos cumplieron con criterios de calidad; donde la capacidad de difusión deteriorada es la anomalía más común en un 35% y la disfunción pulmonar de tipo restrictivo así como la reducción de la capacidad vital forzada fue menos frecuente en un 8% <sup>(39)</sup>.

Nuestro estudio evaluó la espirometría una de las pruebas de función pulmonar más accesibles, sin embargo en este estudio no se realizó DLCO, la cual nos habla del deterioro de la capacidad de difusión al ser el principal hallazgo alterado en la mayoría de los pacientes meses posterior a la enfermedad, según los diferentes metaanálisis ya comentados, en este estudio no se encontraron alteraciones significativas en el diagnóstico, es decir de tipo restrictivo ni obstructivo, únicamente el 5.8% (n=1), se encontró con alteración en la relación VEF1/CVF (tipo restrictivo), dichos resultados son semejantes con los metaanálisis ya citados; es decir aunque no es tan frecuente la alteración espirométrica de tipo restrictivo es la segunda afectación reportada meses posterior a la enfermedad; además se encontró significancia estadística en la FVC/FEV1 (Litros) en relación a la severidad de la enfermedad COVID-19 moderado y crítico  $p < 0.001$ .

Con respecto a la prueba de ejercicio cardiopulmonar es poca la información disponible de los pacientes con síndrome post COVID-19 a largo plazo, un artículo de Sreinbeis F y Knape P (2022) publicado en Alemania sobre la limitación funcional 12 meses posterior a la enfermedad, analizaron a 54 pacientes, estudio prospectivo donde se encontró el 46,3% de los participantes tuvieron un rendimiento máximo y el 33,3% un consumo máximo de oxígeno menor del 80% del valor previsto <sup>(40)</sup>.

La reducción de la capacidad funcional al ejercicio que se presenta hasta seis meses después del inicio de los síntomas, puede ser debido a que el VO<sub>2</sub> máximo y la eficacia ventilatoria son dos de los parámetros más afectados. El VO<sub>2</sub> máximo reducido se ha asociado con la severidad de la enfermedad, encontrándose disminuida en los pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos, sin embargo, una limitante es este

estudio es el seguimiento a corto plazo <sup>(41)</sup>. En otro estudio en Italia los autores Piero Clavario, Vincezco M y colaboradores publicaron en el 2021 un artículo sobre la prueba de ejercicio cardiopulmonar a los 3 meses posterior a la enfermedad, estudio prospectivo con una muestra total de 200 pacientes donde noventa y nueve (49,5%) pacientes tenían el %pVO<sub>2</sub> por debajo, mientras que 101 (50,5%) por encima del valor previsto del 85%. Entre los 99 pacientes con %pVO<sub>2</sub> reducido, 61 (61%) tenían un umbral anaeróbico normal: de estos, 9 (14,8%) tuvieron problemas respiratorios, 21 (34,4%) alteraciones cardiacas y 31 (50,8%) no cardiopulmonares para la limitación del ejercicio. Inesperadamente, el 80% de los pacientes experimentaron al menos un síntoma incapacitante, no relacionado con %pVO<sub>2</sub> o capacidad funcional <sup>(15,42)</sup>.

Al realizar la correlación con los estudios previamente comentados, en nuestro estudio el VO<sub>2</sub> máximo en ml/Kg/min de los pacientes Post COVID-19 moderado la media fue 26,62 ml/Kg/min (DE ±11.40) y en el grupo de COVID-19 crítico la media fue de 23,38 ml/Kg/min (DE ±12.64); mientras que el VO<sub>2</sub> máximo en mL/min de los pacientes post COVID-19 moderado se obtuvo una media de 2439 ml/Kg (DE ± 601); en pacientes post COVID-19 crítico una media 2158 ml/Kg DE ± 453 (p >307); el porcentaje del VO<sub>2</sub> predicho para la edad en los pacientes COVID-19 moderado fue de 90,25 (DE ±28,31) y la media en COVID-19 crítico fue 89 (DE ±12,8); es decir, existe una disminución del VO<sub>2</sub> máximo siendo menor los ml/Kg/min alcanzados en la enfermedad crítica, sin embargo no existe una relación de lo reportado en relación al porcentaje del predicho del consumo de oxígeno (predicho VO<sub>2</sub>%), ya que el grupo con COVID-19 crítico el 80% de ellos alcanzó el VO<sub>2</sub> normal esperado para la edad y sexo, en comparación con el grupo con COVID-19 moderado donde únicamente 66,6% de los pacientes alcanzaron valores por arriba del 80% del previsto (Normal), otra diferencia es que en nuestro estudio ningún paciente presentó alteraciones cardiacas y/o ventilatorias tanto en COVID-19 moderado como crítico.

Después de una revisión exhaustiva de la literatura encontramos que existen pocos artículos sobre la capacidad funcional donde el parámetro a evaluar fuera la cantidad de METS, solo se encontró un artículo realizado por Ponce S. Díaz J. M y colaboradores en el 2022 en el cual un grupo de pacientes se determinó la capacidad funcional por

espirometría y por prueba de caminata de 6 minutos al inicio y a las 12 sesiones posteriores de su rehabilitación, se realizó la comparación de la capacidad funcional de cada paciente al inicio y al final del tratamiento, mostrando una diferencia significativa de 0,577 MET, sin embargo la prueba de caminata de 6 minutos es una prueba submáxima y al no medir de forma directa el VO<sub>2</sub>, los Mets alcanzados se obtienen de manera indirecta <sup>(43)</sup>, a diferencia de nuestro estudio donde los METS se evaluaron de forma directa. Los METS en los pacientes con COVID-19 moderado la media fue de 8,5 (DE  $\pm 2,54$ ) y 6,07 (DE  $\pm 2,99$ ) en COVID-19 crítico. (Valor de  $p > 0,001$ ); es decir en el antecedente de COVID-19 crítico se obtuvo menor cantidad de METS, aunque en las diferentes revisiones ya citadas sobre la prueba de ejercicio cardiopulmonar determinar el VO<sub>2</sub> máxima y otros parámetros, ninguno de ellos considera como variante a los METS.

