

Factores para alteración espirométrica en sobrevivientes de enfermedad grave por coronavirus-19

Factors for spirometric impairment in survivors of severe coronavirus-19 disease

José Luis Che-Morales^{1a}, Juan Francisco Sánchez-Cruz^{2b}, Rosa Esther Moo-Puc^{3c}

Resumen

Introducción: los pacientes con enfermedad por coronavirus-19 (COVID-19) grave tienen más alteraciones espirométricas, en especial un patrón restrictivo caracterizado por capacidad vital forzada (CVF) baja. Se han descrito algunas variables asociadas a dicha alteración en la función pulmonar, como la hipoxemia, la vacunación y la fuerza de la mano, que a su vez se relacionan con la magnitud del daño pulmonar.

Objetivo: analizar diferentes variables clínicas y su asociación con alteraciones en la espirometría en sobrevivientes de COVID-19 grave.

Material y métodos: estudio retrospectivo y observacional de pacientes sobrevivientes de COVID-19 grave enviados a su primera espirometría, dinamometría de la mano y caminata de 6 minutos (C6M) en una unidad de segundo nivel de atención durante el 2021.

Resultados: 2 dosis de vacuna contra SARS-CoV-2 fueron factor de protección (razón de momios [RM]: 0.36, intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 0.1-0.8, $p = 0.02$) y una hospitalización (> 15 días) fue factor de riesgo para alteraciones espirométricas (CVF < 80% del predicho) (RM: 3.0; IC 95%: 1.3-6.8, $p = 0.00$); la debilidad de la mano, la desaturación de SpO₂ > 4% en la C6M y los días de hospitalización se asociaron con una CVF baja.

Conclusiones: una hospitalización > 15 días y tener 2 dosis de vacunación fueron factores de riesgo y protección, respectivamente, de tener una CVF baja. Los días de hospitalización, el estado de vacunación y la CVF permitieron identificar grupos de supervivientes de COVID-19 grave con mayor deterioro.

Abstract

Background: Patients with severe coronavirus-19 disease (COVID-19) have more spirometric alterations, especially a restrictive pattern characterized by low forced vital capacity (FVC). Some variables associated with this alteration in lung function have been described, such as hypoxemia, vaccination and hand strength, which in turn are related to the magnitude of lung damage.

Objective: To analyze different clinical variables and their association with alterations in spirometry in survivors of severe COVID-19.

Material and methods: Retrospective and observational study of survivors of severe COVID-19 sent for their first spirometry, hand dynamometry, and 6-minute walk (6MW) in a secondary care unit during 2021.

Results: 2 doses of SARS-CoV-2 vaccine were protective factor (odds ratio [OR]: 0.36, 95% CI [95% CI]: 0.1-0.8, $p = 0.02$) and hospitalization (> 15 days) was a risk factor for spirometric alterations (FVC < 80% of predicted) (OR: 3.0; 95% CI 1.3-6.8, $p = 0.00$); hand weakness, SpO₂ desaturation > 4% in 6MW, and days of hospitalization were associated with low FVC.

Conclusions: A hospitalization > 15 days and having 2 doses of vaccination are risk and protective factors, respectively, of having a low FVC. Days of hospitalization, vaccination status, and FVC allowed to identify clusters of severe COVID-19 survivors with greater deterioration.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad Médica de Atención Ambulatoria 01, Departamento de Neumología e Inhaloterapia. Mérida, Yucatán, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada Estatal Yucatán, Departamento de Enseñanza Delegacional. Mérida, Yucatán, México

³Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías, Investigadores por México. Ciudad de México, México

ORCID: 0000-0002-5260-6325^a, 0000-0002-4233-2957^b, 0000-0001-9204-6062^c

Palabras clave

Vacunación
Espirometría
COVID-19

Keywords

Vaccination
Spirometry
COVID-19

Fecha de recibido: 09/04/2024

Fecha de aceptado: 03/06/2024

Comunicación con:

