

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

Mancero Mayacela Ximena <sup>1\*</sup>, Erazo Padilla Evelyn <sup>1,2</sup>, Ojeda Calderón Lizeth <sup>1,3</sup>,  
Sierra Espinosa de los Monteros María <sup>1,4</sup>, Andreu Mauro <sup>1,5</sup>



OPEN ACCESS

Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons de tipo Reconocimiento - No comercial - Sin obras derivadas 4.0 International.

1 Universidad de las Américas. Facultad de Ciencias de la Salud. Quito - Ecuador.

2 Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Quito - Ecuador.

3 Hospital Provincial Luis Gabriel Dávila. Tulcán - Ecuador.

4 Junta Provincial de la Cruz Roja de Imbabura. Ibarra - Ecuador.

5 Universidad Nacional de la Matanza. Departamento de Salud. San Justo - Argentina.

ORCID ID:

Mancero Mayacela Ximena

[orcid.org/0000-0003-0071-4508](https://orcid.org/0000-0003-0071-4508)

Erazo Padilla Evelyn

[orcid.org/0000-0003-2808-3218](https://orcid.org/0000-0003-2808-3218)

Ojeda Calderón Lizeth

[orcid.org/0000-0002-5709-9254](https://orcid.org/0000-0002-5709-9254)

Sierra Espinosa de los Monteros María

[orcid.org/0000-0001-8312-8015](https://orcid.org/0000-0001-8312-8015)

Andreu Mauro

[orcid.org/0000-0002-1880-3683](https://orcid.org/0000-0002-1880-3683)

\*Corresponding author: Mancero Mayacela Ximena

E-mail: [manceroximena@gmail.com](mailto:manceroximena@gmail.com)

## Article history

Received: 25 - May - 2022

Accepted: 03 - Aug - 2022

Publish: 01 - Jan - 2023

**STROBE 2008 Check List statement:** The author has read the STROBE 2008 Check List and the manuscript was prepared and revised according to the STROBE 2008 Checklist.

**Conflict of interest:** The authors have full freedom of manuscript preparation, and there were no potential conflicts of interest.

**Financial disclosure:** The authors have no financial relationships relevant to this article to disclose.

## CRediT - Contributor Roles Taxonomy:

Conceptualización: XM - EE - LO - ME - MA, Curación de datos: XM, Análisis formal: XM - EE - LO - ME - MA, Administración de proyectos: XM, Investigación: XM - EE - LO - ME, Metodología: MA, Validación: XM - MA, Visualización: XM - MA, Redacción del borrador original: XM - EE - LO - MS, Redacción (revisión y edición): XM - EE - LO - ME - MA

**Citation:** Mancero Mayacela X, Erazo Padilla E, Ojeda Calderón L, Sierra Espinosa de los Monteros M, Andreu M. RESULTADOS DE UN PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN PULMONAR EN PACIENTES QUE REQUIRIERON VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA POR COVID-19. UN ESTUDIO RETROSPECTIVO. Rev Med Vozandes. 2022; 33 (2): 45 - 53

## Resumen

### Introducción

El COVID-19 puede causar disfunciones físicas y respiratorias en los pacientes que requieren soporte ventilatorio invasivo por lo que la rehabilitación pulmonar puede ser una alternativa eficaz para mejorar estas disfunciones.

### Objetivo

Describir los resultados de un protocolo de rehabilitación pulmonar en pacientes que requirieron ventilación mecánica invasiva por COVID-19.

### Materiales y métodos

Se analizaron 15 pacientes que requirieron ventilación mecánica invasiva (VMI) por COVID-19 y fueron incluidos, post alta hospitalaria, en un programa de rehabilitación pulmonar (RP) en un centro de especialidades respiratorias en la ciudad de Quito, Ecuador, entre el 04/11/2020 y el 30/12/2020. El programa consistió en entrenamiento de músculos respiratorios, ejercicio aeróbico y fuerza muscular durante 8 semanas (3 veces por semana). Pre y post RP se evaluó: la disnea (mMRC), presión inspiratoria máxima (Pimax), pico flujo espiratorio (Pfe), la prueba de pararse y sentarse (STST), el test de marcha de 6 minutos (TM6M) y el índice de Barthel (IB).