Otros de los parámetros medidos en la prueba de ejercicio cardiopulmonar. El pulso de oxígeno, AT (umbral anaeróbico), RER y la ventilación minuto (VE); un artículo publicado en el 2022 habla de las limitaciones funcionales 12 meses después de la infección SARS-COV 2 donde la capacidad ventilatoria se redujo a menos del 80% de los valores previstos en un 55.6% de los pacientes independientemente de la gravedad de la enfermedad inicial, la reserva respiratoria se encontró reducida en el 20% de los pacientes, además la reducción del pulso de oxígeno fue más frecuente en los pacientes con infección inicial tipo crítico y esta reducción se encontró 12 meses posterior al inicio de los síntomas; el intercambio de gases EV/VCO<sub>2</sub> (hiperventilación) fue mayor en los pacientes con enfermedad crítica; los volúmenes altos de VE/ VCO<sub>2</sub> presentaron una ineficacia ventilatoria y puede explicar la disnea desproporcionada <sup>(44)</sup>. Al comparar estos valores con los de nuestro estudio, encontramos una diferencia donde la disminución de la VE fue mayor en los pacientes con antecedente de enfermedad crítica, alcanzo un VE anormal hasta el 40% de los pacientes frente a solo el 16.6% en los pacientes en COVID-19 moderado y/o una similitud en cuanto al valor de p, es decir no tuvo significancia estadística con la severidad de la enfermedad; otra diferencia fue en relación al pulso de oxígeno, donde los valores O<sub>2</sub>/HR fueron muy semejantes en ambos grupos y únicamente el 5.8% presentó una disminución en pacientes con antecedente de COVID-19 moderado.

En los diferentes artículos de pruebas de ejercicio cardiopulmonar se ha encontrado que la reserva ventilatoria (BR) esta disminuida, sin observarse una tendencia en la distribución con respecto a la gravedad inicial de la enfermedad <sup>(45)</sup>, sin embargo, al correlacionar dichos resultados con nuestro estudio el BR esta más disminuido en los pacientes con antecedente de enfermedad moderada, alcanzando el 58.3% de estos pacientes, frente al 40% en los enfermos críticos.

Una revisión sistemática y metaanálisis sobre la prueba de ejercicio cardiopulmonar para la evaluación de los síntomas post COVID-19 en adultos publicada en octubre del 2022 por Kaiwen Sun Peggy Thair y colaboradores con una muestra de 38 artículos se encontró que el desacondicionamiento, la respiración disfuncional y la incompetencia cronotrópica y la extracción y/o uso anormal del oxígeno periférico contribuye a la reducción de la capacidad al ejercicio, el patrón de desacondicionamiento físico fue el más frecuente y puede ser más común este patrón en los pacientes con antecedente de COVID-19 crítico <sup>(46)</sup>.

Encontramos similitud con nuestro estudio en que el patrón más frecuente es el desacondicionamiento físico, sin embargo, en nuestro estudio los pacientes que presentaron dicho desacondicionamiento fueron aquellos pacientes con COVID-19 moderado hasta el 25.1%, mientras que en los pacientes con enfermedad crítica ningún paciente presento desacondicionamiento físico, es decir, en este último grupo el principal problema fue por alteraciones pulmonares sugerentes de problema restrictivo hasta el 40%. Por otra parte, no es posible hacer una correlación sobre el mejor protocolo a emplear en los pacientes post COVID-19, ya que depende de los recursos con los que cuenta cada hospital, aunque muchos de los artículos publicados por las características de los síntomas post COVID-19 presentes en nuestros pacientes han empleado el mismo protocolo (Bruce modificado).

Por último, la calidad de vida relacionada a los cuidados de la salud en los pacientes Post COVID-19 al realizar una búsqueda detallada, existe gran variabilidad en cuanto al tipo de cuestionario empleado para este grupo de pacientes como el cuestionario de St George, EQ 5D y el cuestionario SF36<sup>(47-48)</sup>.

En una revisión sistemática de la calidad de vida relacionada a los cuidados con la salud después de la hospitalización del 2022 por Barbosa F, Tanor S, se citó que el impacto negativo en dicha calidad y que puede persistir durante meses; los aspectos físicos y mentales fueron los más afectados y es peor en aquellos con antecedente de ingreso a la unidad de cuidados intensivos <sup>(49)</sup>. Un segundo estudio realizado en España con un total de 130 pacientes estudiados y a quienes se les otorgó el seguimiento por 2 años del 2020 al 2022, se encontró un deterioro significativo en todos los dominios del SF-36 a los 3 y 6 meses después de la enfermedad, las mayores diferencias fueron en el Rol Físico y el Rol emocional, con el tiempo hay una mejoría de estos síntomas con puntuaciones de 38.8 y 50.7 respectivamente, donde en el seguimiento a los 12 meses se presentó una disminución de todas las puntuaciones en los ítems excepto en la salud mental <sup>(50)</sup>.

