





Caracterización de la función pulmonar en los sobrevivientes colombianos de la COVID-19

Sol Angie Romero-Díaz¹ , Luz Fanny Guerrero-Salgado² , Ana Isabel García-Muñoz² ,
Esteban Aedo-Muñoz³ 

¹ Docente investigador de la Facultad de Terapia Respiratoria, Institución Universitaria Visión de las Américas, Medellín, Colombia.

² Docente investigador del programa de Terapia Respiratoria, Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia.

³ Académico e investigador de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Santiago de Chile, Santiago, Chile.

INFORMACIÓN ARTÍCULO

Palabras clave

Consumo de Oxígeno;
COVID-19;
Espirometría

Recibido: abril 14 de 2023

Aceptado: marzo 21 de 2024

Correspondencia:

Sol Angie Romero-Díaz;
sol.romero@uam.edu.co

Cómo citar: Romero-Díaz SA, Guerrero-Salgado LF, García-Muñoz AI, Aedo-Muñoz E. Caracterización de la función pulmonar en los sobrevivientes colombianos de la COVID-19. *Iatreia* [Internet]. 2024 Oct-Dic;37(4):403-414. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.265>



Copyright: © 2024
Universidad de Antioquia.

RESUMEN

Introducción: el SARS-CoV-2 afecta agudamente la función pulmonar de los seres humanos y las alteraciones respiratorias pueden persistir después de superada la infección.





Objetivos: caracterizar la función pulmonar de los sobrevivientes colombianos de la COVID-19.

Métodos: estudio piloto en el cual se evaluó la función pulmonar con un dispositivo MiniBox™, la aptitud aeróbica con una caminata de seis minutos, y la percepción de la fatiga con el inventario multidimensional de la fatiga (MFI-20).

Resultados: de un grupo inicial de 70 participantes, únicamente 39 lograron completar el estudio, con un curso de enfermedad que osciló entre leve y moderado. Las mujeres constituyeron la mayoría (51%) de los participantes y no se hallaron valores anormales en la función pulmonar. El puntaje para la fatiga total fue de $39 \pm 9,2$; para la fatiga general fue de 5 ± 0 , al igual que para la fatiga física (5 ± 0); para la fatiga mental el puntaje fue de $8,56 \pm 3,5$, para la actividad reducida fue de $11,2 \pm 2,96$, y para la motivación reducida fue de $9,38 \pm 4,4$. Asimismo, el consumo de oxígeno pico (VO₂ pico) fue de $19,51 \text{ ml/kg/min} \pm 2,8 \text{ ml/kg/min}$.

Conclusiones: la función pulmonar y la fatiga en colombianos sobrevivientes del COVID-19 residentes en Bogotá y que no recibieron soporte ventilatorio fueron normales de acuerdo con las pruebas realizadas, mientras que la aptitud cardiorrespiratoria fue baja.

Characterization of Pulmonary Function in Colombian COVID-19 Survivors

Sol Angie Romero-Díaz¹ , Luz Fanny Guerrero-Salgado² , Ana Isabel García-Muñoz² ,
Esteban Aedo-Muñoz³ 

¹ Professor and Researcher, Faculty of Respiratory Therapy, Institución Universitaria Visión de las Américas, Medellín, Colombia.

² Professor and Researcher, Respiratory Therapy Program, Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia.

³ Professor and Researcher, Faculty of Medical Sciences, Universidad Santiago de Chile, Santiago, Chile.

ARTICLE INFORMATION

Keywords

COVID-19,
Spirometry,
Oxygen Consumption

Received: April 14, 2023

Accepted: March 21, 2024

Correspondence:

Sol Angie Romero-Díaz; sol.romero@uam.edu.co

How to cite: Romero-Díaz SA, Guerrero-Salgado LF, García-Muñoz AI, Aedo-Muñoz E. Characterization of Pulmonary Function in Colombian COVID-19 Survivors. *Iatreia* [Internet], 2024 Oct-Dec;37(4):403-414. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.265>



Copyright: © 2024
Universidad de Antioquia.

ABSTRACT

Introduction: SARS-CoV-2 acutely affects human pulmonary function, and respiratory alterations may persist after overcoming the infection.

Objectives: To characterize the pulmonary function among Colombian survivors of COVID-19.

Methods: A pilot study was conducted where pulmonary function was assessed using a MiniBox™ device, aerobic fitness with a six-minute walk test, and fatigue perception with the Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20).

Results: Out of an initial group of 70 participants, only 39 completed the study, with a disease course ranging from mild to moderate. Women comprised the majority (51%) of the participants, and no abnormal values were found in pulmonary function. The total fatigue score was 39 ± 9.2 ; for general fatigue, it was 5 ± 0 , the same as for physical fatigue (5 ± 0); for mental fatigue, the score was 8.56 ± 3.5 ; for reduced activity, it was 11.2 ± 2.96 , and for reduced motivation, it was 9.38 ± 4.4 . Additionally, the peak oxygen consumption (VO₂ peak) was $19.51 \text{ ml/kg/min} \pm 2.8 \text{ ml/kg/min}$.

Conclusions: Pulmonary function and fatigue levels in Colombian COVID-19 survivors residing in Bogotá who did not require ventilatory support were normal according to the tests performed, while cardiopulmonary fitness was low.