### Resultados

Se observó post RP mejoría en la Pimax [mediana de incremento 60 (RIQ 32 - 86) cmH<sub>2</sub>O], Pfe [mediana de incremento 250 (RIQ 90 - 350) L/min], TM6M [mediana de incremento 70 (RIQ 46 - 86) metros], IB [mediana de incremento 40 (RIQ 25 - 50) puntos], STST [mediana de incremento 4 (RIQ 4 - 4) repeticiones] y en la sensación de disnea [mediana de decremento 3 (RIQ 3 - 2) puntos].

### Conclusiones

La rehabilitación pulmonar podría ser un programa seguro, de fácil implementación y productor de mejoras clínicamente significativas en todos los parámetros estudiados.

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

DOI: 10.48018/rmv.v33.i2.5

**Keywords:** functional capacity, dyspnea, fatigue, pulmonary rehabilitation, post-COVID-19 sequelae, post-COVID-19 syndrome, invasive mechanical ventilation.

## Abstract

### RESULTS OF A PULMONARY REHABILITATION PROTOCOL IN PATIENTS WHO REQUIRED INVASIVE MECHANICAL VENTILATION DUE TO COVID-19. A RETROSPECTIVE STUDY.

#### Introduction

COVID-19 can cause physical and respiratory dysfunctions in patients who require invasive ventilatory support, so pulmonary rehabilitation can be an effective alternative to improve these dysfunctions.

#### Objective

Describe the results of a pulmonary rehabilitation protocol in patients who required invasive mechanical ventilation due to COVID-19.

#### Materials and methods

Fifteen patients who required invasive mechanical ventilation (IMV) due to COVID-19 were analyzed and were included, post hospital discharge, in a pulmonary rehabilitation program (PR) in a respiratory specialty center in the city of Quito, Ecuador, between 04/11 / 2020 and 12/30/2020. The program consisted of respiratory muscle training, aerobic exercise and muscle strength for 8 weeks (3 times per week). It was evaluated pre and post PR: dyspnea (mMRC), maximum inspiratory pressure (Pimax), peak expiratory flow (Pfe), the standing and sitting test (STST), the 6-minute walk test (TM6M) and the index of Barthel (IB).

#### Results

Post PR improvement was observed in Pimax [median increase 60 (IQR 32-86) cmH<sub>2</sub>O], Pfe [median increase 250 (IQR 90-350) L / min], TM6M [median increase 70 (IQR 46-86) meters], IB [median increase 40 (IQR 25 - 50) points], STST [median increase 4 (IQR 4 - 4) repetitions] and in the sensation of dyspnea [median decrease 3 (IQR 3 - 2) points].

#### Conclusion

Pulmonary rehabilitation could be a safe, easy-to-implement program that produces clinically significant improvements in all the parameters studied.

## INTRODUCCIÓN

En diciembre del 2019 el mundo se vio afectado por la enfermedad de COVID-19, causante del síndrome respiratorio agudo severo. Se ha descrito como un virus de sintomatología variada. 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 unidad de cuidados intensivos (UCI) <sup>(1)</sup>.

Se ha descrito la fatiga, disnea y angustia psicológica como los síntomas más prevalentes después del COVID -19, sobre todo en aquellos pacientes que requirieron de una UCI <sup>(2)</sup>. Por tal motivo, es probable que estos pacientes desarrollen el

síndrome post-cuidados intensivos, dominado por: miopatía periférica, neuropatía periférica, discapacidad funcional y trastornos cognitivos <sup>(2)</sup>.

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 rehabilitación pulmonar (RP) en esta población. La RP es una *“Intervención basada en la 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" (3). 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 (4)(5). La RP en el paciente post COVID-19 ha ido cobrando relevancia durante estos últimos meses demostrando mejoramiento en la disnea, fatiga, capacidad de ejercicio, calidad de vida e independencia funcional contrarrestando los efectos negativos de la inmovilización prolongada y la ventilación mecánica (6).