Nuestro estudio no coincide con los valores ya citados. Se encontró que los pacientes de ambos grupos (enfermedad crítica y moderada) presentaron mejor calidad de vida en el ítem de funcionamiento físico y en el dolor corporal con una puntuación máxima del 100%, es decir sin tener relación con el antecedente de la severidad de la enfermedad, sin embargo, la peor calidad de vida para aquellos pacientes con enfermedad moderada fue en ítem de función social con una puntuación de 50%, seguido de salud mental 66.6%; mientras que el grupo con COVID-19 crítico en primer lugar se encontró la afectación en el funcionamiento social 40% y en segundo lugar daño en la salud en general 40%.

Es poca la información con la que se cuenta sobre la capacidad funcional medida por la prueba de ejercicio cardiopulmonar, existiendo pocos artículos de seguimiento a largo plazo, por otra parte, aunque bien se tiene mayor información del impacto en la calidad de vida de los pacientes con síndrome post COVID-19, ninguno a correlacionado esta capacidad funcional y su impacto en la calidad de vida como nuestro estudio.

## **XX. CONCLUSIONES**

El VO<sub>2</sub> máximo y los METS (capacidad funcional) fueron relativamente mejores en los pacientes con síndrome post COVID-19 moderado en relación a COVID-19 crítico.

El porcentaje de VO<sub>2</sub> Predicho para la edad y género fue mejor en los pacientes con síndrome post COVID-19 Crítico.

El principal patrón encontrado en la prueba cardiopulmonar de ejercicio fue el desacondicionamiento físico únicamente presente en los pacientes con síndrome post COVID-19 moderado; seguido de patrón sugestivo de afectación pulmonar en pacientes con síndrome post COVID-19 Crítico.

En la espirometría (prueba de función pulmonar) únicamente el 5.8% presento una alteración en la VEF1/FVC de tipo restrictivo, siendo el resto normales.

Las principales características sociodemográficas encontradas en los pacientes con síndrome post COVID-19 moderado y critico fueron el sexo masculino, el sobrepeso, la obesidad y el antecedente del consumo de tabaco, siendo el más importante el sobrepeso y podrían estar relacionadas con el impedimento en la capacidad funcional.

La fatiga y la disnea son los principales síntomas post COVID-19 que persisten a largo plazo.

En términos generales los pacientes con síndrome post COVID-19 tienen una buena calidad de vida con una puntuación global de 76.9%, con puntuaciones más altas en el funcionamiento físico y en el dolor corporal y el con peor calidad de vida en función social.

La prueba de ejercicio cardiopulmonar podría ser una herramienta útil en la evaluación de la capacidad funcional de los pacientes con síndrome post COVID-19.

## XXI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad. (2021). Recomendaciones del Panel Multidisciplinario de la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad sobre intervenciones farmacológicas en personas con COVID-19 5 (2021).[https://coronavirus.gob.mx/wpcontent/uploads/2021/01/Ivermectina\\_Azitromicina\\_PmeCCINSHAE\\_28E ne2021.pdf](https://coronavirus.gob.mx/wpcontent/uploads/2021/01/Ivermectina_Azitromicina_PmeCCINSHAE_28E ne2021.pdf).
2. Duque Molina C, Barroyo Sánchez G, Sánchez Echeverria J, Vargas Sánchez H, Cervantes Ocampo M, López Ocaña L, etc.; Guía clínica para el tratamiento de la COVID-19 en México, consenso interinstitucional (2021), secretaria de Marina, Comisión Federal para la protección contra Riesgos Sanitarios. Microsoft Word - 2021.08.02 GuiaTx COVID19 Consenso.docx (www.gob.mx)
3. Dessie, Z.G., Zewotir, T. Mortality-related risk factors of COVID-19: a systematic review and meta-analysis of 42 studies and 423,117 patients. BMC Infect Dis 21, 855 (2021). DOI: [10.1186/s12879-021-06536-3](https://doi.org/10.1186/s12879-021-06536-3)
4. Guo W, Li M, Dong Y, Zhou H, Zhang Z, Tian C, Qin R, Wang H, Shen Y, Du K, Zhao L, Fan H, Luo S, Hu D. Diabetes is a risk factor for the progression and prognosis of COVID-19. Diabetes Metab Res Rev. 20 36,3399(2020) DOI: [10.1002/dmrr.3319](https://doi.org/10.1002/dmrr.3319).
5. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. J Autoimmun. May; 109:102433. (2020) DOI: [10.1016/j.jaut.2020.102433](https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433).

6. Gupta A, Madhavan MV, Sehgal K, Nair N, Mahajan S, Sehrawat TS, Bikdeli, etc. Extrapulmonary manifestations of COVID-19. *Nat Med.* 26(7):1017-1032 (2020) DOI: 10.1038/s41591-020-0968-3.
7. Hernando JEC. Seguimiento de los pacientes con secuelas no respiratorias de la COVID-19. *FMC.* 2021 Feb;28(2):81-89. DOI: 10.1016/j.fmc.2020.11.004.
8. Salud OMD Manejo Clínico de la COVID-19. Directo. América: Organización Mundial de la Salud; 2021. Report No. 1° DOI: WHO/2019-nCoV/clinical/2021.1
9. Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, Chang J, etc. Neurologic Manifestations of Hospitalized Patients with Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol.* Jun 1;77(6):683-690. (2020) DOI: 10.1001/jamaneurol.2020.1127.
10. Hashim MJ, Alsuwaidi AR, Khan G. Population Risk Factors for COVID-19 Mortality in 93 Countries. *J Epidemiol Glob Health.* Sep;10(3):204-208. (2020) DOI: 10.2991/jegh.k.200721.001.
11. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Alsina-Restoy X, Solis-Navarro L, Burgos F, Puppo H, Vilaró J. Respiratory function in patients' post-infection by COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Pulmonology.* Jul-Aug;27(4):328-337. (2021) DOI: 10.1016/j.pulmoe.2020.10.013.
12. Sharma A, Ahmad Farouk I, Lal SK. COVID-19: A Review on the Novel Coronavirus Disease Evolution, Transmission, Detection, Control and Prevention. *Viruses.* Jan 29;13(2):202.(2021) DOI: 10.3390/v13020202. PMID: 33572857; PMCID: PMC7911532.