INTRODUCCIÓN

Desde que la Organización Mundial de la Salud (1) declaró la COVID-19 como la sexta emergencia de salud pública el 30 de enero de 2020 y posteriormente la enunció como pandemia, el 11 de marzo del mismo año (2), se inició una movilidad internacional en busca de controlar el contagio y prevenir el colapso de los sistemas sanitarios. Dentro de los hallazgos paraclínicos reportados se ha mencionado la presencia de cambios pulmonares inespecíficos con evidencia de opacidades alveolares o mixtas sugestivas de lesión pulmonar difusa, la cual se ha observado también en la tomografía axial computarizada (TAC); dichos cambios pulmonares han correspondido en un 59% de los casos a la consolidación pulmonar y en un 41% a la presencia de imágenes en vidrio esmerilado (3); hallazgos que también se han documentado en algunos casos moderados e inclusive asintomáticos (4). La progresión de estas lesiones puede terminar desencadenando el síndrome de distrés respiratorio agudo, el cual es responsable del 28,8% de las muertes (5). Al respecto, en estudios histopatológicos de biopsia pulmonar *post mortem* se ha evidenciado la presencia de hiperplasia reactiva de los neumocitos tipo II, exudados fibrinosos intraalveolares, fibrosis intersticial laxa e infiltrados inflamatorios crónicos (6), todos sugestivos de enfermedad intersticial.

Las lesiones ya descritas, secundarias a la respuesta inflamatoria y propias de un proceso infeccioso tan agresivo, pueden desencadenar efectos a largo plazo en la función pulmonar como lo son la disminución en la capacidad de difusión de monóxido de carbono, alteraciones en parámetros que son compatibles con una obstrucción del flujo, entre otros (7), conducentes a la aparición de síntomas limitantes, como la disnea, que restringe la participación de los sujetos en la práctica de actividad física, incluyendo las actividades de la vida diaria, con lo cual, quienes se vean afectados presentan un compromiso real en su calidad de vida por un tiempo indeterminado. Un estudio con valoración integral de 124 pacientes diagnosticados con COVID-19 de leve a moderada y de grave a crítica describió una correlación entre el grado de la enfermedad y la disminución de la DLCO (capacidad de difusión pulmonar de monóxido de carbono), así como entre la reducción del 99% de las áreas con daño parenquimatoso en los reportes de TAC pulmonar y el 93% de normalidad en los rayos X a los tres meses del alta clínica; solo un 22% de los pacientes tenía una baja capacidad de ejercicio, y el estado de salud, en general, fue deficiente, con un deterioro funcional del 64%, fatiga del 69% y con una calidad de vida del 72% (8).

En los pacientes pos-COVID-19 recuperados de una neumonía leve a moderada o grave y con recuperación clínica pero con persistencia de cambios en los rayos X de tórax a las 12 semanas después del alta se recomienda la realización periódica de pruebas de función pulmonar (9), dentro de las cuales, la espirometría es considerada por algunos autores como la mejor práctica para medir la función pulmonar y como biomarcador de salud porque permite identificar a los sujetos en riesgo y predecir la mortalidad prematura. No obstante, la espirometría en sí misma requiere de otras pruebas complementarias para determinar un diagnóstico; de esta manera, la medición de volúmenes pulmonares y de la DLCO ha sido utilizada en la valoración de este tipo de pacientes y ha resultado heterogénea, pues si bien esta última permite determinar el daño en la membrana alveolocapilar, no siempre se correlaciona con el daño parenquimatoso ni con los cambios histológicos que suceden en neumopatías intersticiales (10).

La inmunorregulación que habitualmente se presenta después de un proceso infeccioso y que al parecer es la responsable de dichos cambios pulmonares también se ha asociado con la persistencia de fatiga en otros escenarios clínicos, siendo una explicación de ello la respuesta secundaria a una hiperexcitación anómala del sistema nervioso central que genera percepciones diferentes en la intensidad del dolor, incluso a nivel cognitivo y afectivo (11). En relación con el tema, se ha informado como manifestación clínica persistente de la COVID-19 la presencia de fatiga crónica, ya sea acompañando otras manifestaciones atípicas, como la anosmia y la ageusia, o como el único

síntoma informado (12). Estos cambios inmunomodulados, que generan modificaciones en la función pulmonar y son precipitadores de la fatiga, conducen a una menor aptitud aeróbica, por ello, la presente investigación se propuso caracterizar la función pulmonar, la aptitud aeróbica y el nivel de fatiga percibido en sobrevivientes colombianos de la COVID-19 residentes en Bogotá.

MÉTODOS

Estudio piloto en el que se caracterizó la función pulmonar, la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espirado en el primer segundo (VEF1), la relación entre el volumen espirado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (VEF1/CVF), el flujo inspiratorio máximo (FIM), el flujo espiratorio máximo (FEM) y los flujos del 25% al 75%, así como los volúmenes pulmonares, la capacidad pulmonar total (CPT), el flujo espiratorio forzado (FEF), el flujo espiratorio pico (FEP), el volumen residual (VR) y el volumen de oxígeno (VO_2). Todas estas variables fueron valoradas con el equipo MiniBox™, pues se trata de un método fiable para la medición de volúmenes pulmonares (13). La evaluación de la aptitud aeróbica se llevó a cabo con una prueba de caminata de seis minutos haciendo uso de la fórmula $VO_2 \text{ pico} = (0,03 * \text{distancia en metros} + 3,98)$ (14), y la evaluación de la percepción de la fatiga se logró aplicando el inventario multidimensional de la fatiga (MFI-20) desarrollado en 1995 por Smets *et al.* (15), pues muestra una alta consistencia interna y validez. Como la aptitud aeróbica puede verse influenciada por el nivel de actividad física, todos los sujetos completaron el cuestionario internacional de actividad física IPAQ.