Rosa Esther Moo Puc

 moopuc@gmail.com

 999 193 1697

Cómo citar este artículo: Che-Morales JL, Sánchez-Cruz JF, Moo-Puc RE. Factores para alteración espirométrica en sobrevivientes de enfermedad grave por coronavirus-19. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2024;62(5):e6156. doi: 10.5281/zenodo.12668030

Introducción

Hasta diciembre de 2023, se documentaron más de 773 millones de casos por COVID-19 mundialmente.¹ En México, se reportó un exceso de muertes del 22%, de las cuales el 80% se asoció con el virus del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda causado por el coronavirus 2 (SARS-CoV-2).^{2,3} El daño se caracteriza por consolidación que lleva a hipoxemia.^{4,5} Se han descrito factores asociados con alteraciones en la función pulmonar: hipoxemia,⁶ estado de vacunación,⁷ la desaturación en la caminata de 6 minutos (C6M) y la fuerza de la mano medida por dinamometría.^{8,9} Un 50% de los sobrevivientes muestran disminución de la capacidad pulmonar y al ejercicio por mucho tiempo.^{10,11} Después de 3 meses, el 25% de los pacientes con COVID-19 moderado-grave exhiben disminución en la capacidad vital forzada (CVF).¹² Wong reportó que los pacientes con hipoxemia tenían mayor deterioro de la CVF y C6M.^{8,13} Por lo anterior, nuestro objetivo es conocer los factores relacionados con la alteración espirométrica en sobrevivientes de COVID-19 grave.

Material y métodos

Diseño

Serie de casos consecutivos, descriptiva, observacional, transversal y retrospectiva.

Fuente

Expedientes de pacientes que acudieron consecutivamente para espirometrías y C6M en la Unidad Médica de Atención Ambulatoria (UMAA) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en Yucatán de enero a diciembre de 2021 con diagnóstico de COVID-19 grave acorde con la definición de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) para el diagnóstico y tratamiento de la neumonía por COVID-19 en los Estados Unidos.¹⁴ Un individuo que tenía al menos uno de los siguientes datos fue clasificado como grave: a) disnea con frecuencia respiratoria > 30 por minuto; b) saturación de oxígeno por oximetría de pulso (SpO_2) \leq 93% al aire ambiente; c) presión de oxígeno parcial/fracción inspirada de oxígeno (PaO_2/FiO_2), \leq 300 mmHg, ajustada a la altura en metros sobre el nivel del mar y d) rayos X de tórax con opacidades bilaterales que mostraran una progresión > 50% en 24-48 horas.¹⁴

Población

Los pacientes realizaron espirometría, C6M y dinamometría basados en los estándares actuales, dado que hay evidencia de que ambas pruebas son buenos marcadores de desempeño físico y reflejo indirecto tanto de la tolerancia a ejercicio como de rendimiento muscular inspiratorio, respectivamente,^{15,16} con un espirómetro CFPS/D-USB (*Medical Graphics Corporation* y *Trailite dynamometer TL-LSC100*) y un oxímetro *Homecare-FPX-033*. Cabe destacar que las pruebas de C6M se realizaron solo si el médico referente lo solicitaba. El estudio fue autorizado por el Comité Científico y Ético, con el número R-2022-3202-006 del IMSS de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Se dispuso el consentimiento informado por la naturaleza retrospectiva del estudio. Los criterios de inclusión consistieron en: mayores de 18 años, cumplir con criterios de COVID-19 grave, espirometría con grado de calidad A/B, dinamometría y datos clínicos.

Análisis estadístico

Se usó estadística descriptiva para expresar las medidas de tendencia central, su dispersión y frecuencias con porcentajes; se utilizó *t* de Student para el análisis de contrastes de las variables numéricas continuas de distribución normal y para la de distribución no normal la prueba de rangos sumados de Wilcoxon. Se empleó chi cuadrada para contrastar las variables categóricas, análisis de correlación lineal entre variables numéricas continuas y análisis de clúster con K-medias como medida de agrupación. Para este análisis, las variables fueron convertidas a valores *z* y se obtuvieron 3 grupos para su comparación; finalmente, regresión logística uni y multivariada entre las variables independientes para obtener riesgos con respecto a la variable independiente (CVF < 80%). El procesamiento se hizo utilizando SPSS, versión 25 (*Armonk, NY*). Se consideró una $p \leq 0.05$ bilateral como significativa.