13. Gutiérrez C., Mónica; Boisier R., Dominique; Santamarina R., Mario; Martínez L., Felipe; Reyes A., César; Silva A., Tomás; Relación entre las alteraciones de la tomografía computarizada de tórax en pacientes hospitalizados por neumonía COVID-19 y la recuperación funcional respiratoria a los 3 meses del alta, Rev Chil. Enferm Respir 38(4) (2022) doi.org/10.4067/S0717-73482022000400219
14. Pritchard A, Burns P, Correia J, Jamieson P, Moxon P, Purvis J, etc. ARTP statement on cardiopulmonary exercise testing 2021. BMJ Open Respir Res. Nov;8(1):e001121. (2021) DOI: 10.1136/bmjresp-2021-001121.
15. Hui DS, Joynt GM, Wong KT, Gomersall CD, Li TS, Antonio G, etc. Impact of severe acute respiratory syndrome (SARS) on pulmonary function, functional capacity and quality of life in a cohort of survivors. Thorax. May;60(5):401-9. (2005) DOI: 10.1136/thx.2004.030205.
16. Barbagelata, L., Masson, W., Iglesias, D., Lillo, E., Migone, J. F., Orazi, M. L etc. Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients with Post-COVID-19 Syndrome. Medicine clinic, 159(1), 6–11. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2021.07.007>.
17. Aparisi Á, Ybarra-Falcón C, García-Gómez M, Tobar J, Iglesias-Echeverría C, Jaurrieta, etc; Exercise Ventilatory Inefficiency in Post-COVID-19 Syndrome: Insights from a Prospective Evaluation. J Clin Med. Jun 11;10(12):2591(2021) DOI: 10.3390/jcm10122591.
18. Arbillaga-Etxarri A, Lista-Paz A, Alcaraz-Serrano V, Escudero-Romero R, Herrero-Cortina B, Balañá Corberó A, etc; Fisioterapia respiratoria post-COVID-19: algoritmo de decision terapéutica [Respiratory physiotherapy in post-COVID-19: a decision-making algorithm for clinical practice]. Open Respiratory Archives. January March;4(1):100139. Spanish. (2022) DOI: 10.1016/j.opresp.2021.100139.

19. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, etc; Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med.* Oct 15;200(8):e70-e88. (2019) DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
20. Rozado J, Ayesta A, Morís C y Avanzas P; Fisiopatología de la enfermedad cardiovascular en pacientes con COVID-19. Isquemia, trombosis y disfunción cardíaca (2020) *Revista Esp de cardiología Supl*, Vol. 20 Número E.
21. Joy G, Artico J, Kurdi H, Seraphim A, Lau C, Thornton GD, Oliveira MF, etc, Prospective Case-Control Study of Cardiovascular Abnormalities 6 Months Following Mild COVID-19 in Healthcare Workers. *JACC Cardiovasc Imaging.* Nov;14(11):2155-2166 (2021) DOI: 10.1016/j.jcmg.2021.04.011.
22. Ramírez Vélez R, García Alonso N, Gaizka Lagarra G, Oscoz Ochandorena, Oteiza J; Mikel Izquierdo, Eficacia ventilatoria en respuesta al ejercicio máximo en pacientes con diagnóstico de COVID-19 persistente: un estudio transversal, *Rev Esp Cardiología* 76(3): 197-209 (2023), DOI: [10.1016/j.recesp.2022.08.012](https://doi.org/10.1016/j.recesp.2022.08.012)
23. Gille T, Laveneziana P. Cardiopulmonary exercise testing in interstitial lung diseases and the value of ventilatory efficiency. *Eur Respir Rev.* Nov 30;30(162):200355. (2021) DOI: 10.1183/16000617.0355-2020.
24. Greenhalgh T, Knight M, A'Court C, Buxton M, Husain L. Management of post-acute covid-19 in primary care. *Aug 11;370:m3026.* (2021) DOI: 10.1136/bmj.m3026.
25. Kinnear W, Blakely J; A practical Guide to the interpretation of Cardio Pulmonary Exercise Tests, (2014) Oxford Respiratory Medicine Library.