La población estuvo conformada por adultos colombianos sobrevivientes de la COVID-19 y se realizó un muestreo probabilístico partiendo de una probabilidad del 0,05 de hallar secuelas en su función pulmonar, así como de un nivel de confianza del 0,95. De esta manera la muestra estuvo conformada por 45 sujetos, como resultado de la ecuación (16), y se tuvieron como criterios de inclusión: ser mayor de edad, contar con diagnóstico de COVID-19 (autoinforme de PCR positivo y no diagnosticado en el último mes) y llevar viviendo en Bogotá más de cinco años. Se excluyeron los sujetos cuyas espirometrías no cumplieran con criterios de aceptabilidad y reproducibilidad según la American Thoracic Society (17); los fumadores activos; los consumidores de cigarrillo electrónico; sujetos con enfermedad respiratoria, cardíaca o musculoesquelética aguda o crónica; personas con antecedente de exposición a material causante de enfermedades ocupacionales pulmonares; sujetos con síntomas respiratorios o que presentaran síntomas sugestivos de reinfección por SARS-CoV-2; y mujeres en estado de embarazo. El criterio de retiro fue: aquellos sujetos que no presentaran todas las valoraciones, para lo cual se aplicó un cuestionario que corroborara cualquiera de estas situaciones. Los sujetos de estudio se reclutaron mediante la técnica de rastreo por bola de nieve entre los meses de marzo a julio del año 2021 por medio de WhatsApp (Figura 1).

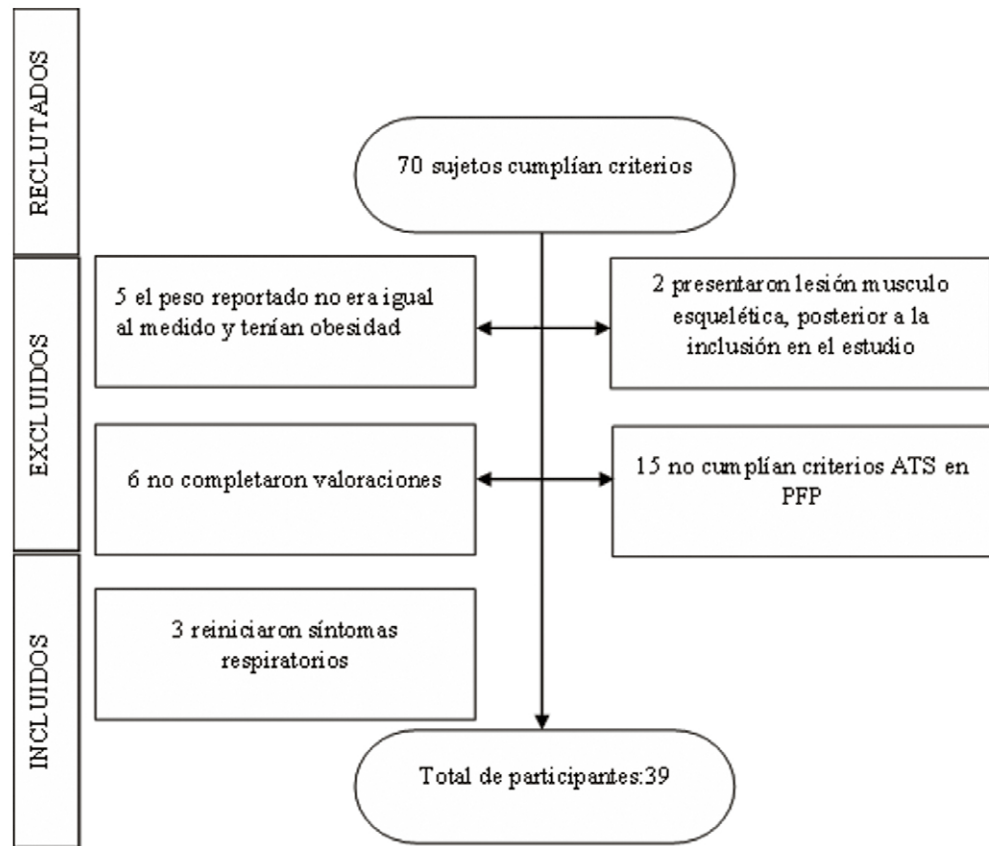


Figura 1. Flujograma de participantes vinculados al estudio

ATS: American Thoracic Society; PFP: Pruebas de Función Pulmonar
 Fuente: elaboración propia

El protocolo fue socializado con los participantes de forma virtual a través de la plataforma Google Meet, en donde se les explicó los beneficios y los riesgos; aquellos firmaron el consentimiento informado el día de la valoración que se realizó entre la última semana de agosto y el mes de septiembre de 2021. Todos los sujetos se valoraron en el Laboratorio de Simulación Clínica de la Fundación Universitaria del Área Andina, fueron pesados con la báscula digital Omron Premium HN-289 silky grey y se realizó la medición de la altura con el tallímetro marca InBody modelo InLab. El día de la prueba se confirmó la estabilidad hemodinámica de los participantes mediante la toma de signos vitales y de la saturación de oxígeno con un oxímetro marca Nonin; se conservaron todas las medidas de bioseguridad. Asimismo, se les preguntó si requirieron manejo en la unidad de cuidados intensivos y si requirieron soporte ventilatorio invasivo; el 100% de la muestra respondió que no.