Resultados

Se incluyeron 127 sujetos. La mediana de tiempo para la primera espirometría desde el inicio de los síntomas fue de 70 días. Sesenta y tres participantes tenían una espirometría normal mientras que 64 tenían alguna alteración. El 39.7% de los individuos con buena función pulmonar tuvieron 2 dosis de vacunación frente a 20.3% de los casos con CVF baja. Estos últimos tenían más hospitalizaciones, días de estancia y menor SpO_2 . Solo un sujeto de toda la cohorte fumaba y 3 pacientes tenían asma. Cabe destacar que solo 3 pacientes llegaron a ventilación mecánica invasiva (cuadro I).

Cuadro I Características generales de los sujetos (n = 127)

	Espirometría normal (n = 63)	Espirometría anormal (n = 64)	p
Hombre	41 (65.1)	49 (76.6)	0.17
Edad*	49.4 ± 14	46.3 ± 11.9	0.17
No vacunados	10 (15.9)	20 (31.3)	0.09
Una dosis	23 (36.5)	30 (46.9)	0.46
Dos dosis	25 (39.7)	13 (20.3)	0.01 [‡]
Hospitalización	16 (25.4)	36 (56.3)	0.00 [†]
≥ 15 días	9 (14.3)	22 (34.4)	0.01 [‡]
Intubación	0	3 (4.7)	0.24
Nadir de SpO ₂ *	82 ± 7.1	75 ± 11.4	0.00 [†]

Los valores se expresan en frecuencias y (%) y en *media y desviación estándar ± DE

SpO₂: saturación de oxígeno por oximetría de pulso

†p < 0.001; ‡p < 0.05

Espirometría y dinamometría

En el cuadro II se muestran las espirometrías. El 97% de los pacientes con disfunción pulmonar presentó restricción (CVF < 80%p). No hubo diferencias en la fuerza de la mano medida por dinamometría.

Caminata de 6 minutos (C6M)

En total solo 54 participantes realizaron C6M de acuerdo con las instrucciones de su médico tratante. El cuadro III muestra que 72.4% de los sujetos (21 pacientes) tenían una función pulmonar anormal. La desaturación > 4% fue mayor en el grupo con CVF baja. Los individuos con espirometría normal caminaron 102 metros más que sus contrapartes y el nadir de SpO₂ fue mayor en el grupo con espirometría anormal (p < 0.00). Esta variable se expresa en mediana con intervalo intercuartilar debido a que no cumplía con el criterio de distribución normal.

Correlaciones de fuerza de la mano con SpO₂ y función pulmonar

En el cuadro IV se muestra un análisis de correlación de SpO₂, donde se representan las variables significativas.

Variables asociadas con CVF baja

En el cuadro V se muestra que la desaturación > 4% en C6M (razón de momios [RM]: 7.4, intervalo de confianza del 95% [IC 95%] 2-26), la debilidad de la mano (RM: 2.8, IC 95% 1.4-5.9) y estancia hospitalaria > 15 días (RM: 3.1, IC 95% 1.3-13.5) se asociaron con CVF baja. En el análisis multivariado se demostró que 2 dosis de vacuna confieren una protección de hasta 60% contra la presentación de CVF baja. La SpO₂ < 90% confiere un riesgo > 3.6 veces de tener CVF baja. Se ajustaron por sexo, diabetes, hipertensión y obesidad.

Cuadro II Espirometría simple y dinamometría de los sujetos (n = 127)

	Espirometría normal (n = 63)	Espirometría anormal (n = 64)	p
CVF (L)	3.5 ± 0.87	2.3 ± 0.8	0.00 [‡]
CVF (%p)	95 ± 13	59.5 ± 15	0.00 [‡]
VEF ₁ (L)	3.05 ± 0.73	2 ± 0.7	0.00 [‡]
VEF ₁ (%p)	102 ± 16	67 ± 16	0.00 [‡]
Relación VEF ₁ /CVF	0.85 ± 0.04	0.89 ± 0.06	0.00 [‡]
FEF ₂₅₋₇₅ (L)	4 ± 1.4	3.5 ± 1.3	0.03 [†]
FEF ₂₅₋₇₅ (%p)	137 ± 42	115 ± 43	0.00 [‡]
Debilidad en la mano*	29 (12)	29 (9.6)	0.66