26. Intiso D, Marco Centra A, Giordano A, Santamato A, Amoruso L, Di Rienzo F. Critical Illness Polyneuropathy and Functional Outcome in Subjects with Covid-19: Report on Four Patients and a Scoping Review of the Literature. *J Rehabil Med.* Apr 7;54:jrm00257.(2022) DOI: 10.2340/jrm.v53.1139.
27. Glaab T, Taube C. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. *Respir Res.* 2022 Jan 12;23(1):9. (2022) DOI: 10.1186/s12931-021-01895-6.
28. Davis R, Dixon C, Millar AB, Maskell NA, Barratt SL. A role for cardiopulmonary exercise testing in detecting physiological changes underlying health status in Idiopathic pulmonary fibrosis: a feasibility study. *Pulm Med.* May 5;21(1):147. (2021) DOI: 10.1186/s12890-021-01520-8.
29. Okutan O, Tas D, Demirer E, Kartaloglu Z. Evaluation of quality of life with the chronic obstructive pulmonary disease assessment test in chronic obstructive pulmonary disease and the effect of dyspnea on disease-specific quality of life in these patients. *Yonsei Med J.* Sep;54(5):1214-9(2013). DOI: 10.3349/ymj.2013.54.5.1214.
30. Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care.* 1992 Jun;30(6):473-83. PMID: 1593914.
31. Poudel AN, Zhu S, Cooper N, Roderick P, Alwan N, Tarrant C, Ziauddeen N, Yao GL. Impact of Covid-19 on health-related quality of life of patients: A structured review. *Plos One.* Oct 28;16(10):e0259164. (2021) DOI: 10.1371/journal.pone.0259164.
32. Qu G, Zhen Q, Wang W, Fan S, Wu Q, Zhang C, Li B, etc. Health-related quality of life of COVID-19 patients after discharge: A multicenter follow-up study. *J Clin Nurs.* Jun;30(11-12):1742-1750. (2021) DOI: 10.1111/jocn.15733.

33. Belli S, Balbi B, Prince I, Cattaneo D, Masocco F, Zaccaria S, Bertalli L, etc; Low physical functioning and impaired performance of activities of daily life in COVID-19 patients who survived hospitalization. *Eur Respir J.* Oct 15;56(4):2002096. (2020) DOI: 10.1183/13993003.02096-2020.
34. Alcocer Varela J, Gathel H, Ferrer Aguilar J. Informe Integral de COVID-19 en México. Integral: Secretaria de Salud, Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud; 2022. Report No.: 01-2022. DOI: [Informe-Integral COVID-19\\_12ene22.pdf \(coronavirus.gob.mx\)](#)
35. López-Sampalo A, Bernal-López MR, Gómez-Huelgas R. Persistent COVID-19 syndrome. A narrative review. *Rev Clin Esp (Barc).* Apr;222(4):241-250. (2022) DOI: 10.1016/j.rceng.2021.10.001.
36. Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, Kang L, etc. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet.* Jan 16;397(10270):220-232. (2021) DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32656-8.
37. Bouza E, Cantón Moreno R, De Lucas Ramos P, García-Botella A, García-Lledó A, Gómez-Pavón J, etc. Síndrome post-COVID: Un documento de reflexión y opinión [Post-COVID syndrome: A reflection and opinion paper. *Rev Esp Quimioter.* 2021 Aug;34(4):269-279. Spanish. DOI: 10.37201/req/023.2021.
38. Ruíz Bravo A, Jiménez Valera M, SARS CoV2 and acute respiratory syndrome pandemic (COVID-19) *Ars pharm* 61 (2) 63-69 (2020) <http://dx.doi.org/10.30827/ars.v61i2.15177>
39. Thomas M, Price OJ, Hull JH. Pulmonary function and COVID-19. *Curr Opin Physiol.* Jun; 21:29-35.(2021) DOI: 10.1016/j.cophys.2021.03.005.

40. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Alsina-Restoy X, Solis-Navarro L, Burgos F, Puppo H, Vilaró J. Respiratory function in patients' post-infection by COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pulmonology*. Jul-Aug;27(4):328-337. (2021) DOI: 10.1016/j.pulmoe.2020.10.013.
41. Lee JH, Yim JJ, Park J. Pulmonary function and chest computed tomography abnormalities 6-12 months after recovery from COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Respir Res*. 2022 Sep 6;23(1):233. DOI: 10.1186/s12931-022-02163-x. PMID: 36068582; PMCID: PMC9446643.
42. Steinbeis F, Thibeault C, Doellinger F, Ring RM, Mittermaier M, Ruwwe-Glösenkamp etc. Severity of respiratory failure and computed chest tomography in acute COVID-19 correlates with pulmonary function and respiratory symptoms after infection with SARS-CoV-2: An observational longitudinal study over 12 months. *Respir Med*. Jan;191:106709 (2022). DOI: 10.1016/j.rmed.2021.106709.
43. Skjorten I, Ankerstjerne OAW, Trebinjac D, Brønstad E, Rasch-Halvorsen Ø, Einvik G, etc. Cardiopulmonary exercise capacity and limitations 3 months after COVID-19 hospitalisation. *Eur Respir J*. Aug 26;58(2):2100996. (2021) DOI: 10.1183/13993003.00996-2021.
44. Barbagelata L, Masson W, Iglesias D, Lillo E, Migone JF, Orazi ML, Maritano Furcada J. Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients with Post-COVID-19 Syndrome. *Med Clin (Barc)*. 2022 Jul 8;159(1):6-11. (2022) DOI: 10.1016/j.medcli.2021.07.007.
45. Ponce-Campos SD, Díaz JM, Moreno-Agundis D, González-Delgado AL, Andrade-Lozano P, Avelar-González FJ, A Physiotherapy Treatment Plan for Post-COVID-19 Patients That Improves the FEV1, FVC, and 6-Min Walk Values, and Reduces the Sequelae in 12 Sessions. *Front Rehabil Sci*. May 30;3:907603.(2022) DOI: 10.3389/fresc.2022.907603.