Los datos de los sujetos a estudiar fueron analizados a través del paquete estadístico SPSS versión 25.0. De esta manera, se realizó un análisis descriptivo de las variables a través de la varianza y de estadígrafos de tendencia central, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se realizó un análisis inferencial de grupos no relacionados para la comparación de variables cuantitativas y se realizó un análisis de asociación entre variables con la prueba de asociación de Pearson. La

investigación se rigió por los principios de Helsinki y por la resolución N°008430 de 1993 que regula la investigación en salud en Colombia. Los sujetos firmaron el consentimiento informado que fue avalado por el Comité de Ética de la Dirección Nacional de Investigaciones de la Fundación Universitaria del Área Andina.

RESULTADOS

De un total de 70 sujetos seleccionados para participar en el estudio, solo 39 sobrevivientes de COVID-19 lo culminaron (Figura 1), 54% fueron mujeres ($n = 21$) y 46% hombres ($n = 18$), las edades fueron de $36 \text{ años} \pm 13 \text{ años}$, el peso de $64 \text{ kg} \pm 9 \text{ kg}$, la estatura de $164 \text{ cm} \pm 9 \text{ cm}$, con un IMC de $24 \text{ kg/m}^2 \pm 3 \text{ kg/m}^2$, y con $5,3 \text{ meses} \pm 3,8 \text{ meses}$ entre el diagnóstico y la toma de los exámenes. La aptitud aeróbica expresada como VO_2 pico fue de $19,5 \text{ ml/kg/min} \pm 3 \text{ ml/kg/min}$ y alcanzó una distancia promedio de $518 \text{ metros} \pm 94 \text{ metros}$, con un porcentaje de $71,7 \pm 14,1$ en relación con lo predicho con la fórmula de Trooster (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. Resultados de la función pulmonar en los sobrevivientes colombianos de la Covid-19 residentes en la ciudad de Bogotá en el año 2021

Variable	Media \pm D.E
CVF (L)	$4,37 \pm 0,9$
CVF (%)	109 ± 18
VEF 1 (L)	$3,52 \pm 0,69$
VEF 1 (%)	$105,3 \pm 12$
VEF 1/CVF	$82,2 \pm 7$
FEF 25-75 (L/s)	$3,6 \pm 1$
CPT (L)	$5,59 \pm 1$
CPT (%)	$99,5 \pm 11$
VR (L)	$1,21 \pm 0,5$
VR (%)	$88,5 \pm 26,9$
VR/CPT	$88,59 \pm 22,3$
CI/CPT(L)	$2,88 \pm 0,6$
CI/CPT(%)	$103,49 \pm 13$
VGT(L)	$2,6 \pm 0,6$
VGT(%)	$98,26 \pm 20$
VRE(L)	$1,46 \pm 0,6$
VRE(%)	114 ± 33
CV(L)	$4,37 \pm 1$
CV(%)	103 ± 12
CVS(L)	$4,15 \pm 1$
CVS(%)	102 ± 14

Abreviaturas: D.E: desviación estándar; CVF: capacidad vital forzada; VEF 1: volumen espirado en el primer segundo; FEF: flujo espiratorio forzado; CPT: capacidad pulmonar total; VR: volumen residual; CI: capacidad inspiratoria; VGT: volumen de gas total; VRE: volumen de reserva espiratoria; CV: capacidad vital; CVS: capacidad vital suave

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Comparaciones categorizadas por sexo en sobrevivientes colombianos de la Covid-19 residentes en la ciudad de Bogotá en el año 2021

Variables	Hombres Media ± S.D.	Mujeres Media ± S.D.	Significancia (*p < 0,05)
Edad (años)	35,67 ± 12,98	36,52 ± 13,81	0,54
Peso (kg)	69,11 ± 7,92	58,95 ± 7,44	0,83
Talla (cm)	170,11 ± 5,97	158,57 ± 6,67	0,28
IMC (kg/m ²)	23,87 ± 2,28	23,60 ± 3,78	0,04*
Metros Totales (m)	492,22 ± 95,76	539,29 ± 89,61	0,48
Sobre el valor de referencia Walteros (%)	77,53 ± 16,53	90,86 ± 13,91	0,27
FC máxima (%)	46,75 ± 15,53	51,81 ± 11,28	0,33
CVF (L)	5,03 ± 0,77	3,79 ± 0,71	0,71
CVF (%)	112,5 ± 21,27	106,1 ± 14,53	0,17
VEF 1 (L)	4,04 ± 0,60	3,14 ± 0,58	0,90
VEF 1 (%)	106,06 ± 9,58	104,71 ± 13,96	0,32
Relación VEF 1/CVF	81,39 ± 6,59	82,78 ± 7,43	0,36
FEF 25-75 (L/s)	3,80 ± 1,23	2,85 ± 1,53	0,08
FEP (L/s)	101,33 ± 14,76	111,38 ± 19,13	0,30
CPT (L)	6,25 ± 0,86	4,69 ± 1,22	0,53
CPT (%)	100,28 ± 10,89	98,95 ± 12,39	0,60
VR (L)	1,21 ± 0,38	1,18 ± 0,60	0,23
VR (%)	84,72 ± 29,62	51,81 ± 11,28	0,61
Relación VR/CPT	83,44 ± 21,16	93 ± 22,89	0,74
VO ₂ (ml/kg/min)	18,74 ± 2,87	20,15 ± 2,68	0,27

Abreviaturas: D.E: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; FC: frecuencia cardiaca máxima; CVF: capacidad vital forzada; VEF1: volumen espirado en el primer segundo; FEF: flujo espiratorio forzado; FEP: flujo espiratorio pico; CPT: capacidad pulmonar total; VR: volumen residual; VO₂: volumen de oxígeno.

