



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE FISIOTERAPIA

RESULTADOS DE UN PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN PULMONAR EN
PACIENTES QUE REQUIRIERON VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA POR
COVID-19.

Autores:

Evelyn Jazmín Erazo Padilla

Ximena Paola Mancero Mayacela

2021



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE FISIOTERAPIA

RESULTADOS DE UN PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN PULMONAR EN
PACIENTES QUE REQUIRIERON VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA POR
COVID-19.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Master en Terapia Respiratoria

Profesor guía: Lic. K glo. F tra. Ignacio Capparelli

Autores:

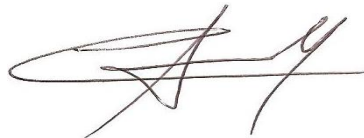
Evelyn Jazmín Erazo Padilla

Ximena Paola Mancero Mayacela

2021

DECLARACIÓN DEL PROFESOR TUTOR

Declaro haber dirigido el trabajo, “Resultados de un protocolo de rehabilitación pulmonar en pacientes que requirieron ventilación mecánica invasiva por covid-19”, a través de reuniones periódicas con las estudiantes Evelyn Jazmín Erazo Padilla, Ximena Paola Mancero Mayacela, en el periodo 2021, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



Lic. Kigo. Ftra. Ignacio Capparelli

22823558

DECLARACION DEL DOCENTE LECTOR

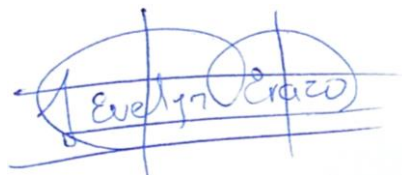
Declaro haber revisado este trabajo, “Resultados de un protocolo de rehabilitación pulmonar en pacientes que requirieron ventilación mecánica invasiva por covid-19”, de Evelyn Jazmín Erazo Padilla, Ximena Paola Mancero Mayacela, en el periodo 2021 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



Lic. Klgo. Ftra. Gustavo Olguin

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Evelyn Jazmín Erazo Padilla

1721584678



Ximena Paola Mancero Mayacela

1723725642

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestros padres y familias por ser un pilar fundamental, a nuestros docentes Mauro Andreu e Ignacio Capparelli por su apoyo incondicional en la realización de este proyecto de investigación.

DEDICATORIA

A nuestras familias y a cada una de las integrantes de nuestro equipo de trabajo, ya que su colaboración, compañerismo, amistad y su ardua labor investigativa nos ha permitido realizar la presente entrega.

RESUMEN

Objetivo: describir los resultados de un protocolo de Rehabilitación Pulmonar (RP) en pacientes que requirieron Ventilación Mecánica Invasiva (VMI) por COVID-19.

Materiales y métodos: se evaluaron 15 pacientes de entre 42 a 64 años, 12 varones y 3 mujeres, que requirieron VMI por COVID-19 durante un promedio de 20 días, y fueron incluidos en un programa de RP que consistió en entrenamiento aeróbico, de la fuerza muscular periférica y respiratoria durante 8 semanas en donde se realizó una evaluación de la función muscular respiratoria (Pimax, pico flujo espiratorio), sensación de disnea (escala mMRC), evaluación de la tolerancia al ejercicio (prueba de pararse y sentarse (STST60), test de marcha de 6 minutos (TM6M)) y la capacidad funcional (Índice de Barthel), entre el 04/11/2020 y el 30/12/2020 en un Centro de Especialidades Respiratorias en la ciudad Quito, Ecuador.

Resultados: entre el inicio y el fin de la RP se observó una mejora en la Pimax (mediana 60 (RIQ 32-86) cmH₂O), el pico flujo espiratorio (mediana 250 (RIQ 90-350) L/min), la sensación de disnea (mediana 3 (RIQ 3 - 2) puntos), fuerza muscular de miembros inferiores en el STST (mediana 4 (RIQ 4-4) repeticiones), distancia de caminata de 6 min en los pacientes (mediana 70 (RIQ 46-86) metros) y en el índice de Barthel (mediana 40 (RIQ 25-50) puntos).

Conclusiones: Por el carácter retrospectivo de este trabajo, de ninguna manera se pretender demostrar la efectividad de un programa de RP. Sin embargo, podría ser un programa de fácil implementación, seguro y que produce mejoras en todos los parámetros estudiados.

Palabras clave: capacidad funcional, rehabilitación pulmonar, secuelas post COVID-19, síndrome post COVID-19, ventilación mecánica invasiva.

ABSTRACT

Objective: to describe the results of a Pulmonary Rehabilitation (RP) protocol in patients who required Invasive Mechanical Ventilation (IMV) due to COVID-19.

Materials and methods: 15 patients between 42 to 64 years old, 12 men and 3 women, who required IMV for COVID-19 for an average of 20 days were evaluated, and were included in a PR program that consisted of aerobic training, of peripheral and respiratory muscle strength for 8 weeks where an evaluation of respiratory muscle function (Pimax, peak expiratory flow), sensation of dyspnea (mMRC scale), evaluation of exercise tolerance (standing and sitting test (STST60) was performed), 6-minute walk test (TM6M)) and functional capacity (Barthel Index), between 11/04/2020 and 12/30/2020 in a Respiratory Specialties Center in the city of Quito, Ecuador.

Results: between the beginning and the end of the PR, an improvement was observed in the Pimax (median 60 (IQR 32-86) cmH₂O), the peak expiratory flow (median 250 (IQR 90-350) L / min), the sensation dyspnea (median 3 (IQR 3 - 2) points), lower limb muscle strength in the STST (median 4 (IQR 4-4) repetitions), 6 min walking distance in patients (median 70 (IQ 46- 86) meters) and in the Barthel index (median 40 (IQR 25-50) points).

Conclusions: Due to the retrospective nature of this work, it is in no way intended to demonstrate the effectiveness of a PR program. However, it could be a program that is easy to implement, safe and produces improvements in all the parameters studied.