46. Dorelli G, Braggio M, Gabbiani D, Busti F, Caminati M, Senna G, etc. Importance of Cardiopulmonary Exercise Testing amongst Subjects Recovering from COVID-19. *Diagnostics* (Basel). 2021 Mar 12;11(3):507. (2021) DOI: 10.3390/diagnostics11030507.
47. Durstenfeld MS, Sun K, Tahir PM, Peluso MJ, Deeks SG, Aras MA, Grandis DJ, Long CS, Beatty A, Hsue PY. Cardiopulmonary exercise testing to evaluate post-acute sequelae of COVID-19 ("Long COVID"): a systematic review and meta-analysis. *MedRxiv*. Jun 16:2022.06.15.22276458. (2022) DOI: 10.1101/2022.06.15.22276458.
48. Mitrović-Ajtić O, Stanisavljević D, Miljatović S, Dragojević T, Živković E, Šabanović M, Čokić VP. Quality of Life in Post-COVID-19 Patients after Hospitalization. *Healthcare* (Basel). Aug 31;10(9):1666. (2022) DOI: 10.3390/healthcare10091666.
49. Figueiredo EAB, Silva WT, Tsopanoglou SP, Vitorino DFM, Oliveira LFL, Silva KLS, etc. The health-related quality of life in patients with post-COVID-19 after hospitalization: a systematic review. *Rev Soc Bras Med Trop*. Mar 28;55:e0741. (2022) DOI: 10.1590/0037-8682-0741-2021.
50. Rodríguez-Galán I, Albaladejo-Blázquez N, Ruiz-Robledillo N, Pascual-Lledó JF, Ferrer-Cascales R, Gil-Carbonell J. Impact of COVID-19 on Health-Related Quality of Life: A Longitudinal Study in a Spanish Clinical Sample. *Int J Environ Res Public Health*. Aug 21;19(16):10421. (2022) DOI: 10.3390/ijerph191610421. PMID: 36012054; PMCID: PMC9408376.

## XXII. ANEXOS

### ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA, EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO.



#### HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS PERSONALES		
NOMBRE		
SEXO (F) (M)	Edad	Escolaridad
NSS:		
Teléfono		
Correo electrónico		
Fecha		

SOMATOMETRIA					
TALLA cm		IMC		FC	
PESO Kg		Glucosa mg/dL		TA	

Favor de leer cuidadosamente el siguiente cuestionario, en caso de alguna duda avisa al medico

1. ¿Usted tiene antecedente de hermanos, abuelos o padres con alguna enfermedad cardiaca o pulmonar?	No	Sí, Especificar cual y quien
2. Tiene algún familiar (hermanos, abuelos, padres con <b>diabetes mellitus tipo 2</b> )	No	Sí especificar quien
3. Tiene algún familiar (hermanos, abuelos, padres con <b>hipertensión arterial</b> )	No	Sí, especificar quien
4. Consume alcohol actualmente	No	Sí marcar cada cuanto con una X Cada 8 días Cada 15 días 1 vez al mes Diario
5. Realiza alguna actividad física	No	Sí
6. Antes de enfermar por COVID-19 usted realizaba alguna actividad física	No	Sí
7. En caso de haber contestado que si realiza actividad física mencionar que tipo de actividad y especificar. Ejemplo: Natación 1 vez a la semana, 1 hora desde hace 3 meses		
No Sí, especificar		
8. ¿Usted es diabético?	No	Sí
En caso de ser diabético, favor de mencionar el tiempo que lleva desde su diagnostico y que tratamiento toma		
9. Usted es hipertenso	No	Sí

10. Usted tiene antecedente de infarto o alguna enfermedad al corazón	No	Sí
En caso de ser hipertenso, favor de mencionar el tiempo que lleva desde su diagnóstico y que tratamiento toma.		
11. ¿Usted se conoce con alguna enfermedad?		
SOLO CONTESTAR ESTA PREGUNTA SI LA RESPUESTA ES SI		
12. Usted consume algún suplemento alimento, multivitamínico o medicamento MENCIONE CUAL.		
13. En el último año o en algún momento de su vida, le han detectado colesterol mayor a 200mg/dl, Triglicéridos mayor de 150mg/dl	No	En caso de responder que sí Informarme al medico al terminar el cuestionario.
14. Fuma actualmente	No	Sí, Especificar el número de cigarrillos al día y desde hace cuanto tiempo
15. Fumo hace tiempo, o tiene exposición con familiares dentro de su hogar al humo de tabaco	No	Sí
16. Cuantas dosis de vacuna tiene (marcar X)	0	1 2 3 4
Anotar las fechas de vacunación		
Mencionar la fecha de infección por COVID-19		
Cuando enfermo por COVID-19 necesito oxígeno	No	Sí. ¿Cuanto tiempo?
Cuando enfermo por COVID-19 estuvo Hospitalizado	No	Sí, mencionar tiempo aproximadamente en caso de no recordar
Favor de marcar con una X los siguientes síntomas que presentó al estar enfermo de COVID 19		
Dolor de cabeza	No	Sí
Falta de aire	No	Sí
Cansancio en piernas	No	Sí
Perdida del olfato	No	Sí
Nauseas	No	Sí
Vomito	No	Sí
Otro mencionar		
¿De los síntomas previos, cual fue el último en quitarse?		
Cuanto tiempo paso para que se recuperara por completo	1 semana <1 mes	< 1 mes
Considera usted que le dejo alguna secuela a su cuerpo	No	Sí, ESPECIFICAR
Al día de hoy puede subir escaleras, sin sentir falta de aire	No	Sí
Se ha enfermado más de dos ocasiones de COVID-19	NO	Sí ¿Cuántas veces?
Considera usted que el enfermarse de COVID-19 tuvo un impacto negativo en su calidad de vida	NO	Sí
Escala de BORG		
Tiempo	Esfuerzo	Disnea