Los valores se expresan en media y desviación estándar ± DE, salvo el último,* que se expresa en frecuencias y (%)

SpO₂: saturación de oxígeno por oxímetro de pulso; CVF: capacidad vital forzada; VEF1: volumen espiratorio forzado del primer segundo; FEF₂₅₋₇₅: flujos mesoespiratorios₂₅₋₇₅; (L): litros, (%p): porcentaje de lo previsto

†p < 0.001; ‡p < 0.05

Cuadro III Caminata de 6 minutos de los sujetos ($n = 54$)

	Espirometría normal ($n = 25$)	Espirometría anormal ($n = 29$)	p
Desaturación > 4%	9 (36)	21 (72.4)	0.00†
Disnea (Borg)	4 (2-6)	3.5 (2-5)	0.77
Fatiga (Borg)	4 (2-6)	3 (2-5)	0.70
Distancia recorrida (metros)	456 (388-522)	354 (150-448)	0.00†
Nadir de SpO ₂ en la C6M (%)	95 (92-96)	88 (85-93)	0.00†

Se empleó mediana con intervalos intercuartílicos (IIC), salvo la desaturación > 4%, expresada en frecuencias y (%)

SpO₂: saturación de oxígeno por oxímetro de pulso; C6M: prueba de caminata de seis minutos

* $p < 0.001$; † $p < 0.05$

Análisis de conglomerados por K-medias

La figura 1 muestra un gráfico con las variables que contribuyeron a explicar la pertenencia grupal por el método de K-medias. La figura 1A se refiere a todos los pacientes, ($n = 127$; grupo 1: 48 casos, grupo 2: 6 pacientes, grupo 3: 67 casos, perdidos: 6 casos). La figura 1B muestra casos con C6M, también agrupados en 3 grupos, ($n = 51$; grupo 1: 28 casos, grupo 2: 18 casos, grupos 3: 5 casos, perdidos: 3 casos). De acuerdo con las tablas ANOVA la contribución de las variables en cada uno de los clústers fue estadísticamente significativa (datos no presentados).

Discusión

Los principales hallazgos del estudio son: 1) los días de

estancia, la fuerza de la mano y la desaturación > 4% en la C6M se asociaron con espirometrías anormales; 2) la gravedad de la función respiratoria se correlacionó con la SpO₂; 3) 2 dosis de vacunación y la hospitalización > 15 días se constituyeron como factores de protección y riesgo, respectivamente, para tener disfunción pulmonar; 4) los días de estancia hospitalaria, el estado de vacunación y la función pulmonar ayudaron a identificar casos de COVID-19 grave con mayor deterioro.

En nuestro grupo de estudio, los hombres tenían un riesgo mayor de tener CVF baja. Otros autores han documentado que ser hombre tiene un riesgo > 3 veces de necesitar unidad de cuidados intensivos (UCI) y > 1.3 veces de morir que las mujeres.¹⁷ La estancia intrahospitalaria está asociada con la gravedad de COVID-19.¹⁸ En nuestro grupo de estudio, la estancia prolongada se asoció con 3.9 veces más riesgo de anomalías de la espirometría. La fuerza de la mano es un marcador indirecto del rendimiento muscular inspiratorio y se ha subrayado que la infección con SARS-CoV-2 puede inducir una pérdida significativa de masa muscular.¹⁹ En el 60% de los casos con función pulmonar anormal se observó una disminución de la fuerza de la mano, con un riesgo de desarrollar un deterioro de la CVF > 2.4 veces que en los pacientes con función conservada. Cheval *et al.* documentaron estos mismos hallazgos e incluso encontraron una correlación directa entre CVF y la fuerza de la mano ($r = 0.72$), mayor que en los individuos estudiados ($r = 0.21$).¹⁹