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 un centro privado 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.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio de cohorte retrospectiva. Se registraron los datos de los sujetos que ingresaron al programa de RP en un centro privado de la ciudad de Quito, posterior al alta hospitalaria, después de haber superado el COVID-19 con requerimiento de VMI en una UCI. Fueron reclutados 15 sujetos mayores a 18 años (12 hombres y 3 mujeres) entre el 4 de noviembre del 2020 hasta el 30 de diciembre del 2020 derivados por el médico especialista en neumología del centro privado.

Los participantes provenían de distintas casas de salud por lo que desconocían datos referentes a la severidad de la VMI, maniobras de pronación u otras variables relacionadas. Ningún paciente refirió haber realizado rehabilitación pulmonar formal previo al alta hospitalaria.

El siguiente trabajo se realizó siguiendo las normativas de la guía STROBE (7).

### Criterios de inclusión

Se incluyeron sujetos mayores a 18 años, sin condiciones respiratorias pre-existentes, interconsultados a rehabilitación pulmonar en un centro privado de la ciudad de Quito por presentar secuelas post COVID-19 después de haber requerido VMI.

### Criterios de exclusión

Se excluyeron a aquellos pacientes que requirieron nuevas internaciones en centros de salud y no completaron las 8 semanas de tratamiento.

### Recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron historias clínicas digitalizadas que fueron desarrolladas por el personal de

la institución. 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.

### Evaluación

Se evaluó la función muscular respiratoria mediante la medición de la presión inspiratoria máxima (Pimax) a través del 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 estos resultados se tuvo como referencia las ecuaciones presentadas por Black y Hyatt para hombres  $\{143 - (0.55 \times \text{edad})\}$  y para mujeres  $\{104 - (0.51 \times \text{edad})\}$  (8). Se midió el pico flujo espiratorio mediante 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 (9).

Se midió la disnea en reposo utilizando la escala de disnea mMRC (modified Medical Research Council) (10).

Para la evaluación de la resistencia al ejercicio se utilizó el test de marcha de 6 minutos (TM6M) empleando todas las consideraciones técnicas prescritas por la American Thoracic Society (ATS) (11), se preparó al paciente antes de la prueba y se calculó la distancia prevista para cada uno utilizando la fórmula de Enright P (12). Se brindaron las instrucciones y recomendaciones necesarias antes, durante y después de la ejecución de la prueba y se instruyó acerca de la escala de Borg modificada y su uso durante la misma (11)(13). Se realizó la prueba de pararse y sentarse (o Sit to Stand Test por sus siglas en inglés) de 1 minuto con el pulsioxímetro conectado al dedo, monitorizando la saturación del paciente durante y después de la prueba 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". Al culminar la prueba, se midió la sensación de disnea y fatiga utilizando la escala de Borg modificada.

Por último, se midió el nivel de funcionalidad mediante el índice de Barthel (IB) durante la entrevista inicial<sup>(14)</sup>. Se dividió la situación funcional en 5 niveles según el IB: dependencia total (<20 puntos), dependencia grave (20-35 puntos), Dependencia moderada (40-55 puntos), dependencia leve (60-95 puntos) e independiente (100puntos)<sup>(15)</sup>.

### 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 con un tiempo inspiratorio/espiratorio 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 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 fortalecimiento de grandes grupos musculares de miembros superiores como trapecio, romboides, dorsal ancho y deltoides; y de miembros inferiores como cuádriceps, glúteos, femorales y gemelos. Para cada grupo muscular realizaron 2 series de 10 repeticiones máximas acorde a la capacidad individual, con un periodo de descanso de 1 minuto entre cada serie, 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.

### Consideraciones éticas

El trabajo fue aprobado por el Comité de ética e Investigación de la institución (#191221). Dado el carácter observacional y descriptivo del estudio, el consentimiento informado de los sujetos no fue requerido y los datos filiatorios se preservarán mediante su codificación en una base de datos con acceso exclusivo de los investigadores.

### Análisis estadístico

Las variables numéricas se informan con media y desvío estándar (DE) o mediana y rango intercuartílico (RIQ), según correspondiera. Para evaluar la distribución muestral se

utilizó el test de Shapiro-Wilk y métodos gráficos (histograma y gráfico cuantil-cuantil). Las variables categóricas se reportan con el número absoluto de presentación y porcentaje. Para la comparación de variables continuas pre y post rehabilitación se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas o la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, según correspondiera. 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).