Fuente: elaboración propia

Tanto la CVF como el VEF1 fueron mayores en hombres que en mujeres y se halló una relación entre estas variables con el sexo, así: $r = 0,593$ con $p: 0,00$ y $r = 0,699$ con $p: 0,00$, en cada caso. La relación VEF1/CVF fue mayor al Límite Inferior de la Normalidad (LIN) en ambos casos y el flujo espiratorio forzado (% FEF 25 – 75) tampoco evidenció cambios significativos. La distancia alcanzada en la caminata de seis minutos fue superior en mujeres (539 m ± 90 m) con respecto a los hombres (492 m ± 95 m), con una diferencia significativa ($p < 0,05$), y se relacionó de manera moderada con la percepción de la fatiga ($r = 0,401$; $p = 0,01$). El puntaje para la fatiga total fue de $39 \pm 9,2$; para la fatiga general fue de 5 ± 0 , así como para la fatiga física; para la actividad reducida el puntaje fue de $11,2 \pm 2,96$; para la motivación reducida fue de $9,38 \pm 4,4$; y, por último, para la fatiga mental fue de $8,56 \pm 3,5$.

DISCUSIÓN

Los primeros estudios de la función pulmonar en sobrevivientes de COVID-19 reportaron que los pacientes, independientemente de la severidad del cuadro clínico, presentaban trastornos restrictivos

y disfunción leve de las vías respiratorias que podrían ser persistentes por periodos de tiempo prolongados (18). En el caso del presente estudio se evidenció que la función pulmonar evaluada por medio de la medición de volúmenes pulmonares y de la espirometría, incluyendo el flujo 25 - 75 que reflejaría lesión de la vía aérea periférica (19), se conservó dentro de los rangos de normalidad en los sujetos evaluados, quienes cursaron con enfermedad leve a moderada entre cuatro a seis meses y un año de ser diagnosticados. Por otra parte, en el 2021, Huang *et al.* (20), en un estudio de cohortes con seguimiento durante seis meses después de la infección aguda, encontraron que los sujetos presentaban principalmente fatiga o debilidad muscular y que además referían ansiedad, depresión y dificultad para dormir. Los pacientes que cursaron con deterioro progresivo durante su estancia hospitalaria mostraron cambios más significativos en su función pulmonar con respecto a esto; los autores hacen la recomendación de realizar planes de intervención integral que permitan su recuperación a largo plazo.

Asimismo, un estudio realizado en adultos aparentemente sanos y procedentes de diferentes hospitales españoles con infección por SARS-CoV-2 reveló que 45 días después del inicio de los síntomas la función pulmonar se conservaba adecuada, mientras que en el 2020, Xiaoneng Mo *et al.* (21) documentaron, en sujetos con diferentes niveles de gravedad de la enfermedad, trastornos en la función pulmonar entre los 20 y 41 días posteriores al alta hospitalaria, los cuales consistían en trastornos de difusión, de la capacidad pulmonar total (CPT), del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), de la capacidad vital forzada (CVF), de la relación FEV 1 / FVC y de la función de las vías respiratorias pequeñas, pero a diferencia de nuestro estudio, sus participantes presentaban comorbilidades previas.

Del mismo modo, Lewis *et al.* (22) realizaron un estudio de corte multicéntrico que tuvo por objetivo comparar las pruebas de la función pulmonar antes y después del contagio en pacientes infectados con la COVID-19. Los autores llevaron a cabo una búsqueda retrospectiva en los registros médicos electrónicos en los que se evidenció un deterioro importante en la función pulmonar de los pacientes de edad avanzada o cuyas pruebas anteriores a la enfermedad mostraban antecedentes de enfermedad pulmonar intersticial o fibrosis quística. Estas variaciones en el comportamiento de la función pulmonar obligan a pensar que las secuelas pulmonares pueden estar representadas, en gran medida, por la respuesta individual que el sistema inmunológico desarrolle y por la existencia de comorbilidades previas.

Por su parte, Eksombatchai *et al.* (23), en un grupo de 87 pacientes conformado por hombres y mujeres tailandeses, observaron anomalías tanto restrictivas como obstructivas en la espirometría de los sujetos que habían desarrollado, principalmente, neumonía grave, pero también en sujetos con neumonía no grave y en aquellos que tuvieron síntomas leves. En estos dos últimos grupos la distancia media de caminata de seis minutos fue de 538 m \pm 56,8 m y 527,5 m \pm 53,5 m, respectivamente, y la función pulmonar fue normal a los 60 días del alta hospitalaria. En nuestro estudio se observó una distancia general de 517,56 m \pm 94,3 m, con valores para mujeres y hombres de 539 m \pm 90 m y 492 m \pm 95 m, respectivamente; valores que se ubican por debajo de lo reportado por Walteros *et al.* (24): 658,9 m en hombres y 592,75 m en mujeres, y por Viola *et al.* (25): 602,7 m en mujeres y 672,4 m en hombres; ambos estudios fueron realizados en Bogotá. Del mismo modo, Guler *et al.* (26) reportaron, en el estudio pulmonar suizo, COVID-19 con seguimiento a cuatro meses y resultados de una función pulmonar promedio normal en pacientes con clasificación leve/moderada, mientras que los pacientes de clasificación grave/crítica tuvieron volúmenes pulmonares más bajos, pues todavía estaban dentro del rango normal. Por otra parte, los resultados de la distancia de la caminata de seis minutos fueron de 120 metros menos en el grupo de enfermedad grave/crítica, con una disminución promedio de SpO₂ de 5,6% \pm 3,8% en quienes requirieron ventilación mecánica del grupo de enfermedad grave/crítica en comparación con el 2,6% \pm 3,1% del grupo de enfermedad leve/moderada ($p = 0,02$). Estas diferencias sugieren que haber padecido COVID-19 leve a moderada puede condicionar la distancia recorrida en esta prueba submáxima y por tanto el VO₂ (26).