Key words: functional capacity, pulmonary rehabilitation, post-COVID-19 sequelae, post-COVID-19 syndrome, invasive mechanical ventilation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Materiales y métodos.....	3
2.1. Diseño del estudio.....	3
2.2. Criterios de inclusión	4
2.3. Criterios de exclusión	4
2.4. Recolección de datos	4
2.5. Variables	4
2.5.1. Variables clínicas y demográficas.....	4
2.5.2. Variables de resultado	5
2.5.2.1. Variable de función muscular respiratoria	5
2.5.2.1.1. Pimax	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2.1.2. Pico flujo espiratorio	6
2.5.2.2. Variable de disnea habitual	6
2.5.2.3. Variable de resistencia al ejercicio	6
2.5.2.3.1. Test de marcha de 6 minutos	6
2.5.2.3.2. Prueba de pararse y sentarse	7
2.5.2.4. Variable de capacidad funcionalidad.....	8
3. Intervención	9
3.1. Consideraciones éticas	10
3.2. Análisis estadístico.....	10
4. Resultados.....	10
4.1. Características de la muestra.....	10
4.2. Pre y post rehabilitación pulmonar	13
4.3. Evaluación de la función muscular respiratoria	15
4.4. Disnea.....	16

4.5. Prueba de pararse y sentarse	16
4.6. Test de marcha de 6 minutos	17
4.7. Capacidad funcional.....	19
5. Discusión	19
6. Conclusión	21
7. Referencias.....	22

1. Introducción

En diciembre del 2019 el mundo se vio afectado por la enfermedad de COVID 2019 o SARS COV-2, causante del síndrome respiratorio agudo severo. Es un virus de transmisión sumamente rápido por lo que en poco tiempo alcanzó altos niveles de contagio a nivel mundial, por lo cual el 11 de marzo del 2020 la OMS declaró oficialmente la enfermedad de COVID-19 como una emergencia sanitaria mundial (OMS, 2019). Se ha descrito como un virus de sintomatología variada, de gran complejidad y progresión en los síntomas. Según la OMS e informes actuales, estiman que el 81% de los casos son asintomáticos o leves y podrán ser tratados de forma ambulatoria, el 14% graves con requerimiento de oxígeno y, el 5%, críticos que precisan de soporte ventilatorio en una UCI (Stam, Stucki, & Bickenbach, 2020).

Hasta el momento, son pocos los estudios que han reportado información acerca de los síntomas persistentes en los pacientes post COVID-19 siendo la fatiga el síntoma más común, seguido de disnea, dolores articulares y secuelas psicológicas. Goërtz Y., (2020) fue el primero en mencionar la persistencia de al menos un síntoma después de 3 meses de haber superado la enfermedad del COVID-19 en pacientes que estuvieron hospitalizados y no hospitalizados. Esta evidencia sugiere que existe sólo una recuperación parcial en estos pacientes y a su vez advierte la presencia de un “síndrome post COVID-19” (Goërtz, y otros, 2020).

Un estudio italiano realizó un seguimiento de 143 personas 7 semanas después del alta y encontró que el 53% informó fatiga, el 43% dificultad para respirar y el 27% dolor articular (Carfi, Bernabei, & Landi, 2020). Por su parte, un estudio del Reino Unido que evaluó los síntomas posteriores al alta y necesidades de rehabilitación en supervivientes de la infección por COVID-19 también reportó a la fatiga como el síntoma más frecuentemente mencionado, seguido de disnea y angustia psicológica, y que estos síntomas fueron más prevalentes en aquellos pacientes que requirieron de una UCI. (Barket-Davies, y otros, 2020)

Por esta razón, es probable que estos pacientes desarrollen el síndrome post-cuidados intensivos, dominado por: disfunción de los músculos periféricos (debido al desacondicionamiento y disminución de la masa corporal magra, neuropatía en la UCI, fatiga y los efectos de la hipoxemia), disfunción de los músculos respiratorios, deterioro y desacondicionamiento cardíaco, y factores psicosociales (Barket-Davies, y otros, 2020). De hecho, se ha evidenciado que estos síntomas son mucho más prevalentes en los pacientes post UCI COVID-19, que en otros grupos de pacientes post UCI sin COVID-19 (Wiertz, y otros, 2021).

Por último, otro de los síntomas que progresivamente ha ido tomando más importancia es la fibrosis pulmonar, y el patrón en vidrio esmerilado que son las anomalías residuales más frecuentes que se pueden encontrar en las tomografías computarizadas (You, y otros, 2020). En otras infecciones ocasionadas por otros coronavirus como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) o el síndrome respiratorio de medio oriente (MERS) se ha evidenciado la presencia de este daño pulmonar después de meses o años posterior al alta y se cree puede ser similar en el COVID-19 (You, y otros, 2020). Algunos estudios indican que, los factores predictores para el desarrollo de fibrosis pulmonar post COVID-19 están estrechamente relacionados con la edad avanzada, las comorbilidades, la duración de la estancia en la UCI, días de VMI, la gravedad de la enfermedad, el tabaquismo y el alcoholismo crónico (Ojo, Balogun, Williams, & Ojo, 2020).

Con el objetivo de recuperar las secuelas físicas, respiratorias y funcionales que deja la COVID-19 en estos pacientes, varios autores se han visto en la necesidad de demostrar la eficacia de la RP en esta población. La RP es una *“Intervención basada en una exhaustiva evaluación del paciente, con terapias adaptadas al mismo, incluye, pero no se limita al entrenamiento físico, educación y cambios de comportamiento, diseñada para mejorar la condición física y psicológica del paciente con patología respiratoria crónica y promover la adherencia a largo plazo de conductas que mejoren la salud”* (Spruit, y otros, 2013). La RP ha demostrado ser eficaz en personas con enfermedades respiratorias crónicas como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la enfermedad

pulmonar intersticial, disminuyendo así la disnea y fatiga, y mejorando el estado funcional y la calidad de vida, respectivamente (Lacasse, Goldstein, Lasserson, & Martin, 2006) (Huppmann, y otros, 2013). Por lo cual la RP constituye un componente importante dentro del tratamiento de estas enfermedades (Lacasse, Goldstein, Lasserson, & Martin, 2006). La RP en el paciente post COVID-19 ha ido cobrando relevancia durante estos últimos meses, razón por la cual varios autores han ido demostrando la eficacia de estos programas en el mejoramiento de la disnea, fatiga, capacidad de ejercicio, calidad de vida e independencia funcional, contrarrestando los efectos negativos de la inmovilización prolongada y la ventilación mecánica (Grigoletto, Cavalheri, Lima, & Ramos, 2020).

En Latinoamérica y en especial en Ecuador es escasa la literatura publicada respecto a este tópico. Por este motivo, durante la pandemia se ha implementado en nuestra institución un programa de rehabilitación pulmonar en pacientes post-COVID y, para darle visibilidad a este tema tan importante, el objetivo de este estudio es describir los resultados de un protocolo de rehabilitación pulmonar en pacientes que requirieron VMI por COVID-19.