## RESULTADOS

### 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 entre una y tres semanas posteriores al alta hospitalaria. 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. Como material complementario se presenta el diagrama de flujo de los participantes.

**Tabla 1.** Características de los participantes

Variables	n=15
<b>Sexo masculino, n (%)</b>	12 (80)
<b>Edad, media (DE), años</b>	53,9 (12,5)
<b>IMC, media (DE), índice</b>	30,2 (5,9)
<b>Antecedentes, n (%)</b>	
<b>Diabetes</b>	2 (13.3)
<b>Hipotiroidismo</b>	2 (13.3)
<b>Hipertensión arterial</b>	1 (6.7)
<b>Tromboembolismo pulmonar</b>	1 (6.7)
<b>Arritmias</b>	1 (6.7)
Referencias: <b>IMC</b> (índice de masa corporal); <b>DE</b> (desvío estándar)	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Del total de los 15 pacientes incluidos, 12 (80%) eran hombres y 3 (20%) eran mujeres, 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 2.** Signos y síntomas al inicio de rehabilitación

Variables	N=15
Fatiga	15 (100)
Disnea	15 (100)
Debilidad muscular	14 (93.3)
Desaturación a mínimos esfuerzos	9 (60)
Tos persistente	5 (33.3)
Neuropatía	3 (20)
Alteración del sueño	3 (20)
Mareos	2 (13.3)
Opresión torácica	2 (13.3)
Taquicardia	1 (6.7)

Referencias: todas las variables se presentan como número de presentación y porcentaje

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Al momento de ingreso a nuestro programa de rehabilitación ocho pacientes (53.3%) requerían oxígeno suplementario (5 utilizaban 1 L/m de O<sub>2</sub> y 3 requerían 2 L/m de O<sub>2</sub>). Nueve (60%) pacientes desaturaban ante mínimos esfuerzos. En la **tabla 2** se presentan los signos y síntomas al inicio del programa de rehabilitación pulmonar. Todos los pacientes reportaron síntomas de fatiga y disnea.

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

Variables	Pre	Post	valor p *
Peso corporal, media (DE), kgs	83,2 (15,1)	86,5 (15,2)	<0.001
Saturación O <sub>2</sub> , mediana (RIQ), %	89 (88 - 90)	93 (92 - 94)	<0.01
Frecuencia cardíaca, mediana (RIQ), lat/min	85 (84 - 88)	87 (80 - 89)	0.3
Presión arterial sistólica, mediana (RIQ), mmhg	122 (114 - 130)	123 (121 - 131)	0.19
Presión arterial diastólica, media (DE), mmhg	80,9 (8,3)	75,5 (4,2)	0.04
STST, mediana (RIQ), repeticiones	18 (17 - 19)	22 (21 - 24)	<0.001
Sat O <sub>2</sub> mínima en STST, mediana (RIQ), %	82 (81 - 83)	85 (84 - 85)	<0.01
TM6M, mediana (RIQ), metros	420 (382 - 456)	490 (470 - 510)	<0.01
Sat O <sub>2</sub> mínima en TM6M, mediana (RIQ), %	82 (81 - 82)	85 (84 - 86)	<0.01

Referencias. **(RIQ)** Rango intercuartílico; **(DE)** Desvío estándar; **STST** (Sit to stand test); **TM6M** (Test de marcha de los 6 minutos). **Sat O<sub>2</sub>** (Saturación de oxígeno).

**(\*)** Prueba t de Student para muestras pareadas o prueba de rangos con signo de Wilcoxon, según correspondiera.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La mediana de la puntuación de disnea al ingreso y egreso utilizando la escala mMRC 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).