A su vez, el VO_2 pico, que representa la aptitud cardiorrespiratoria y que determina la capacidad del sujeto para resistir por periodos prolongados de tiempo a intensidades heterogéneas de actividad física, alcanzó un valor de $19,51 \text{ ml/kg/min} \pm 2,8 \text{ ml/kg/min}$, ubicando esta cualidad física por debajo de la media (27). Sin embargo, vale aclarar que la caminata de seis minutos es una prueba indirecta y submáxima (28) que puede llegar a limitar la clasificación de la población. Esta aptitud cardiorrespiratoria se relacionó de manera directa con la percepción de la fatiga al final de la prueba ($r = 0,403$; $p: 0,01$) y con la CVF ($r = 0,335$; $p: 0,03$). Al respecto, se ha determinado que las mejoras manifestadas en la CVF se acompañan de efectos positivos en el VO_2 y por tanto en la capacidad funcional (29) y en la sobrevida (30). Muestra de ello es el estudio de Vásquez *et al.* (28), en el cual se describen relaciones moderadas entre la distancia alcanzada con esta prueba y la capacidad aeróbica en personas con afecciones cardiorrespiratorias ($r = 0,51$ y $0,88$) y en sujetos con accidente cerebrovascular ($r = 0,4$ a $0,8$ $p < 0,05$).

Asimismo, Cortés *et al.* (31) describieron la capacidad funcional por medio de la caminata de seis minutos en 186 sobrevivientes de la COVID-19 y, según esta, los categorizaron en tres grupos: el grupo leve sin hipoxemia y que recibió manejo en casa alcanzó una distancia de $493 \text{ m} \pm 74 \text{ m}$; el grupo de enfermedad moderada, con manejo en casa y suplemento de oxígeno, caminó $428 \text{ m} \pm 97 \text{ m}$; y el grupo de enfermedad grave que estuvo hospitalizado sin recibir ventilación mecánica invasiva registró $439 \text{ m} \pm 111 \text{ m}$. Los datos encontrados en este estudio son inferiores a los de la categoría de nivel leve encontrados en el nuestro. Sin embargo, cabe resaltar que la aptitud cardiorrespiratoria se puede ver influenciada por procesos naturales de adaptación a la altura, situación que ocurre en una ciudad como Bogotá.

Con respecto a las respuestas pulmonares al ejercicio en pacientes que se recuperan de COVID-19, se ha reportado que estas tienen relación directa con los síntomas persistentes que refieren los pacientes recuperados de la enfermedad. Es así como Szekely *et al.* (32) observaron, en un total de 71 pacientes que fueron evaluados prospectivamente mediante ecocardiografía de estrés combinada con prueba de esfuerzo cardiopulmonar, que los síntomas más comunes fueron: fatiga (en el 34%), debilidad o dolor muscular (en el 27%), disnea (en el 22%) y un VO_2 más bajo. Del mismo modo, Aparisi *et al.* (33) realizaron un estudio prospectivo en pacientes con COVID-19 (con y sin disnea referida durante el seguimiento a mediano plazo), a quienes se les efectuó una prueba de ejercicio cardiopulmonar, una caminata de seis minutos, entre otras, y algunos hallazgos importantes estuvieron relacionados con la disnea ($n = 41$; 58,6%), con una mayor proporción de mujeres (73,2% vs. 51,7%; $p = 0,065$) y sin una diferencia significativa en las pruebas de función pulmonar. En general, los pacientes que refirieron disnea persistente tuvieron una disminución significativa en el consumo de VO_2 máximo previsto (77,8% [64 - 92,5] vs. 99% [88 - 105]; $p < 0,00$; $p < 0,001$), en la distancia total en la prueba de caminata de seis minutos (535 (467 - 600) vs. 611 (550 - 650) metros; $p = 0,001$), y en la calidad de vida medida por medio del Cuestionario de Miocardiopatía de Kansas City (KCCQ, por sus siglas en inglés), pues el puntaje fue de $60,1 \pm 18,6$ vs. $82,8 \pm 11,3$; $p < 0,001$. Estos hallazgos son iguales a los reportados en nuestro estudio.

La percepción del esfuerzo, según la escala de Borg, en la caminata de seis minutos, como una categoría muy ligera, se relacionó con la distancia alcanzada; al respecto, se ha mencionado la disnea como un síntoma que persiste más allá de los tres meses y que en algunos casos se asocia a la función pulmonar afectada en sujetos que presentaron enfermedad no crítica (34); sin embargo, dicha relación de la percepción del esfuerzo con la caminata no se halló con ninguna de las variables espirométricas ni con los volúmenes pulmonares a pesar de que la función pulmonar se reporta como normal con una percepción baja del esfuerzo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación del nivel de fatiga con la escala multidimensional (MFI-20), los valores alcanzados, según el estudio de Jin-Mann *et al.* (35) la fatiga general y la fatiga física se encuentran por debajo de la media, mientras que la actividad reducida, la

motivación reducida y la fatiga mental están en los rangos para la media de la población. Morin *et al.* (36) midieron el nivel de fatiga por medio del MFI-20 en sobrevivientes de la COVID-19 cuatro meses después del alta hospitalaria; los investigadores describieron una mediana en la puntuación para la motivación reducida de 4,5 y para la fatiga mental de 3,7. Estos resultados son notablemente inferiores en comparación con el presente estudio; la explicación podría deberse al tamaño, significativamente mayor, de la muestra (478 sobrevivientes) y a la evidencia de alteraciones pulmonares manifiestas en las lesiones fibróticas en el 19,3% de los sujetos. Es relevante considerar que la estancia en la unidad de cuidados intensivos puede llegar a complicar la evolución del paciente.