2. Materiales y métodos

2.1. Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo. Se registraron los datos de los sujetos que ingresaron a un programa de RP después de haber superado el COVID-19 con requerimiento de VMI en una UCI. Dicho programa fue realizado en un centro de la ciudad de Quito y fueron reclutados entre 4 de noviembre del 2020 hasta el 30 de diciembre del 2020. Este trabajo fue evaluado por el Comité de Ética e Investigación de la Institución.

2.2. Criterios de inclusión

Se incluyeron sujetos mayores a 18 años, interconsultados a rehabilitación pulmonar, en las primeras 2 semanas luego del alta hospitalaria, en un centro privado de la ciudad de Quito por presentar secuelas post COVID-19 después de haber requerido VMI.

2.3. Criterios de exclusión

Fueron excluidos aquellos pacientes que no recibieron VMI, aquellos que presentaron prueba PCR positiva para COVID-19 antes del ingreso a rehabilitación pulmonar, y aquellos que presentan contraindicaciones por enfermedades preexistentes como: enfermedades cardiovasculares descompensadas y patologías neurodegenerativas, que puedan originar inestabilidad hemodinámica, poner en riesgo o comprometan la salud del paciente.

2.4. Recolección de datos

Las variables de interés fueron recolectadas de las historias clínicas digitalizadas que fueron desarrolladas por el personal de la institución.

2.5. Variables

2.5.1. Variables clínicas y demográficas

Con respecto a este perfil se recolectaron las siguientes variables: edad, sexo, IMC, frecuencia respiratoria y cardiaca, tensión arterial y oximetría de pulso, comorbilidades, días de internación del paciente y signos y síntomas

autopercebidos al inicio de la rehabilitación (disnea, fatiga, debilidad muscular, alteraciones del sueño, tos persistente, mareos, taquicardia, neuropatía y opresión torácica).

2.5.2. Variables de resultado

En cuanto a las variables de resultado se analizó

2.5.2.1. Variable de función muscular respiratoria

2.5.2.1.1. Pimax

La presión inspiratoria máxima (Pimax), es una medición sencilla, rápida y no invasiva que permite evaluar la fuerza de los músculos respiratorios principalmente la fuerza diafragmática, y consiste en que el paciente debe generar la máxima presión inspiratoria a partir del volumen residual (Mora, y otros, 2014)

Para medir la Pimax se utilizó el software Breathelink POWERbreathe KH2. Cada paciente ejecutó la prueba sentado en una silla y se le proporcionó las siguientes indicaciones “exhale completamente y luego inhale tan fuerte y rápido como sea posible”. Se utilizó la metodología proporcionada por el fabricante del dispositivo: cinco intentos por cada paciente y se registra el mejor valor obtenido.

Para la interpretación de resultados se tuvo como referencia las ecuaciones presentadas por Black y Hyatt para hombres $\{143 - (0.55 \times \text{edad})\}$ y para mujeres $\{104 - (0.51 \times \text{edad})\}$ (Black & Hyatt, 1969).

2.5.2.1.2. Pico flujo espiratorio

El pico flujo espiratorio o PEF por sus siglas en inglés “*peak expiratory flow*” mide cuán rápido puede expulsar el aire de los pulmones al exhalar con fuerza tras una inspiración máxima. El PEF puede ser medido a través de dispositivos portátiles lo que resulta en un procedimiento sencillo de realizar (Lozada & Atencio, 1995).

Para medir el PEF se utilizó el Personal best® escala normal peak flow. La técnica de medición y los valores normales teóricos de referencia fueron los proporcionados por Miguel Gomara en su estudio (Gomara & Rodríguez, 2002).

2.5.2.2. Variable de disnea habitual

Para evaluar la disnea se utilizó la escala de disnea mMRC (*modified Medical Research Council*) que mide la gravedad de la disnea mediante la identificación de la actividad física que es capaz de provocar este síntoma. Consta de 5 ítems y su valor se califica de 0 a 4, en donde 0 significa “ausencia de disnea, excepto al realizar ejercicio físico”, y 4 significa disnea de mínimos esfuerzos (Holman, 1966)

2.5.2.3. Variable de resistencia al ejercicio

2.5.2.3.1. Test de marcha de 6 minutos

El TM6M es una prueba de capacidad para caminar a su propio ritmo. Se pide a los pacientes que caminen lo más lejos posible en 6 minutos a lo largo de un pasillo plano de 30 metros. Se registra la distancia en metros. Las instrucciones estandarizadas y el estímulo se dan comúnmente durante la prueba (Holland, y otros, 2014)

La distancia de caminata de 6 minutos es una medida válida y confiable de la capacidad de ejercicio para personas con enfermedad pulmonar crónica. Se correlaciona más fuertemente con las medidas de la capacidad máxima de trabajo y la actividad física que con la función respiratoria o la calidad de vida, lo que respalda su conceptualización como una prueba del rendimiento del ejercicio funcional (Singh, y otros, 2014).

Para realizar el TM6M se emplearon todas las consideraciones técnicas prescritas por la European Respiratory Society / American Thoracic Society (ATS) (Holland, y otros, 2014). Se preparó al paciente antes de la prueba y, de forma literal, se brindaron las instrucciones y recomendaciones necesarias para la ejecución (Singh, y otros, 2014)

También se instruyó acerca de la escala de Borg modificada y su uso durante la prueba. La escala de Borg mide la intensidad de la disnea y fatiga percibida durante el ejercicio progresivo (Holland, y otros, 2014)

2.5.2.3.2. Prueba de pararse y sentarse

La prueba de pararse y sentarse (del inglés *Sit to Stand Test (STST)*) consiste en levantarse y sentarse de una silla tantas veces sea posible durante 1 minuto, sin apoyar las manos, con el oxímetro de pulso conectado al dedo. Se recomienda

monitorizar la saturación de oxígeno después de terminar el ejercicio (Bohannon R. W., 2006).

Esta prueba se utiliza ampliamente para medir la fuerza de los miembros inferiores ya que, al realizar este gesto, se activan varios músculos, principalmente, el cuádriceps femoral (Bohannon R. W., 2006).

Esta prueba se realizó de acuerdo con las normativas mencionadas y se brindó a cada paciente las siguientes indicaciones: *“El propósito de la prueba es evaluar la fuerza de los músculos de las piernas. El movimiento requerido es levantarse y sentarse de la silla, sin despegar los pies del suelo, y continuar las repeticiones lo más rápido posible en un minuto. Le daré la cuenta regresiva ‘3, 2, 1, ahora’ como indicación para empezar y también le diré cuándo detenerse. Si es necesario, puede hacer una pausa y reanudar la prueba lo antes posible”*.