# Escala de Borg

Percepción del esfuerzo

0	Reposo		
1	Muy, muy ligero	😊	↑
2	Muy ligero	😊	↑
3	Ligero	😊	↑
4	Algo pesado	😊	↑
5	Pesado	😊	↑
6	Más pesado	😊	↑
7	Muy pesado	😬	↑
8	Muy, muy pesado	😬	↑
9	Máximo	😬	↑
10	Extremo	😬	↑

Escala de Esfuerzo máxima

## **ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

### **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PACIENTES CON SINDROME POST. COVID 19 MODERADO Y CRITICO, PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

**CIUDAD DE MÉXICO A** \_\_\_\_\_

**POR MEDIO DEL PRESENTE YO** \_\_\_\_\_

Autorizo mi participación en el proyecto de investigación titulado Capacidad Funcional medida por prueba cardiopulmonar en pacientes POST-COVID 19 moderado y crítico y su impacto en la calidad de vida, en la unidad de medicina física y rehabilitación centro. El objetivo de este estudio es: Determinar la capacidad funcional por medio de la VO 2 máximo a través de una prueba cardiopulmonar en pacientes post COVID-19 moderado y crítico.

Se me ha explicado que mi participación en el estudio consiste en acudir a una sesión educativa e informativa de los beneficios y riesgo de realizar la prueba de ejercicio cardiopulmonar, además de acudir a mi cita para una valoración médica e integral y poder realizar la prueba de ejercicio cardiopulmonar, así como contestar un cuestionario. Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes y molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio que son los siguientes:

Riesgos: Sincope, cefalea, arritmia, dolor muscular, vértigo.

Beneficios.

1. Conocer la capacidad funcional de mi cuerpo a nivel cardiovascular, pulmonar y musculoesquelético
2. Medición de los volúmenes pulmonares por medio de una espirometría.
3. En caso de presentar alguna alteración, me será notificado y referido al servicio correspondiente.

El investigador principal se compromete a responder cualquier pregunta y aclarar en lo posible las dudas que se le plantee acerca de los procedimientos que se llevan a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o mi estado de salud. El investigador principal ha dado seguridad que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados de forma absolutamente confidencial. Para cumplir con lo anterior el investigador utilizara para la creación de la base de datos que tendrá mi información clínica, así como las respuestas del cuestionario acerca de mis datos que se me aplicaran, nunca se empleara mi nombre para la identificación y de esa forma conservar mi anonimato.

Investigador Responsable

**Dr. Adrián Tenorio Terrones.**

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma del paciente

Investigador Responsable

**Dra. Mariela Oliva Mondragón**

\_\_\_\_\_  
Testigo Nombre y firma

### ANEXO 3. CUESTIONARIO DE CALIDAD DE VIDA SF-36

CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA, EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO.



Nombre:

Fecha:

<b>1. En general usted consideraría que su salud es:</b>
Excelente
Muy buena
Buena
Regular
Mala
<b>2. ¿Como diría que su salud actual comparada con la de hace un año?</b>
Mucho mejor ahora que hace un año
Algo mejor ahora que hace un año
Mas o menos igual que hace un año
Algo peor ahora que hace un año
Mucho peor ahora que hace un año
<b>Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal</b>
<b>3. Su salud actual le limita para hacer esfuerzos intensos tales como correr levantar objetos pesados o participar en deportes agotadores?</b>
Sí, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>4. Su salud actual le limita para hacer esfuerzos moderados como mover una mesa pasar la aspiradora jugar a los bolos o caminar más de una hora?</b>
Sí, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>5. Su salud actual le limita para acoger o llevar la bolsa de la compra</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>6. Su salud actual le limita para subir varios pisos por la escalera?</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>7. Su salud actual le limita para subir un piso por la escalera?</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>8. Su salud actual le limita para agacharse o arrodillarse</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>9. Su salud actual le limita para caminar 1 km o más</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>10. Su salud actual le limita para caminar varias manzanas (varios metros?</b>
Si, me limita mucho

Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>11. Su salud actual le limita para caminar menos de 100 m</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>12. Su salud actual le limita para bañarse o vestirse por sí mismo</b>
Si, me limita mucho
Sí, me limita un poco
No, no me limita nada
<b>Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades diarias</b>
<b>13. Durante las últimas cuatro semanas tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo OA sus actividades cotidianas a causa de su salud física?</b>
Sí
No
<b>14. durante las últimas cuatro semanas hizo menos de lo que quería hacer a causa de su salud física</b>
Sí
No
<b>15. Durante las últimas cuatro semanas tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas a causa de su salud física</b>
Sí
No
<b>16. Durante las últimas cuatro semanas tuvo dificultades para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas por ejemplo le costó más de lo normal a causa de su salud física</b>
Sí
No
<b>17. Durante las últimas cuatro semanas tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo OA sus actividades cotidianas a causa de algún problema emocional como estar triste deprimido o nervioso?</b>
Sí
No
<b>18. Durante las últimas, mira hizo menos de lo que hubiera querido hacer a causa de algún problema emocional cómo estar triste deprimido o nervioso</b>
Sí
No
<b>19. Durante las últimas cuatro semanas no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre a causa de algún problema emocional como tristeza depresión o sentirse nervioso?</b>
Sí
No
<b>20. Durante las últimas cuatro semanas hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia los amigos o vecinos u otras personas</b>
Nada
Un poco
Regular
Bastante
Mucho
<b>21. Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las últimas cuatro semanas</b>
No, ninguno
Sí, muy poco