### Resultados pre y post rehabilitación pulmonar

La media (DE) de peso corporal al ingreso fue de 83,2 (15,1) Kg mientras que luego de finalizar el programa de rehabilitación fue de 86.5 (15,2) Kg. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). La saturación de oxígeno entre las condiciones ingreso [mediana 89 (RIQ 88 -90) porciento] y egreso al programa de rehabilitación [mediana 93 (92 - 94) porciento] 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 [media 80,9 (8,3) mmHg] y egreso al programa de rehabilitación [media 75,5 (4,2) mmHg] ( $p = 0.04$ ).

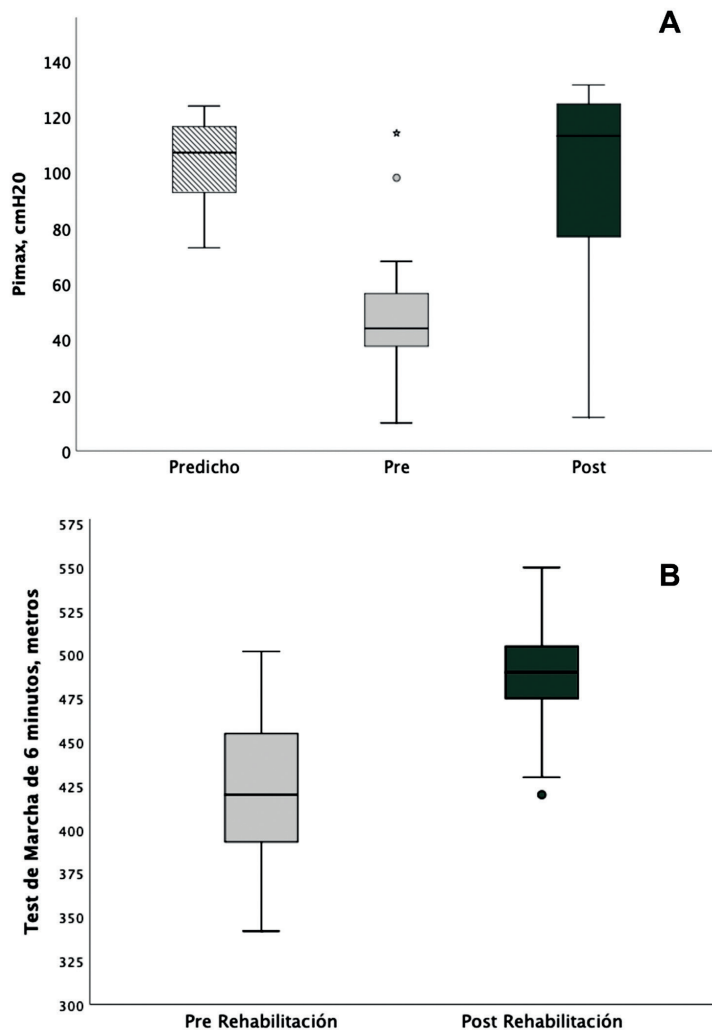
En la **tabla 3** se presentan los resultados de las variables estudiadas antes y después de 8 semanas del programa de rehabilitación.

### Evaluación de la función muscular respiratoria

La mediana de la pimax predicha según la ecuación de Black y Hyatt fue de 107 (RIQ 88

- 118) cmH<sub>2</sub>O. La mediana de pimax al ingreso y egreso del programa de rehabilitación fue de 43 (RIQ 37 - 60) cmH<sub>2</sub>O y 113 (RIQ 73.5 - 129) cmH<sub>2</sub>O, respectivamente. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) [figura 1 (A)].

Por otro lado, también se evaluó el pico flujo espiratorio con una mediana al ingreso y egreso de 230 (RIQ 200 - 410) L/min y 500 (RIQ 400 - 600) L/min, respectivamente. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ).



**Figura 1 . (A)** Diagrama de cajas donde se presentan los resultados de la presión inspiratoria máxima (pimax) en la condición de pre y post rehabilitación y con relación a los valores predichos según ecuación de Black y Hyatt. **(B)** Diagrama de cajas donde se presentan los resultados de la distancia recorrida en el test de marcha de 6 minutos en la condición de pre y post rehabilitación pulmonar.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

### Evaluación de la tolerancia al ejercicio

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. 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 2).

### 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. 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 1 (B)].

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 ( $p = 0.001$ ).