2.5.2.4. Variable de capacidad funcionalidad

Para evaluar funcionalidad se utilizó el índice de Barthel (IB) el cual es una escala muy utilizada para valorar la capacidad funcional. Mide el nivel de independencia o dependencia que tiene una persona para realizar 10 actividades básicas de la vida diaria (Barthel & Mahoney, 1965). En base a la puntuación obtenida se clasifica en (<20) dependencia total; (20-35) dependencia severa; (40-55) dependencia moderada; (>60) dependencia leve y (100) independencia (Baztán, y otros, 1993).

Se utilizó el índice de Barthel proporcionado por Baztán en su estudio durante la historia clínica de cada paciente (Baztán, y otros, 1993).

3. Intervención

Las intervenciones incluyeron un protocolo de rehabilitación de 3 sesiones por semana durante 8 semanas, que consistió en: entrenamiento de los músculos respiratorios, ejercicio aeróbico, ejercicio de fuerza y ejercicio en casa. Para el entrenamiento de los músculos respiratorios, los participantes realizaron 3 series de 10 respiraciones de manera tranquila partiendo desde volumen residual utilizando el Software Breathelink de POWERbreathe KH2 utilizando un tiempo inspiratorio/espíatorio de 1:3 segundos, los parámetros se establecieron al 30% de la presión inspiratoria máxima del individuo con un periodo de descanso de 1 minuto entre cada serie. Cada dos semanas se aumentó la resistencia en un 10%. Los pacientes comenzaron el plan de entrenamiento con 5-10 minutos de caminata supervisada en el pasillo ya que se encontraban muy débiles y descondicionados, posteriormente fueron educados para integrarse progresivamente en la banda sin fin y en la bicicleta estática hasta alcanzar una duración de 30 minutos y todo el tiempo fueron monitorizados mediante el oxímetro de pulso y la sensación de disnea y fatiga mediante la escala de Borg modificada. La intensidad se reguló de acuerdo al esfuerzo percibido en la escala de Borg entre 3-5. Los pacientes realizaron ejercicios de miembros superiores e inferiores de 2 series de 10 repeticiones máximas acorde a la capacidad individual, progresando la carga cuando el paciente podía realizar 12 repeticiones máximas. El límite de desaturación permitida fue hasta 85% y los pacientes que requerían oxígeno suplementario tuvieron que utilizarlo durante toda la sesión. La cantidad de oxígeno administrado fue disminuyendo cuando se observaba valores basales de saturación $\geq 90\%$. Por último, en cuanto a los ejercicios en casa, los participantes fueron instruidos para realizar los mismos ejercicios de brazos y piernas aprendidos en consulta con la Thera-band® color amarillo, y se les pidió que se sometieran a 2 series de 10 repeticiones dos veces al día. Se enseñó a regular la intensidad en función de la escala de Borg hasta llegar a un valor 3-5 de la escala.

3.1. Consideraciones éticas

El trabajo fue aprobado por el Comité de ética e Investigación de la institución. Dado el carácter retrospectivo del estudio, el consentimiento informado de los sujetos no fue requerido y los datos filiatorios se preservaron mediante su codificación en una base de datos con acceso exclusivo de los investigadores.

3.2. Análisis estadístico

Los datos se consideraron no paramétricos debido al pequeño tamaño de la muestra y se informan con la mediana y rango intercuartílico (RIQ) si son numéricos y con el número absoluto de presentación y porcentaje si son categóricos. Para la comparación de variables continuas pre y post rehabilitación se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$. Para el análisis de los datos se utilizó el software IBM SPSS Macintosh, versión 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

4. Resultados

4.1. Características de la muestra

Entre el 04/11/2020 y el 30/12/2020 un total de 28 sujetos fueron interconsultados para iniciar rehabilitación pulmonar en un centro privado de la ciudad. De ellos, 13 se excluyeron del análisis por los siguientes motivos: requirieron nuevas internaciones en centros de salud ($n=2$), y no completaron las 8 semanas de tratamiento ($n=11$). Finalmente, un total de 15 participantes se incluyeron en el análisis. En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo de los participantes.

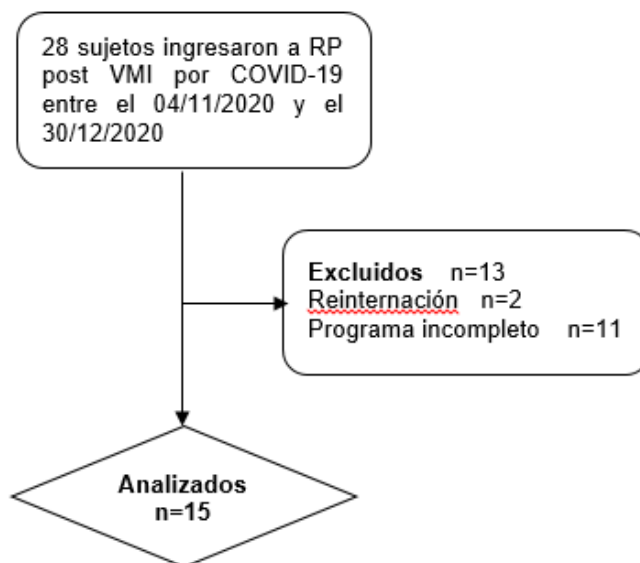


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes. RP (Rehabilitación Pulmonar); VMI (Ventilación Mecánica Invasiva).

Del total de los 15 pacientes incluidos, 12 (80%) eran hombres y la mediana de edad de la muestra fue 55 (RIQ 42 - 64) años. El hipotiroidismo y la diabetes fueron los antecedentes más prevalentes. En la tabla 1 se presentan las variables demográficas y clínicas al ingreso a rehabilitación.

Todos los pacientes, antes de ingresar a nuestro plan de rehabilitación pulmonar, estuvieron vinculados a VMI en UCI con una mediana de duración de la VMI de 20 (RIQ 15-19) días.

Tabla 1. Características de los participantes

Variables	n= 15
Sexo Masculino, n (%)	12 (80)
Edad, mediana (RIQ), años	55 (42 - 64)
IMC, mediana (RIQ), índice	29.3 (24.5 - 34.4)
Antecedentes, n (%)	
Diabetes	2 (13.3)
Hipotiroidismo	2 (13.3)
Hipertensión Arterial	1 (6.7)
Tromboembolismo pulmonar	1 (6.7)
Arritmias	1 (6.7)
Referencias. RIQ (Rango intercuartílico); IMC (Índice de masa corporal).	