Cuadro IV Correlación de las distintas variables y nadir de desaturación

	Nadir de SpO ₂	
	r^2	p
CVF (%)	0.35	0.00
VEF ₁ (%)	0.30	0.00
Relación VEF ₁ /CVF	0.30	0.00
Fuerza de la mano	0.21	0.00

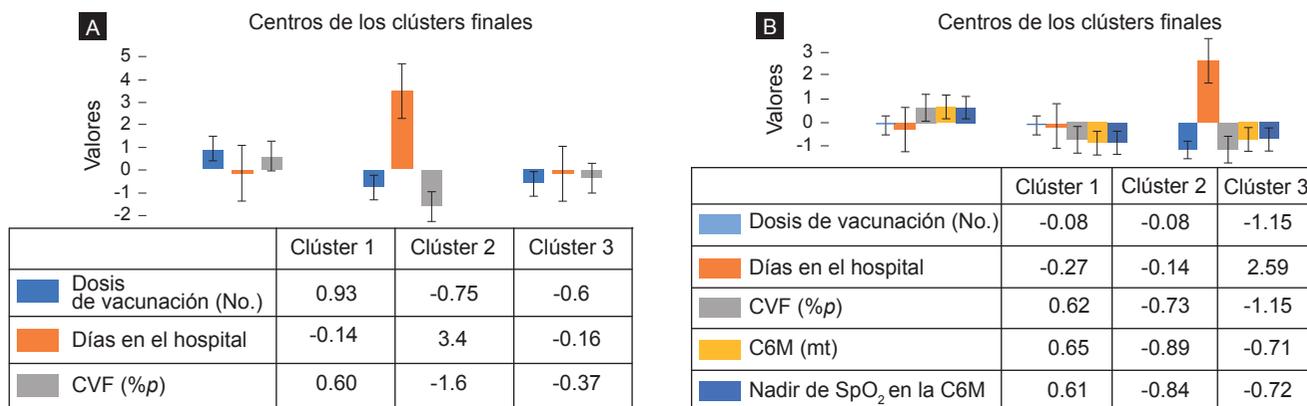
CVF: capacidad vital forzada; VEF1: volumen espiratorio forzado del primer segundo

Cuadro V Análisis uni y multivariado de otros factores asociados a CVF baja

	Univariado RM (IC 95%) p	Multivariado RM (IC 95%) p
Hospitalización > 15 días	3.1 (1.3-13.5) 0.01	3 (1.3-6.8) 0.00
Debilidad en la mano	2.8 (1.4-5.9) 0.00	-
Desaturación máxima > 4% durante C6M	7.4 (2-26) 0.00	-
Estado de vacunación (> 2 dosis)	-	0.36 (0.15-0.87) 0.00
Hospitalización > 15 días	3.1 (1.3-13.5) 0.01	3 (1.3-6.8) 0.00

CVF: capacidad vital forzada; RM: razón de momios; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; C6M: caminata de 6 minutos

Figuras 1A y 1B Gráfico de barras con grupos de pacientes sobrevivientes de COVID-19 grave obtenidos mediante el análisis de K-medias



1A: todos los pacientes; 1B: pacientes solo con C6M

Las líneas de barras y error representan la distancia del centroide obtenido y el IC 95%. La figura 1A muestra 3 conglomerados con diferencias significativas. El clúster 2 tiene una estancia hospitalaria más larga, una menor dosis de vacunación contra el virus SARS-CoV-2 y una menor CVF (%p). En la figura 2B, el clúster 3 tiene características similares con el clúster 2 de la figura 2A. Finalmente, el clúster 1 tiene un mejor perfil funcional en C6M, menor desaturación y mejor CVF que los otros grupos