Este estudio, aunque presenta limitaciones en cuanto al número de participantes, fue estricto en cuanto a los criterios de selección con el ánimo de evitar confusiones en la interpretación de las pruebas, de tal manera que cualquier anomalía, realmente, obedeciera a la COVID-19 y no a alguna comorbilidad, por lo que se puede afirmar que, en la población estudiada, los hallazgos obedecen a la realidad de los sobrevivientes, pues se trató de personas previamente sanas. Se recomienda, para futuros estudios, además de incluir un mayor número de participantes, hacer el seguimiento a la función pulmonar con un enfoque ambispectivo para que sea posible analizar la evolución de dicha función.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación permitieron identificar que, por un lado, los sujetos que no recibieron soporte ventilatorio y que hicieron parte del pilotaje no presentaron trastornos en su función pulmonar, y por el otro, que la percepción de la fatiga y la disnea fueron bajas después, entre los 5 meses y los 9 meses posteriores al diagnóstico de la enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen a la Boutique del Cuidado Respiratorio por el préstamo del equipo MiniBox™.

CONFLICTO DE INTERESES

Los investigadores no presentan ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Lai CC, Shih TP, Ko WC, Tang HJ, Hsueh PR. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *Int J Antimicrob Agents* [Internet]. 2020;55(3):105924. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105924>
2. Buss PM, Tobar S. COVID-19 and opportunities for international cooperation in health. *Cad Saude Publica* [Internet]. 2020;36(4). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00066920>
3. Sierra-Sierra S, Arbeláez-Salgado MA, Cadavid-Congote A, Flórez-Filomeno DR, Garcés-Otero JS, Machado-Gómez A, et al. COVID-19: Temas de interés para el cirujano. *Rev Colomb Cir* [Internet]. 2020;35(2):153-61. <https://doi.org/10.30944/20117582.612>
4. Trujillo-Saavedra CH. ADENDO: ACTUALIZACIÓN 27/06/2020. Consenso colombiano de atención, diagnóstico y manejo de la infección por SARS-CoV-2/COVID-19 en establecimientos de atención de la salud: Recomendaciones basadas en consenso de expertos e informadas en la evidencia ACIN-IETS. SEGUNDA EDICIÓN. *Infectio* [Internet]. 2020;24(3). <https://doi.org/10.22354/in.v24i3.895>
5. Tang X, Du RH, Wang R, Cao TZ, Guan LL, Yang CQ, et al. Comparison of hospitalized patients with ARDS caused by COVID-19 and H1N1. *Chest* [Internet]. 2020;158(1):195-205. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.032>

6. Zhang H, Zhou P, Wei Y, Yue H, Wang Y, Hu M, et al. Histopathologic changes and SARS-CoV-2 immunostaining in the lung of a patient with COVID-19. *Ann Intern Med* [Internet]. 2020;172(9):629-32. <https://doi.org/10.7326/M20-0533>
7. Orme Jr J, Romney JS, Hopkins RO, Pope D, Chan KJ, Thomsen G, et al. Pulmonary function and health-related quality of life in survivors of acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2003;167(5):690-4. <https://doi.org/10.1164/rccm.200206-542OC>
8. Van-den-Borst B, Peters JB, Brink M, Schoon Y, Bleeker-Rovers CP, Schers H, et al. Comprehensive health assessment 3 months after recovery from acute coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis* [Internet]. 2021;73(5):e1089-98. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>
9. Ranzieri S, Corradi M. Conducting spirometry in occupational health at COVID-19 times: international standards. *Med Lav* [Internet]. 2021;112(2):95. Available from: <https://www.mattioli1885journals.com/index.php/lamedicinadellavoro/article/view/11420>
10. Sastre SLS. Capacidad de difusión de monóxido de carbono: principios teóricos, formas de medición y aplicaciones clínicas. *Neumosur Rev Asoc Neumólogos Sur* [Internet]. 1990;2(2):57-75. Available from: <https://www.rev-esp-patol-torac.com/files/publicaciones/Revistas/1990/NS1990.02.2.A07.pdf>
11. Calderón-Elizondo J. Síndrome de fatiga. *Med Leg Costa Rica* [Internet]. 2017;34(2):76-81. Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-00152017000200076&script=sci_abstract&lng=es
12. Sukocheva OA, Maksoud R, Beeraka NM, Madhunapantula SV, Sinelnikov M, Nikolenko VN, et al. Analysis of post COVID-19 condition and its overlap with myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome. *J Adv Res* [Internet]. 2022;40:179-96. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2021.11.013>
13. Berger KI, Adam O, Dal Negro RW, Kaminsky DA, Shiner RJ, Burgos F, et al. Validation of a novel compact system for the measurement of lung volumes. *Chest* [Internet]. 2021;159(6):2356-2365. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.01.052>
14. Schumacher AN, Shackelford DY, Brown JM, Hayward R. Validation of the 6-min walk test for predicting peak VO₂ in cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2019;51(2):271-7. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001790>
15. David AS, Wessely SC. The legend of Camelford: medical consequences of a water pollution accident. *J Psychosom Res* [Internet]. 1995;39(1):1-9. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(94\)00085-J](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)00085-J)
16. Viechtbauer W, Smits L, Kotz D, Budé L, Spigt M, Serroyen J, et al. A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 2015;68(11):1375-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.04.014>
17. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American thoracic society and European respiratory society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2019;200(8):e70-88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
18. You J, Zhang L, Zhang J, Hu F, Chen L, Dong Y, et al. Anormal pulmonary function and residual CT abnormalities in rehabilitating COVID-19 patients after discharge. *J Infect* [Internet]. 2020;81(2):e150-2. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.06.003>
19. Berhane K, McConnell R, Gilliland F, Islam T, Gauderman WJ, Avol E, et al. Sex-specific effects of asthma on pulmonary function in children. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2000;162(5):1723-30. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.162.5.2001116>
20. Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet* [Internet]. 2021;397(10270):220-32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32656-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32656-8)
21. Mo X, Jian W, Su Z, Chen M, Peng H, Peng P, et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur Respir J* [Internet]. 2020;55(6):2001217. <https://doi.org/10.1183/13993003.01217-2020>
22. Lewis KL, Helgeson SA, Tatari MM, Mallea JM, Baig HZ, Patel NM. COVID-19 and the effects on pulmonary function following infection: a retrospective analysis. *EclinicalMedicine* [Internet]. 2021;39:101079. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101079>
23. Eksombatchai D, Wongsinin T, Phongnarudech T, Thammavaranucupt K, Amornputtisathaporn N, Sungkanuparph S. Pulmonary function and six-minute-walk test in patients after recovery from COVID-19: A prospective cohort study. *PloS One* [Internet]. 2021;16(9):e0257040. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257040>