Al momento de ingreso al programa de rehabilitación ocho pacientes (53.3%) requerían oxígeno suplementario (5 utilizaban 1 L/m de O₂ y 3 requerían 2 L/m de O₂). Nueve (60%) pacientes desaturaban ante mínimos esfuerzos.

En la tabla 2 se presentan los signos y síntomas autopercebidos al inicio del programa de rehabilitación pulmonar. Todos los pacientes reportaron síntomas de fatiga y disnea.

Tabla 2. Signos y síntomas al inicio de rehabilitación

Variables	n= 15
Fatiga	15 (100)
Disnea	15 (100)
Debilidad muscular	14 (93.3)
Desaturacion a mínimos esfuerzos	9 (60)
Tos persistente	5 (33.3)
Neuropatía	3 (20)
Alteracion del sueño	3 (20)
Mareos	2 (13.3)
Opresión torácica	2 (13.3)
Taquicardia	1 (6.7)
Referencias. Todas las variables se expresan como número de presentación y porcentaje	

4.2. Pre y post rehabilitación pulmonar

En la tabla 3 se presentan los resultados de las variables estudiadas antes y después de 8 semanas del programa de rehabilitación.

Tabla 3. Resultados pre y post rehabilitación pulmonar (n=15)

Variables	Pre	Post	valor p
Peso corporal, kgs	84 (70 - 94)	88 (72 - 96)	<0.01
Saturación O ₂ , %	89 (88 - 90)	93 (92 - 94)	<0.01
Frecuencia cardíaca, lat/min	85 (84 - 88)	87 (80 - 89)	0.3
Presión arterial sistólica, mmhg	122 (114 - 130)	123 (121 - 131)	0.19
Presión arterial diastólica, mmhg	80 (75 - 88)	75 (74 - 78)	0.04
STST, repeticiones	18 (17 - 19)	22 (21 - 24)	<0.001
Sat O ₂ mínima en STST, %	82 (81 - 83)	85 (84 - 85)	<0.01
TM6M, metros	420 (382 - 456)	490 (470 - 510)	<0.01
Sat O ₂ mínima en TM6M, %	82 (81 - 82)	85 (84 - 86)	<0.01

Referencias. Todos los valores son expresados en mediana y rango intercuartílico (RIQ).
STST (Sit to stand test); TM6M (Test de marcha de los 6 minutos). Sat O₂ (Saturación de oxígeno).

La mediana de peso corporal al ingreso fue de 84 (RIQ 70 - 94) Kgs mientras que luego de finalizar el programa de rehabilitación fue de 88 (RIQ 72 - 96) Kgs. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.01$).

La saturación de oxígeno entre las condiciones ingreso [mediana 89 (RIQ 88 - 90) por ciento] y egreso al programa de rehabilitación [mediana 93 (92 - 94) por ciento] demostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$).

En cuanto a variables hemodinámicas, la presión arterial diastólica demostró diferencias estadísticamente significativas al comparar los valores de ingreso [mediana 80 (RIQ 75 - 88) mmHg] y egreso al programa de rehabilitación [mediana 75 (74 - 78) mmHg] ($p = 0.04$).

4.3. Evaluación de la función muscular respiratoria

La mediana de la presión inspiratoria máxima (pimax) predicha según la ecuación de Black y Hyatt fue de 107 (RIQ 88 - 118) cmH₂O. La mediana de pimax al ingreso y egreso del programa de rehabilitación fue de 43 (RIQ 37 - 60) cmH₂O y 113 (RIQ 73.5 - 129) cmH₂O, respectivamente. Entre el inicio y la finalización del programa de rehabilitación se observó una mediana de incremento en la pimax de 60 (RIQ 32 - 86) cmH₂O. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.01$) (figura 2).

Por otro lado, también se evaluó el PFE con una mediana al ingreso y egreso de 230 (RIQ 200 - 410) L/min y 500 (RIQ 400 - 600) L/min, respectivamente. Entre el inicio y la finalización del programa de rehabilitación se observó una mediana de incremento en la PFE de 250 (RIQ 90 - 350) L/min. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.01$).

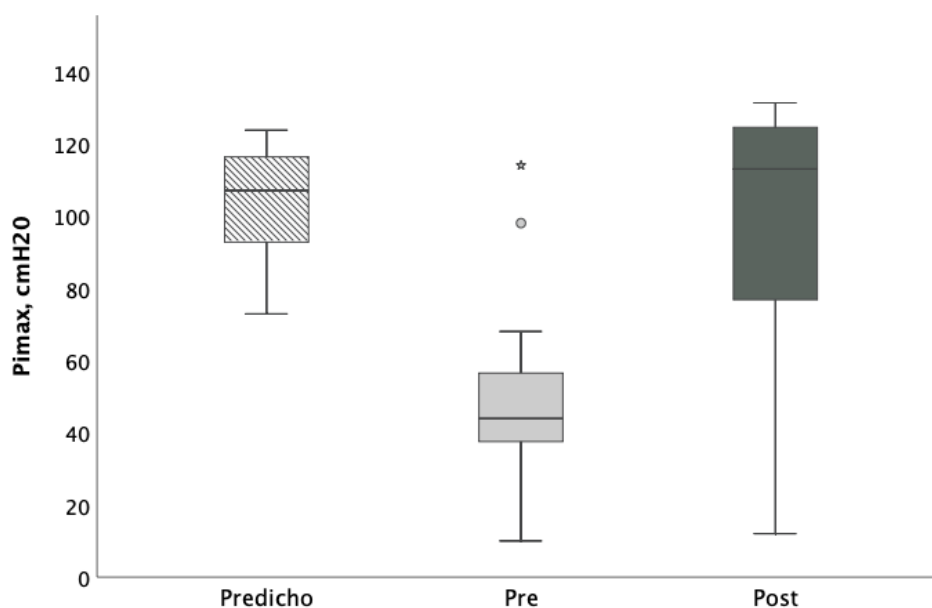


Figura 2. Diagrama de cajas donde se presentan los resultados de la presión inspiratoria máxima (Pimax) en la condición de pre y post rehabilitación y en relación a los valores predichos según ecuación de Black y Hyatt.

4.4. Disnea

La mediana de la puntuación de disnea al ingreso y egreso fue de 3 (RIQ 2 - 4) puntos y de 1 (RIQ 0-1) puntos, respectivamente. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.01$). Entre el inicio y la finalización de la rehabilitación se observó una mediana en la disminución de la disnea de 3 (RIQ 3 - 2) puntos (1 paciente mejoró cuatro puntos, 7 mejoraron tres puntos, 4 mejoraron dos puntos, y 3 mejoraron un punto).