En este grupo de pacientes, la caída de SpO₂ > 4% conlleva una susceptibilidad > 8.3 veces a asociarse con alteraciones espirométricas. Carlucci *et al.* realizaron C6M en 70 casos post-COVID-19 y hasta el 43% tenían desaturación > 4%.²⁰ Otros autores informan que esta alteración persiste en el 35% de los casos.¹¹ En estos sujetos, el 69.6% de los casos con función pulmonar anormal tuvo desaturación > 4% en la C6M después de 2 meses de evolución; estas cifras se pueden explicar por la disminución transitoria de la SpO₂, ya que la resolución de las alteraciones va en proporción con el tiempo.¹¹ Esposito reportó que la magnitud de la hipoxemia estaba asociada con la gravedad de la neumonía.^{6,11} En su cohorte, el 53% de los casos con disminución de la función pulmonar tenían antecedentes de hospitalización, en comparación con el 20% de los individuos con buena función pulmonar. Por lo tanto, la gravedad de la neumonía puede ser un factor explicativo en los cambios de la función pulmonar.¹² Eksombatchai *et al.* siguieron a un grupo de pacientes recuperados de COVID-19 e informaron que alrededor del 20% presentaban cambios en la espirometría y de estos el 71% presentó neumonía grave, con una CVF de 84.4% ± 10.3.²¹ En una cohorte de 225 casos, se compararon la espirometría y C6M entre supervivientes de COVID-19 de diferentes gravedades; destacó que la CVF era proporcional con dicha gravedad. La CVF en los casos moderados y graves fue del 79% ± 18 y del 61% ± 19, respectivamente.¹³ En el presente estudio, todos los pacientes tenían COVID-19 grave basado principalmente en la saturación < 93% según la definición internacional.¹⁴ La CVF en los casos con función pulmonar afectada fue de 59.5% ± 15, menor en comparación con el estudio comentado. Las diferencias pueden residir en la definición de caso utilizada en ambos estudios.

El análisis de correlación entre el nadir de SpO₂ y las variables de función pulmonar mostró relaciones inversas y significativas que explican la variación del 30-35% en la disminución de la función pulmonar. Además, en un análisis multivariado en el que se controlaron las variables con edad, sexo y comorbilidades (diabetes e hipertensión) se encontró que la hospitalización > 15 días era un factor de riesgo para la CVF baja, y que estar vacunado con 2 dosis se estableció como un factor protector contra anomalías espirométricas.

La estrategia de inmunización contra el SARS-CoV-2 ha dado resultados eficaces.^{22,23} En nuestro grupo de estudio, los individuos estudiados reportaron haber recibido dosis del biológico Pfizer o AstraZeneca, por lo cual las eficacias podrían haber sido similares, pero con la diferencia de que la campaña de vacunación en México inició tiempo después de que empezó en Europa y Estados Unidos, de tal forma que la cobertura al momento de la atención a los pacientes era distinta y, por tanto, también la magnitud de la protección. Reino Unido fue el primer país en implementar el programa de vacunación en diciembre de 2020. Su estrategia de inmunización contra el SARS-CoV-2 dio resultados satisfactorios, lo cual quedó demostrado por una disminución de 43% en la hospitalización de adultos mayores con el biológico de AstraZeneca. En ese mismo sentido, la eficacia reportada por Pfizer o Moderna fue de 91% con 2 dosis y de 81% con una sola; además, la carga viral fue 40% menor que en los sujetos sin vacunación.^{22,23}

En el grupo de pacientes estudiados, encontramos que los pacientes que recibieron 2 dosis de las vacunas tenían un 64% menos de probabilidades de experimentar alteraciones espirométricas. Ochman reportó espirometrías de

seguimiento en un grupo de casos post-trasplante pulmonar tras la infección con COVID-19. El 86% de todos los receptores de trasplante recibieron 2 dosis de la vacuna, y el 67% de los pacientes infectados con COVID-19 no mostraron una disminución notable de la CVF durante el primer semestre posterior a la infección. Estos resultados respaldan la posible protección proporcionada por la vacuna en términos de preservación de la función pulmonar.²⁴