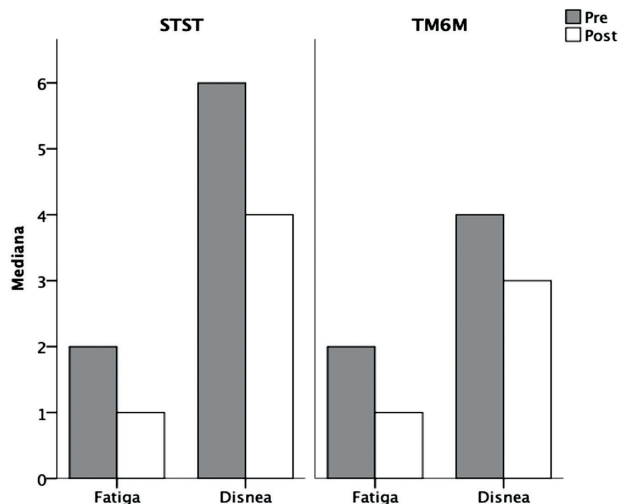
La mediana de la puntuación de disnea durante la realización del TM6M al ingreso y egreso fue de 4 (RIQ 4 - 5) y 3 (RIQ 2 - 3) puntos, respectivamente. Estas diferencias demostraron ser estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ). Con respecto a la fatiga de miembros inferiores percibida durante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

### Capacidad funcional

La mediana de la capacidad funcional evaluada mediante el índice de Barthel fue de 35 (RIQ 30 - 50) puntos al ingreso (dependencia grave) y de 80 (RIQ 70 - 90) puntos al finalizar el

programa de rehabilitación (dependencia leve). Al comparar ambas mediciones las diferencias resultaron estadísticamente significativas ( $p=0.001$ ).

No se registraron complicaciones durante el transcurso de la rehabilitación pulmonar.



**Figura 2.** 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. La sensación de fatiga y disnea se verificó a través de la escala de Borg modificada.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

## DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que el periodo prolongado en 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. Estos resultados enfatizan las severas consecuencias debilitantes de estadías prolongadas en la UCI en pacientes sometidos a VMI por COVID-19 y pone en sugestión la necesidad de implementar protocolos de RP en las unidades hospitalarias alrededor del mundo.

Durante nuestro estudio, hemos observado una importante recuperación en la tolerancia del 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 que muchos factores como las diferentes estructuras de la RP, diferentes variantes de

programas, diferencias entre países y tiempo de admisión a dichos programas, podrían ser posibles factores de confusión. Por ejemplo, en los estudios de Hayden et al. (2021) <sup>(16)</sup> y el de Chikhanie et al. (2021) <sup>(17)</sup> 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 enfocado al 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 válvulas unidireccionales de resistencia. Por otro lado, el estudio suizo de Spielmanns et al. <sup>(18)</sup> informó una mejoría entre 100 m y 200 m en el TM6M, mientras que el estudio francés de Chikhanie et al. <sup>(17)</sup> 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 metodología en torno al ingreso de RP, en donde los pacientes comenzaron la RP en el centro de rehabilitación después de ser dados de alta de los hospitales; mientras que, en el estudio de Francia, sus pacientes post-UCI iniciaron la RP después de ser dados de alta inmediatamente de la UCI. Con respecto al STST de ingreso, nuestros sujetos lograron realizar 18 repeticiones aproximadamente. Estos valores alcanzados fueron similares en otra muestra de pacientes que sobrevivió a la neumonía por COVID-19, en la que el 83% de los pacientes pudo completar la prueba, no así otro estudio en el que sólo el 42% de los sujetos pudo culminarla realizando 14 repeticiones <sup>(19)</sup> <sup>(20)</sup>. Estos datos no están en consonancia con nuestros resultados ya que todos nuestros participantes pudieron completar la prueba, a pesar de no haber recibido rehabilitación pulmonar formal intrahospitalaria, todos refirieron haber sido retroalimentados con mínimas cantidades de movilidad temprana. En cuanto al IB, nuestros resultados muestran que en nuestra población de estudio hubo una mediana de 35 puntos (dependencia grave) al momento de ingreso al programa de rehabilitación, no así el estudio de Domínguez et al. <sup>(21)</sup> en el que presentaban una mediana de 80 puntos (dependencia leve) al alta hospitalaria. Esto puede deberse a que ellos realizaron un promedio de 12 sesiones de fisioterapia intrahospitalaria.