4.5. Prueba de pararse y sentarse

La mediana de la prueba STST al ingreso y egreso fue de 18 (RIQ 17 – 19) y 22 (RIQ 21 - 24) repeticiones, respectivamente. Entre el inicio y la finalización del programa de rehabilitación se observó una mediana de incremento de 4 (RIQ 4 - 4) repeticiones. Estas diferencias demostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$).

La mediana de la saturación mínima de oxígeno durante la prueba de STST fue 82 (RIQ 81 - 83) por ciento y al finalizar el programa 85 (RIQ 84 - 85) por ciento. Estas diferencias demostraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.001$).

La mediana de la puntuación de disnea durante la realización de STST al ingreso y egreso fue de 6 (RIQ 5- 7) y 4 (RIQ 4 - 5) puntos, respectivamente. Estas diferencias resultaron ser estadísticamente significativas ($p = 0.001$). Con respecto a la fatiga de miembros inferiores percibida durante la realización de STST se observó una mediana de 2 (RIQ 1 - 5) puntos al ingreso y de 1 (RIQ 1- 3) puntos al egreso. Estas diferencias también demostraron ser estadísticamente significativas ($p < 0.01$) (figura 3).

4.6. Test de marcha de 6 minutos

La mediana de la distancia recorrida pre y post programa de rehabilitación fue de 420 (RIQ 382 - 456) metros y 490 (RIQ 470 - 510) metros, respectivamente (figura X). Entre el inicio y la finalización del programa de rehabilitación se observó una mediana de incremento en la distancia recorrida de 70 (RIQ 46 - 86) metros. Al comparar los metros recorridos entre el ingreso y egreso las diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p=0.001$) (figura 3).

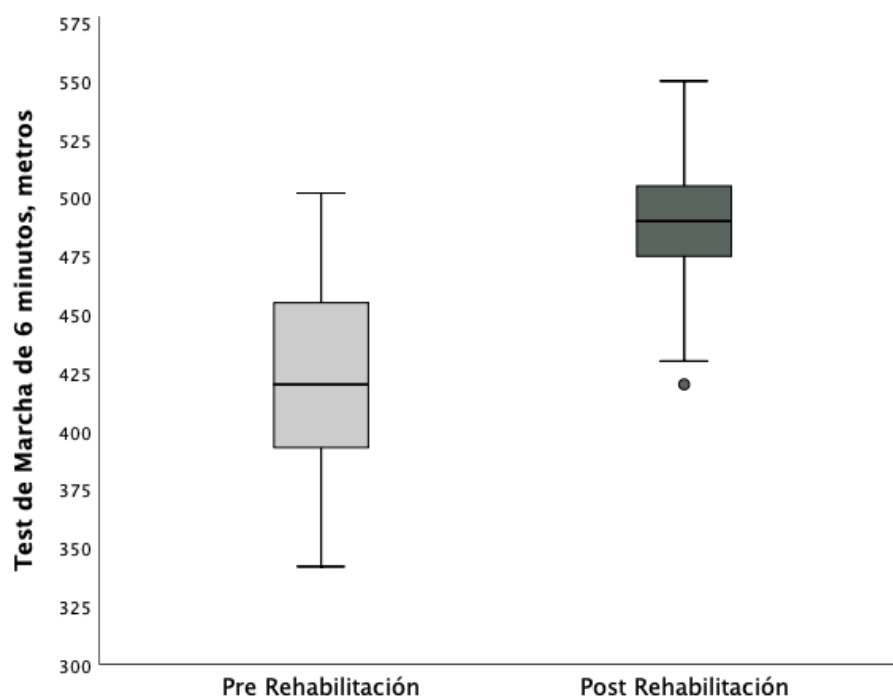


Figura 3. Diagrama de cajas donde se presentan los resultados de la distancia caminada en el test de marcha de 6 minutos en la condición de pre y post rehabilitación

Al ingreso, la mediana de la saturación mínima de oxígeno durante la prueba de TM6M fue 82 (RIQ 81 - 82) por ciento en comparación a la mediana de 85 (RIQ

84 - 86) por ciento registrada durante la prueba realizada al finalizar el programa. Estas diferencias resultaron ser estadísticamente significativas ($p=0.001$).

La mediana de la puntuación de disnea durante la realización del TM6M al ingreso y egreso fue de 4 (RIQ 4 - 5) y 3 (RIQ 2 - 3) puntos, respectivamente. Estas diferencias demostraron ser estadísticamente significativas ($p<0.001$). Con respecto a la fatiga de miembros inferiores percibida durante la realización del TM6M se observó una mediana de 2 (RIQ 1 - 2) puntos al ingreso y de 1 (RIQ 1 - 1) punto al egreso. Estas diferencias también demostraron ser estadísticamente significativas ($p<0.01$) (figura 4).

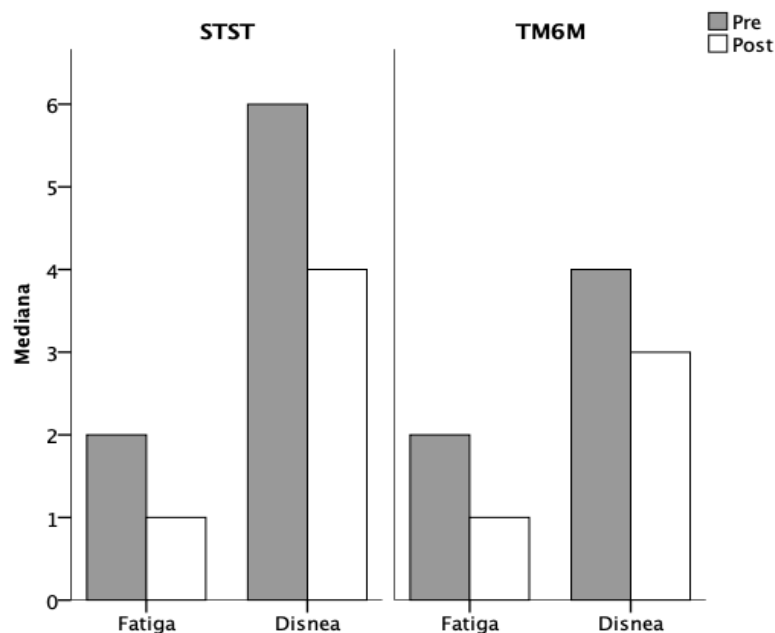


Figura 4. Gráfico de barras donde se presenta la mediana de las variables disnea y fatiga para el sit to stand test (STST) y test de marcha de 6 minutos (TM6M) antes y después del tratamiento.