Adicionalmente, Alonso *et al.* describieron 2 grupos de pacientes con diferentes perfiles de función pulmonar, fuerza de mano y rendimiento físico, asociados con la gravedad de la enfermedad. Los pacientes con más alteraciones persistieron con limitaciones y disminución de la función pulmonar, entre 2 y 4 meses después del alta.²⁵ En el presente estudio, cuando todos los casos fueron incluidos en el análisis de grupos por el método de K-medias, encontramos que los días de estancia, la CVF y el número de dosis de vacunas administradas eran las variables que permitieron diferenciar entre 3 grupos de pacientes. A diferencia del trabajo citado, la fuerza de la mano no contribuyó significativamente en la clasificación. Una de las posibles explicaciones fue que solo 3 casos de nuestros individuos de estudio requirieron ventilación mecánica a diferencia del grupo de Alonso *et al.*, que incluyó casos críticos.²⁵ Al limitar el análisis de grupos a los casos que hicieron la C6M, la CVF, las dosis de vacunación y la duración de la estancia fueron diferentes entre los 3 grupos; la adición de la desaturación > 4% y los metros en la C6M permitieron tener una imagen más clara del desempeño funcional y fue el clúster 3 el grupo con más valores anormales.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de la evaluación funcional respiratoria para conocer la magnitud del daño, dado que tiene implicaciones para la estrategia de seguimiento de los pacientes, la cual debería incluir la rehabilitación pulmonar y probablemente un tiempo de incapacidad laboral más largo. En este escenario, se ha establecido que

el porcentaje de discapacidad permanente en las personas con VEF_1 y $CVF < 50\%$ se encuentra entre el 61 y el 100%, lo que es relevante para la adopción de decisiones sobre salud ocupacional, dado que el 20.4% de los casos evaluados en este trabajo estaban por debajo de este umbral a 70 días de haber iniciado la infección.²⁶

La principal limitación del estudio es que los casos más críticos están subrepresentados, ya que solo 3 individuos tenían antecedentes de ventilación mecánica; además, no se tenían disponibles las imágenes radiológicas y tomográficas para poder correlacionar la extensión del daño con la gravedad de la alteración de la función pulmonar; sin embargo, su principal contribución es que resalta la importancia de la vacunación, ya que los pacientes con 2 dosis tenían protección contra una CVF baja.

Conclusiones

La hospitalización > 15 días y 2 dosis de vacunación son factores de riesgo y de protección, respectivamente, para alteraciones espirométricas en sobrevivientes de COVID-19 grave. La estancia intrahospitalaria, la vacunación y la CVF identifican a sobrevivientes con mayor deterioro.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal técnico de Inhaloterapia por su desempeño en las pruebas de espirometría, caminata y dinamometría.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

1. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. 2024. Disponible en: <https://covid19.who.int/>
2. Secretaría de Salud. Exceso de mortalidad 2024. México: Secretaría de Salud. Disponible en: <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>
3. Berlin DA, Gulick RM, Martínez FJ. Severe Covid-19. *N Engl J Med.* 2020;383(25):2451-60. doi: 10.1056/NEJMcp2009575
4. Copin MC, Parmentier E, Duburcq T, et al. Time to consider histologic pattern of lung injury to treat critically ill patients with COVID-19 infection. *Intensive Care Med.* 2020;V46(6):1124-6. doi: 10.1007/s00134-020-06057-8
5. Faverio P, Luppi F, Rebora P, et al. One-year pulmonary impairment after severe COVID-19: a prospective, multicenter follow-up study. *Respir Res.* 2022;23(1):65. doi: 10.1186/s12931-022-01994-y
6. Esposito A, Palmisano A, Cao R, et al. Quantitative assessment of lung involvement on chest CT at admission: Impact on hypoxia and outcome in COVID-19 patients. *Clin Imaging.* 2021;77:194-201. doi: 10.1016/j.clinimag.2021.04.033
7. Lakhia RT, Trivedi JR. The CT Scan Lung Severity Score and Vaccination Status in COVID-19 patients in India: Perspective of an Independent Radiology Practice. *F1000 Research.* 2024; 13:154. doi: doi.org/10.12688/f1000research.145771.1
8. Anastasio F, Barbuto S, Scarnecchia E, et al. Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life. *Eur Respir J.* 2021;58(3):1-11. doi: 10.1183/13993003.04015-2020
9. Zhang S, Bai W, Yue J, et al. Eight months follow-up study on