Nuestro estudio tiene varias limitaciones, entre ellas, el pequeño tamaño muestral de pacientes post COVID-19 que fueron rehabilitados, esto 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 diferentes 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. Además, no utilizamos herramientas como la frecuencia cardíaca objetivo para el entrenamiento aeróbico y la Escala de Estado Funcional Post-COVID-19 para la evaluación funcional, esto se debe a que, al momento del estudio, no se tenía incorporado su uso dentro de los protocolos del centro privado. Sin embargo, los autores concuerdan que estas herramientas han demostrado ser valiosas en pacientes post COVID-19 y en otras poblaciones y que podría complementar con información específica la recuperación de las secuelas funcionales (22) (23) (24). 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.

diseño de este estudio no nos permite asignar una relación causa-efecto. Las mejoras observadas pueden estar ligadas a otros factores como la historia natural de la enfermedad, remisión espontánea, así como a intervenciones no identificadas, por lo que estos hechos podrían ser parte del proceso fisiopatológico natural de la enfermedad (25) (26).

De todas maneras, hemos encontrado en la literatura 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 utilizadas por otros investigadores tales como la escala mMRC, escala de Borg modificada, índice de Barthel, TM6M, STST, ejercicio aeróbico y fuerza muscular con una frecuencia de 3 veces por semana y ejercicios respiratorios con válvula de resistencia con una duración de 8 semanas (27) (28).

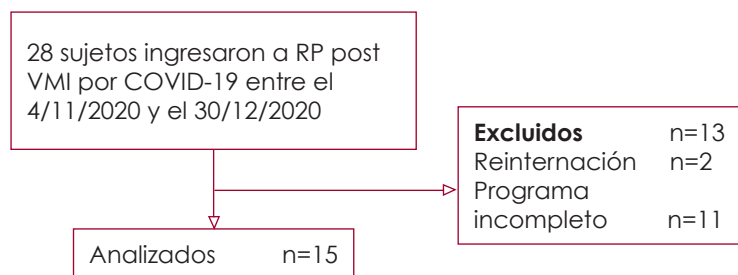


Diagrama de flujo de los participantes. RP (Rehabilitación Pulmonar), VMI (Ventilación Mecánica Invasiva).

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Finalmente, si bien hemos observado mejoría en todas las variables estudiadas después del programa de rehabilitación, el

## CONCLUSIONES

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 productor de resultados clínicamente significativos en todos los parámetros estudiados. 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.

## REFERENCIAS

1. Stam HJ, Stucki G, Bickenbach J. Covid-19 and Post Intensive Care Syndrome: A Call for Action. *J Rehabil Med.* 2020; 52(4): p. 1-4.
2. Barkef-Davies R, O'Sullivan O, Pumi K, Baker P, Cranley M, Dharm-Datta S, et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *Br J Sports Med.* 2020; 54(16): p. 949-59.
3. Spruit M, Singh S, Garvey C, ZuWallack R, Nicl L, Rcohester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013; 188(8): p. e13-e64.
4. McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;(2).
5. Huppmann P, Szczepanski B, Boensh M, Winterkamp S, Schönheit-Kenn U, Neurohr C, et al. Effects of inpatient pulmonary rehabilitation in patients with interstitial lung disease. *Eur Respi J.* 2013; 42(2): p. 444-53.
6. Grigoletto I, Cavalheri V, de Lima FF, Cipulo Ramos EM. Recovery after COVID-19: The potential role of pulmonary rehabilitation. *Braz J Phys Ther.* 2020; 24(6): p. 463-4.
7. Vandembroucke JP, Elm Ev, Altman DG, Gotzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *Epidemiology.* 2007; 147(8): p. W163-94.
8. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969; 99(5): p. 696-702.
9. Gomara M, Rodríguez R. Medidor de Peak-flow: técnica de manejo y utilidad en Atención Primaria. *Medifam.* 2002; 12(3): p. 76-91.
10. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1999; 54(7): p. 581-6.
11. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhon MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respi J.* 2014; 44(6): p. 1428-46.
12. Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez-Uncal M, et al. Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumología y cirugía de tórax.* 2015; 74(2): p. 127-36.
13. Singh SJ, Puhon MA, Andrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ, et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respi J.* 2014; 44(6): p. 1447-78.
14. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J.* 1965; 14: p. 61-5.
15. Bastón J, Pérez del Molino J, Alarcón T, San Cristóbal E, Izquierdo G, Manzarbeitia J. Índice de Barthel: Instrumento válido para la valoración funcional de pacientes con enfermedad cerebrovascular. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 1993; 28: p. 32-40.