4.7. Capacidad funcional

La mediana de la capacidad funcional evaluada mediante el índice de Barthel fue de 35 (RIQ 30 - 50) puntos al ingreso y de 80 (RIQ 70 - 90) puntos al finalizar el programa de rehabilitación. Entre el inicio y la finalización del programa de rehabilitación se observó una mediana de incremento de 40 (RIQ 25 - 50) puntos. Al comparar ambas mediciones las diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p=0.001$).

5. Discusión

Nuestros resultados muestran que una estancia prolongada de 20 días con requerimiento de VMI en la UCI en pacientes con COVID-19, se asocia con secuelas graves a corto plazo que incluyen limitación en la capacidad de ejercicio, deterioro grave de la fuerza muscular respiratoria y baja capacidad funcional. Esto se pudo constatar en nuestra evaluación en donde todos los pacientes obtuvieron resultados por debajo del valor normal esperado para cada uno. Esto nos motivó a implementar un programa de RP para recuperar las secuelas que deja la estadía prolongada en UCI por COVID-19.

Durante nuestro estudio, hemos observado una importante recuperación en la tolerancia al ejercicio en los pacientes post-VMI por COVID-19, así como grandes mejoras en la fuerza muscular respiratoria, en la sensación de disnea y fatiga por ejercicio, fuerza muscular periférica y capacidad funcional. Sin embargo, al comparar nuestro estudio con otros, evidenciamos todavía la necesidad de evaluar más datos que nos permitan conocer a fondo la efectividad de la RP después de la infección por COVID-19 debido a muchos factores tales como las diferentes estructuras de la RP, diferentes variantes, diferencias entre países y tiempo de admisión a dichos programas, que podrían ser posibles factores de confusión. Por ejemplo, en los estudios de Hayden et al. (2021) y el de Chikhanie et al. (2021) se mostró una mejoría moderada de la Pimax al egreso de la RP, esto podría ser por diversos motivos: (a) la corta duración del programa

y (b) la falta de ejercicio de fortalecimiento respiratorio, respectivamente. Estos datos no están en consonancia con nuestros resultados en donde se obtuvo una alta mejoría de la Pimax post RP utilizando un protocolo de 8 semanas de tratamiento y ejercicios de fortalecimiento respiratorio mediante dispositivos de resistencia inspiratoria. Por otro parte, los estudios que mencionan la evaluación del pico flujo espiratorio en una población similar a la nuestra fueron realizados mediante una espirometría (Dararat Eksombatchai, Phongnarudech, Thammavaranucupt, Amornputtisathaporn, & Sungkanuparph, 2021) (Mohammed, y otros, 2021). Esto contrasta con nuestra investigación ya que utilizamos un dispositivo portátil para esta medición. Sin embargo, independientemente del instrumento utilizado es evidente que en cualquiera de los casos esta variable resultó disminuida. En este aspecto, coincidimos con el estudio de Pereira et al. (2021) que utilizaron el pico flujo espiratorio portátil como herramienta para el seguimiento de pacientes con COVID-19 y destacamos que los infectados pueden desarrollar un patrón restrictivo y/o una reducción del volumen pulmonar lo que podría influir en la limitación del flujo espiratorio como se ha observado en otras enfermedades restrictivas en donde los volúmenes exhalados están reducidos (Altalag, Toad, & Wilcox, 2009). A pesar de que el pico flujo espiratorio portátil no reemplaza a la espirometría, este podría ser una herramienta de bajo costo y alta efectividad para las unidades sanitarias que no dispongan de suficientes recursos (Pereira, y otros, 2021). En cuanto al TM6M, el estudio suizo de Spielmanns et al. (2021) informó una mejoría entre 100 m y 200 m, mientras que el estudio francés de Chikhanie et al. (2021) informó que algunos pacientes post-UCI incluso podrían presentar una mejora hasta de 400-500 m después de la RP hospitalaria. Nuestros datos se acoplan a los resultados publicados en Suiza, probablemente porque teníamos la misma metódica en torno al ingreso de RP, en el que los pacientes comenzaron la RP en el centro de rehabilitación en las primeras 2 semanas del alta hospitalaria, mientras que, en el estudio de Francia, sus pacientes post-UCI iniciaron la RP después de ser dados de alta inmediatamente de la UCI.

Nuestro estudio tiene varias limitaciones, entre ellas, el pequeño tamaño de la muestra de pacientes post COVID-19 que fueron rehabilitados debido a que recopilamos los datos de nuestros pacientes entre noviembre y diciembre del

2020 de manera retrospectiva. Otra de nuestras limitaciones es la falta de un grupo control de pacientes con las mismas características que nos permitan comparar los efectos de este programa de RP, esto se debe a que durante ese período solo se trataron pacientes post COVID-19 debido a la demanda sanitaria que existía. La ausencia del índice de Barthel validado para Ecuador fue otra de nuestras limitaciones, esto pone en conocimiento la falta de herramientas validadas en nuestro país para evaluar la capacidad funcional de nuestros habitantes y abre una puerta para el desarrollo de futuras investigaciones.

De todas maneras, hemos podido constatar en varias literaturas que algunas de las herramientas que hemos utilizado para la evaluación de la RP post COVID-19 así como también las características de nuestra intervención, han sido ampliamente ocupadas por otros investigadores tales como la escala mMRC, escala de Borg modificada, índice de Barthel, TM6M, STST, ejercicio aeróbico y fuerza 3 veces por semana, ejercicios respiratorios con válvula de resistencia, con una duración de 8 semanas (Rodríguez, 2021) (Vasconcello-Castillo, Torres-Castro, Solís-Navarro, Rivera-Lillo, & Puppo, 2020).

6. Conclusión

Por el carácter retrospectivo de este trabajo, de ninguna forma se pretende demostrar la efectividad de un programa de RP. Sin embargo, podría ser un programa seguro, de fácil implementación y que produce resultados y mejoras clínicamente significativas en todos los parámetros estudiados en las personas que participen del mismo. Se requieren más estudios controlados y a largo plazo para comprender mejor el papel de la RP post-COVID-19, determinar la estructura y duración óptimas de estos programas y el momento más apropiado de implementación en el contexto de futuros estudios controlados aleatorizados de gran tamaño.