- pulmonary function, lung radiographic, and related physiological characteristics in COVID-19 survivors. *Sci Rep*. 2021;11(1):1-13. doi: 10.1038/s41598-021-93191-y
10. George PM, Barratt SL, Condliffe R, et al. Respiratory follow-up of patients with COVID-19 pneumonia. *Thorax*. 2020;75(11):1009-16. doi: 10.1136/thoraxjnl-2020-215314
 11. Lerum TV, Aaløkken TM, Brønstad E, et al. Dyspnoea, lung function and CT findings 3 months after hospital admission for COVID-19. *Eur Respir J*. 2021;57(4). doi: 10.1183/13993003.03448-2020
 12. Sibila O, Albarca N, Perea L, et al. Sequelae in lung function in patients with COVID-19 three months after hospital discharge. *Arch Bronconeumol*. 2021;57(4):59-61. doi: 10.1016/j.arbres.2021.01.036
 13. Wong AW, López-Romero S, Figueroa-Hurtado E, et al. Predictors of reduced 6-minute walk distance after COVID-19: a cohort study in Mexico. *Pulmonology*. 2021;27(6):563-5. doi: 10.1016/j.pulmoe.2021.03.004
 14. COVID-19 Treatment Guidelines Panel. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. USA: National Institutes of Health; updated February 29, 2024 [the website will be shut down on August 16, 2024]. Disponible en: <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>
 15. Graham BL, Steenbruggen I, Barjaktarevic IZ, et al. Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(8):E70-88. doi: 10.1164/rccm.201908-1590ST
 16. Roberts H, Enison H, Artin H, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age & Aging*. 2011; 423-9. doi: 10.1093/ageing/afr051
 17. Peckham H, de Gruijter NM, Ciurtin C, et al. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ICU admission. *Nat Commun*. 2020;1-10. doi: 10.1038/s41467-020-19741-6
 18. Rees EM, Nightingale ES, Jafari Y, et al. COVID-19 length of hospital stay: a systematic review and data synthesis. *BMC Med*. 2020;18(270):1-22. doi: 10.1186/s12916-020-01726-3
 19. Cheval B, Sieber S, Maltagliati S, et al. Muscle strength is associated with COVID-19 hospitalization in adults 50 years of age or older. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12:1136-43. doi: 10.1002/jcsm.12738
 20. Carlucci A, Paneroni M, Carotenuto M, et al. Prevalence of exercise-induced oxygen desaturation after recovery from SARS-CoV-2 pneumonia and use of lung ultrasound to predict need for pulmonary rehabilitation. *Pulmonology*. 2023;29 Suppl 4:S4-8. doi: 10.1016/j.pulmoe.2021.05.008
 21. Eksombatchai D, Id TW, Phongnarudech T. Pulmonary function and six-minute-walk test in patients after recovery from COVID-19: A prospective cohort study. *PLoS*. 2021;16(9):1-10. doi: 10.1371/journal.pone.0257040
 22. Bernal JL, Andrews N, Gower C, et al. Effectiveness of the Pfizer-BioNTech and Oxford-AstraZeneca vaccines on covid-19 related symptoms, hospital admissions, and mortality in older adults in England: test negative case-control study. *BMJ*. 2021;373(n1088):1-11. doi: 10.1136/bmj.n1088
 23. Olsho L, Martinez AJ, Fowlkes AL, et al. Prevention and Attenuation of Covid-19 with the BNT162b2 and mRNA-1273 Vaccines. *N Engl J Med*. 2021;1-10. doi: 10.1056/NEJMoa2107058
 24. Ochman M, Latos M, Galle D, et al. COVID-19 Among Lung Transplant Recipients: A Single Center Study. *Transplantation Proceedings*. 2022;44-7. doi: 10.1016/j.transproceed.2022.03.011
 25. Alonso AC, Silva-Santos PR, Quintana MSL, et al. Physical and pulmonary capacities of individuals with severe coronavirus disease after hospital discharge: A preliminary cross-sectional study based on cluster analysis. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e3540. doi: 10.6061/clinics/2021/e3540
 26. Vázquez J, Tornero F, Toral R, et al. Proposed procedures for the evaluation of impairment in occupational respiratory diseases. *Neumol Cir Torax*. 2017;76(3):271-84. doi:10.35366/75186