24. Walteros-Manrique RE. Distancia recorrida de la prueba de caminata de seis minutos en población adulta sana en una comunidad universitaria de la ciudad de Bogotá [Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2018. Available from: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64204/RaulWalteros.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Lugo-Pérez LM, Angulo-Lobelo JP, Prieto LV, del Gordo-Quijano CIQ, Henríquez ES. Distancia recorrida en la prueba de caminata de seis minutos en población adulta sana en una institución de salud de la ciudad de Barranquilla. *Rev Colomb Neumol* [Internet]. 2020;32(2):20-6. <https://doi.org/10.30789/rcneumologia.v32.n2.2020.529>
26. Guler SA, Ebner L, Aubry-Beigelman C, Bridevaux PO, Brutsche M, Clarenbach C, et al. Pulmonary function and radiological features 4 months after COVID-19: first results from the national prospective observational Swiss COVID-19 lung study. *Eur Respir J* [Internet]. 2021;57(4). <https://doi.org/10.1183/13993003.03690-2020>
27. Haddad-Herdy A, Uhlendorf D. Valores de Referencia para el Test Cardiopulmonar para Hombres y Mujeres Sedentarios y Activos. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2011;96(1):54-59. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000155>
28. Vásquez-Gómez J, Castillo-Retamal M, Carvalho RS de, Faundez-Casanova C, Portes Junior MDP. Six-Minute Walk Test. Is It Possible to Predict Oxygen Consumption in People with Pathologies? A Bibliographic Review. *MHSalud* [Internet]. 2019;16(1):1-17. <https://doi.org/10.15359/mhs.16-1.1>
29. Vainshelboim B, Oliveira J, Yehoshua L, Weiss I, Fox BD, Fruchter O, et al. Exercise training-based pulmonary rehabilitation program is clinically beneficial for idiopathic pulmonary fibrosis. *Respiration* [Internet]. 2014;88(5):378-88. <https://doi.org/10.1159/000367899>
30. Villarroel-Bustamante K, Jérez-Mayorga DA, Campos-Jara C, Delgado-Floody P, Guzmán-Guzmán IP. Función pulmonar, capacidad funcional y calidad de vida en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática. Revisión de la literatura. *Rev Fac Med* [Internet]. 2018;66(3):411-7. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.63970>
31. Cortés-Telles A, López-Romero S, Figueroa-Hurtado E, Pou-Aguilar YN, Wong AW, Milne KM, et al. Pulmonary function and functional capacity in COVID-19 survivors with persistent dyspnoea. *Respir Physiol Neurobiol* [Internet]. 2021;288:103644. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2021.103644>
32. Szekely Y, Lichter Y, Sadon S, Lupu L, Taieb P, Banai A, et al. Cardiorespiratory abnormalities in patients recovering from coronavirus disease 2019. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2021;34(12):1273-84. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2021.08.022>
33. Aparisi Á, Ybarra-Falcón C, García-Gómez M, Tobar J, Iglesias-Echeverría C, Jaurrieta-Largo S, et al. Exercise ventilatory inefficiency in post-COVID-19 syndrome: insights from a prospective evaluation. *J Clin Med* [Internet]. 2021;10(12):2591. <https://doi.org/10.3390/jcm10122591>
34. Shah AS, Wong AW, Hague CJ, Murphy DT, Johnston JC, Ryerson CJ, et al. A prospective study of 12-week respiratory outcomes in COVID-19-related hospitalisations. *Thorax* [Internet]. 2021;76(4):402-4. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-216308>
35. Lin JMS, Brimmer DJ, Maloney EM, Nyarko E, BeLue R, Reeves WC. Further validation of the Multidimensional Fatigue Inventory in a US adult population sample. *Popul Health Metr* [Internet]. 2009;7(1):1-13. <https://doi.org/10.1186/1478-7954-7-18>
36. Morin L, Savale L, Pham T, Colle R, Figueiredo S, Harrois A, et al. Four-month clinical status of a cohort of patients after hospitalization for COVID-19. *Jama* [Internet]. 2021;325(15):1525-34. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.3331>