7. Referencias

- Altalag, A., Toad, J., & Wilcox, P. (2009). *Pulmonary function tests in clinical practice*. London, UK: Springer.
- Barket-Davies, R., O'Sullivan, O., Pumi, K., Baker, P., Cranley, M., Dharm-Datta, S., . . . Turner, P. (2020). The Stanford Hall consensus statement for postCOVID-19 rehabilitation. *Brithish Journal of Sports Medicine*, 54(16), 949-959.
- Barthel, D. W., & Mahoney. (1965). Functional evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J*, 14.
- Baztán, J., Molino, J. P., Alarcón, T., Cristobal, E. S., Izquierdo, G., & Manzarbeitia, J. (1993). Índice de Barthel: Instrumento válido para la valoración funcional de pacientes con enfermedad cerebrovascular. *Revista española de geriatría y gerontología*, 32-40.
- Black, L., & Hyatt, R. (1969). Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American review of respiratory disease*, 696-702.
- Bohannon, R. W. (2006). Reference Values for the Five-Repetition Sit-to-Stand Test: A Descriptive Meta-Analysis of Data from Elders. *Perceptual and Motor Skills*, 8.
- Carfi, A., Bernabei, R., & Landi, F. (2020). Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19. *JAMA Network*, 324(6): 603–605.

- Chikhanie, Y. A., Veale, D., Schoeffler, M., Pépin, J., Verges, S., & Hérenge, F. (2021). Effectiveness of pulmonary rehabilitation in COVID-19 respiratory failure patients post-ICU. *Respiratory physiology & neurobiology*, 287.
- Dararat Eksombatchai, T. W., Phongnarudech, T., Thammavaranucupt, K., Amornputtisathaporn, N., & Sungkanuparph, S. (2021). Pulmonary function and six-minute-walk test in patients after recovery from COVID-19: A prospective cohort study. *Plos one*, 10.
- Goërtz, Y., Van, M., Delbressine, J., Vaes, A., Meys, R., Machado, F., . . . Spruit, M. (2020). Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome? *ERJ Open Res*, 10.
- Gomara, M., & Rodríguez, R. (2002). Medidor de Peak-flow: técnica de manejo y utilidad en Atención Primaria. *Medifam*, 12(3), 76-91.
- Grigoletto, I., Cavalheri, V., Lima, F. d., & Ramos, E. M. (2020). Recovery after COVID-19: The potential role of pulmonary rehabilitation. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(6), 463.
- Hayden, M., Limbach, M., Schuler, M., Merkl, S., Schwarzl, G., Jakab, K., . . . Schultz, K. (2021). Effectiveness of a Three-Week Inpatient Pulmonary Rehabilitation Program for Patients after COVID-19: A Prospective Observational Study. *International journal of environmental research and public health*, 18.
- Holland, A. E., Spruit, M. A., Troosters, T., Puhan, M. A., Pepin, V., Saey, D., . . . Revill, S. M. (2014). An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European respiratory journal*, 19.

- Holman, W. (1966). Medical Research Council. Committee on research into chronic bronchitis: instruction for use on the questionnaire on respiratory symptoms. *Devon*, 7.
- Huppman, P., Sczepanski, B., Boensh, M., Winterkamp, S., Schönheit-Kenn, U., Neurohr, C., . . . Keen, K. (2013). Efectos de la rehabilitación pulmonar hospitalaria en pacientes con enfermedad pulmonar intersticial. *European Respiratory Society*, 20.
- Lacasse, Y., Goldstein, R., Lasserson, T., & Martin, S. (2006). Rehabilitación pulmonar para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *The Cochrane Library*, 28.
- Lozada, R., & Atencio, A. (1995). Flujo espiratorio máximo en niños asmáticos: Casos y controle. *Revista Medica Herediana*, 76-82.
- Mohammed, A., Khathlan, N. A., Fawzi, A., Turki Alghamdi, 3. S., Alfudhaili, M., Alsunni, A., . . . Sabi, H. (2021). The Long-Term Impact of COVID-19 Pneumonia on the Pulmonary Function of Survivors. *International Journal of General Medicine* , 10.
- Mora, U. d., Gochicoa, L., Guerrero, S., Cid, S., Silva, M., Salas, I., & Torre, L. (2014). Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimientos. *Neumología y cirugía de tórax*, 247-253.
- Ojo, A., Balogun, S., Williams, O., & Ojo, O. (2020). Pulmonary Fibrosis in COVID-19 Survivors: Predictive Factors and Risk Reduction Strategies. *Pulmonary medicine*, 10.

OMS. (2019). *World Health Organization*. Obtenido de <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub>

Pereira, L., Ferreira, P. P., Borguezan, B. M., Amaral, J. L., Milagres, L. G., Bóia, M. N., . . . Melo, P. L. (2021). Un sistema de emergencia para monitorear la oximetría de pulso, el flujo espiratorio máximo y la temperatura corporal de pacientes con COVID-19 en el hogar: desarrollo y aplicación preliminar. *Plos one*, 19.

Rodríguez, S. S. (2021). Rehabilitación kinésica para pacientes con alta hospitalaria por COVID-19. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 59-67.

Singh, S. J., Puhan, M. A., Andrianopoulos, V., Hernandez, N. A., Mitchell, K. E., Hill, C. J., . . . Saey, D. (2014). An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *European respiratory journal*, 32.

Spielmanns, M., Pekacka, A.-M., Schoendorf, S., Windisch, W., & Hermann, M. (2021). Feasibility and Efficacy of Cardiopulmonary Rehabilitation following COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18.

Spruit, M., Singh, S., Garvey, C., ZuWallack, R., Nici, L., Rcohester, C., . . . Casabur, R. (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 188.

Stam, H. J., Stucki, G., & Bickenbach, J. (2020). Covid-19 and Post Intensive Care Syndrome: A Call for Action. *Journal of Rehabilitation Medicine*

Vasconcello-Castillo, L., Torres-Castro, R., Solís-Navarro, L., Rivera-Lillo, G., & Puppo, H. (2020). Evaluación Funcional y Respiratoria en Pacientes post COVID-19: ¿Cuáles son las mejores pruebas? *Kinesiología*, 109-115.

Wiertz, C., Vints, W., Maas, G., Rasquin, S., Van, Y., Dremmen, M., . . . Verbunt, J. (2021). COVID-19: Patient Characteristics in the First Phase of Postintensive Care Rehabilitation. *Archives of Rehabilitation Research & Clinical Translation*, 3(2).

You, J., Zhang, L., Nijia, M., Zhang, J., Hu, F., Chen, L., . . . Zhang, S. (2020). Anormal pulmonary function and residual CT abnormalities in rehabilitating COVID-19 patients after discharge. *Journal of Infection*, 81(2).