16. Hayden M, Limbach M, Schuler M, Merkl S, Schwarzl G, Jakob K, et al. Effectiveness of a Three-Week Inpatient Pulmonary Rehabilitation Program for Patients after COVID-19: A Prospective Observational Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(17): p. 9001.
17. Chikhanie YA, Veale D, Schoeffler M, Pépin JL, Verges S, Hérent F. Effectiveness of pulmonary rehabilitation in COVID-19 respiratory failure patients post-ICU. *Respir Physiol Neurobiol*. 2021; 287: p. 103639.
18. Hermann M, Pekacka-Egli AM, Witassek F, Baumgaertner R, Schoendorf S, Spielmanns M. Feasibility and Efficacy of Cardiopulmonary Rehabilitation following COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020; 99(10): p. 865-9.
19. Nuñez-Cortés R, Rivera-Lillo G, Arias-Campoverde M, Soto-García D, García-Palomera R, Torres-Castro R. Use of sit-to-stand test to assess the physical capacity and exertional desaturation in patients post COVID-19. *Chron Respir Dis*. 2021; 18.
20. Belli S, Balbi B, Prince I, Cattaneo D, Masocco F, Zaccaria S, et al. Low physical functioning and impaired performance of activities of daily life in COVID-19 patients who survived hospitalisation. *Eur Respir J*. 2020; 56(4): p. 2002096.
21. Domínguez-Fleitas V, Peña-García M, De la Fuente-Escudero C, García-Pérez F. Evolución funcional y del estado de ánimo de pacientes tras ingreso por COVID-19 en una unidad de Cuidados Intensivos. *Rehabilitación (Madr)*. 2022; 56(3): p. 182-7.
22. Tozato C, Costa Ferreira B, Pereira Dalavina J, Vitelli Molinari C, dos Santos Alves V. Cardiopulmonary rehabilitation in post-COVID-19 patients: case series. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2021; 33(1): p. 167-71.
23. Díaz-Buschmann I, Villelabeitia Jaureguizar K, Calero M, Sánchez Aquino R. Programming exercise intensity in patients on beta-blocker treatment: the importance of choosing an appropriate method. *Eur J Prev Cardiol*. 2014; 21(12): p. 1474-80.
24. Klok FA, Boon GJAM, Barco S, Endres M, Gellhoed JJM, Knauss S, et al. The Post-COVID-19 Functional Status scale: a tool to measure functional status over time after COVID-19. *Eur Respi J*. 2020; 56(1).
25. Rapela L, Andreu M, Capodarco G. Rehabilitación pulmonar ambulatoria en sujetos con secuelas pos-COVID-19. Serie de casos. *AJRPT*. 2022; 4(1): p. 26-32.
26. Andreu M, Policastro P. ¿Por qué son importantes los factores contextuales en el abordaje kinésico? *AJRPT*. 2020; 2(3): p. 1-3.
27. Soto-Rodríguez S. Rehabilitación kinésica para pacientes con alta hospitalaria por COVID-19. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*. 2021; 37(1): p. 59-67.
28. Vasconcello-Castillo L, Torres-Castro R, Solís-Navarro L, Rivera-Lillo G, Puppo H. Evaluación Funcional y Respiratoria en Pacientes post COVID-19; ¿Cuáles son las mejores pruebas? *Kinesiología*. 2020; 39(2): p. 109-15.