Sí, un poco
Sí, moderado
Sí, mucho
Sí, muchísimo
<b>22. Durante las últimas cuatro semanas hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual incluido el trabajo fuera de casa y tareas domésticas</b>
Nada
Un poco
Regular
Bastante
<b>Las siguientes preguntas se refieren a cómo se ha sentido y le y cómo le han ido las cosas durante las últimas cuatro semanas en cada pregunta responda lo que se parezca más o como se ha sentido usted</b>
<b>23. Durante las últimas semanas cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>24. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo estuvo muy nervioso?</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>25. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca

<b>26. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>27. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo tuvo mucha energía</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>28. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?</b>
Siempre

Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>29. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo se sintió agotado?</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>30. Ante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo se sintió feliz?</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>31. Durante las últimas cuatro semanas cuánto tiempo se sintió cansado?</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
<b>32. Durante las cuatro últimas semanas con que frecuencia la salud física o problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales cómo visitar amigos o familiares</b>
Siempre
Casi siempre
Muchas veces
Algunas veces
Solo alguna vez
Nunca
Por favor diga si le parece cierta o falsa a cada una de las siguientes frases
<b>33. Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas</b>
Totalmente cierta
Bastante cierta
No lo se
Bastante falsa
Totalmente falsa
<b>34. Estoy tan sano como cualquiera</b>
Totalmente cierta
Bastante cierta
No lo se
Bastante falsa
Totalmente falsa
<b>35. Creo que mi salud va a empeorar</b>
Totalmente cierta
Bastante cierta
No lo se
Bastante falsa
Totalmente falsa

<b>36. Mi salud es excelente</b>
Totalmente cierta
Bastante cierta
No lo se
Bastante falsa
Totalmente falsa

El cuestionario de salud SF-36 está compuesto por 36 ítems que pretenden recoger todos los aspectos relevantes para caracterizar la salud de un individuo. Con estas preguntas se trata de cubrir, al menos, 8 aspectos o dimensiones: Función Física, Rol Físico; Dolor Corporal; Salud General; Vitalidad; Función Social; Rol Emocional y Salud Mental. Para cada una de estas dimensiones se pueden computar escalas de puntuación, fácilmente interpretables, caracterizadas todas ellas por encontrarse ordenadas, de tal suerte que cuanto mayor es el valor obtenido mejor es el estado de salud.

## ANEXO 4. CARTA DE NO INCONVENIENCIA POR LA DIRECCIÓN.



GOBIERNO DE  
MÉXICO



Dirección de Prestaciones Médicas  
Unidad de Atención Médica  
Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad  
Unidad de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia  
"Lomas Verdes"  
Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro  
Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud

Ciudad de México, a 29 de Septiembre de 2022

Of. N° 365199/2022/073

**DR GILBERTO EDUARDO MEZA REYES**

**Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Salud No 1501**

**Presente**

Por medio de este conducto le hago de conocimiento que No existe Inconveniente para llevar a cabo el protocolo de investigación :

**"CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA, EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN CENTRO."**

A cargo de la Dra Celia Itxelt Infante Castro como investigadora responsable.

Sin más por el momento envío un cordial saludo

Atentamente

**Dra Minerva Saraiba Russell**  
Directora Médica.



## ANEXO 5. CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



Dirección de Prestaciones Médicas  
Unidad de Atención Médica  
Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad  
Unidad de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia  
"Lomas Verdes"  
Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro  
Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud

Ciudad de México, a 10 de Marzo de 2022  
Oficio Ref. 365199/2022/013

**DRA CELIA ITXELT INFANTE CASTRO**  
Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación

Por medio de la presente le hacemos una cordial invitación para participar como Tutor Clínico de la Tesis de Posgrado para obtener el grado Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación de la Dra Mariela Oliva Mondragón, con el título del protocolo de Investigación:

**"CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA, EN LA UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACIÓN CENTRO."**

Sin más por el momento esperando vernos favorecidos con su participación, envíe un cordial saludo.

ATENTAMENTE:

**Dra Minerva Saraiba Russell**  
Directora Médica.

Acepto  
Invitación  
Heam

Dra. Celia Itxelt Infante Castro  
Coord. Clínica de Educación  
e Investigación en Salud  
IMSS Mat. 93354218

Av. Villalongín 117, puerta 8, colonia Cuauhtémoc, alcaldía Cuauhtémoc, C.P.06500 TEL 5556290200 EXT 13846



## ANEXO 6. DICTAMEN DE COMITÉ DE INVESTIGACIÓN EN SALUD.

2/12/22, 13:25

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



### Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **1501**.  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA LOMAS VERDES

Registro COFEPRIS 17 CI 15 057 074  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 15 CEI 006 2618081

FECHA Viernes, 02 de diciembre de 2022

Dra. CELIA ITXELT INFANTE CASTRO

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION REGION CENTRO** 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-2022-1501-015

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

  
**Dr. Gilberto Eduardo Meza Reyes**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 1501

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## ANEXO 7. DICTAMEN DE COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



### Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación **15018**.  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA LOMAS VERDES

Registro COFEPRIS **17 CI 15 057 074**  
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOÉTICA 15 CEI 006 2018081**

FECHA **Viernes, 14 de octubre de 2022**

**Dra. CELIA ITXELT INFANTE CASTRO**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **CAPACIDAD FUNCIONAL MEDIDA POR PRUEBA CARDIOPULMONAR EN PACIENTES POST-COVID 19 MODERADO Y CRÍTICO Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE VIDA EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION REGION CENTRO** 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 **APROBADO**:

Número de Registro Institucional  
Sin número de registro

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

  
**Dr. ma gabriela ramirez gonzalez**  
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 15018

Imprimir

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL