

de los varones; $p = 0,006$) y el 62% ha valorado emigrar para mejorar sus condiciones (el 69% de los varones frente al 55% de las mujeres; $p = 0,015$). En este sentido, las propuestas que más valoran como potencialmente útiles son la convocatoria más frecuente de OPE (67%), el aumento salarial (66%), la posibilidad de combinar actividad asistencial e investigadora (44%) y la mejora de las medidas de conciliación (40%).

A pesar del posible sesgo de selección, nuestro estudio revela que, tras la residencia, la mayoría de los cardiólogos deciden subspecializarse, a menudo a través de estancias formativas inadecuadamente remuneradas, y que la contratación tras la residencia se caracteriza por la temporalidad, que no es exclusiva de los primeros años. Además, los cardiólogos jóvenes perciben su situación laboral como inestable, precaria e infrarremunerada. Por lo anterior, consideramos que sería deseable implementar medidas para su mejora.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

C. Lozano Granero ha contribuido a la concepción y el diseño, la adquisición de datos, el análisis y la interpretación y ha redactado el artículo. E. Díaz-Peláez, A. Barradas-Pires, G. Barge-Caballero, M.T. López-Lluva y P. Díez-Villanueva han contribuido sustancialmente a la concepción, el diseño y la redacción, y han hecho una revisión crítica de su contenido intelectual. Todos los autores han dado la aprobación final a la versión publicada y acceden a asumir responsabilidades sobre todos los aspectos del artículo y a investigar y resolver cualquier cuestión relacionada con la exactitud y la veracidad del trabajo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declara no tener conflictos de intereses.

Cristina Lozano Granero^{a,b,*}, Elena Díaz-Peláez^{c,d}, Ana Barradas-Pires^{e,f}, Gonzalo Barge-Caballero^{d,g}, María Thiscal López-Lluva^h y Pablo Díez-Villanuevaⁱ

^aServicio de Cardiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

^bInstituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS), Madrid, España

^cComplejo Asistencial Universitario de Salamanca, Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL), Salamanca, España

^dCentro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^eAdult Congenital Heart Centre and Centre for Pulmonary Hypertension, Cardiology Department, Royal Brompton Hospital, Guy's and St. Thomas' NHS Foundation Trust, Londres, Reino Unido

^fDepartamento de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

^gUnidad de Insuficiencia Cardíaca y Trasplante Cardíaco, Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario A Coruña, A Coruña, España

^hServicio de Cardiología, Hospital Universitario de León, León, España

ⁱServicio de Cardiología, Hospital Universitario de la Princesa, Madrid, España

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cristina.lozano@hotmail.es (C. Lozano Granero).

 @JovenesSec

On-line el 23 de septiembre de 2022

BIBLIOGRAFÍA

1. Barber Pérez P, González López-Valcárcel B. Estimación de la oferta y demanda de médicos especialistas. España 2018-2030. Equipo de Economía de la Salud. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 2018. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/profesionales/formacion/necesidadEspecialistas/doc/20182030EstimacionOfertaDemandaMedicosEspecialistasV2.pdf>. Consultado 19 Jun 2022
2. Lewis SJ, Mehta LS, Douglas PS, et al. Changes in the Professional Lives of Cardiologists Over 2 Decades. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69:452–462.
3. Vis JC, Borleffs CJ, Zwart B, Nuis RJ, Scherptong RWC. Short-term career perspectives of young cardiologists in the Netherlands. *Neth Heart J*. 2017;25:455–460.

<https://doi.org/10.1016/j.recsep.2022.08>

0300-8932/ © 2022 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Cardiología.

Eficiencia ventilatoria en respuesta al ejercicio máximo en pacientes con diagnóstico de COVID-19 persistente: un estudio transversal



Ventilatory efficiency in response to maximal exercise in persistent COVID-19 syndrome patients: a cross-sectional study

Sr. Editor:

En la actualidad, el curso clínico de la infección por el coronavirus 2 causante del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2) sigue siendo incierto, en particular por la variedad de síntomas crónicos durante las semanas o meses posteriores¹. Parámetros como la eficiencia ventilatoria y la capacidad de ejercicio no solo permiten valorar de manera objetiva la respuesta ventilatoria y funcional de un individuo, también aportan información pronóstica sobre el estado clínico de los pacientes, que tienen importantes implicaciones terapéuticas².

El objetivo del presente estudio es examinar en un contexto en el que todavía no se ha valorado la influencia de la enfermedad coronavírica de 2019 (COVID-19) persistente en parámetros de eficiencia ventilatoria y de capacidad de ejercicio, en comparación con un grupo de pacientes sin antecedentes de COVID-19. La muestra de este estudio exploratorio y observacional incluyó a 95 personas (el 77% mujeres) con diagnóstico de COVID-19 y síntomas leves o moderados no hospitalizados previamente y sin cardiopatía estructural o enfermedad pulmonar. Se consideró paciente con COVID-19 persistente el caso con un cuadro clínico compatible y positividad en la prueba de reacción en cadena de la polimerasa para SARS-CoV-2. Además, debían tener síntomas persistentes 3 meses después de la infección, lo cual se valoró a través de un cuestionario semiestructurado, ya utilizado y validado por un consenso de expertos internacionales, que incluía el autodiagnóstico de 21 síntomas relevantes 3 meses después de la infección (respuesta: sí o no)³.

El grupo de pacientes sin antecedentes de COVID-19 ($n = 95$; el 54% mujeres) no habían sufrido la infección por SARS-CoV-2 y se los escogió de la consulta de evaluación de la capacidad de ejercicio y de riesgo cardiometabólico de nuestro centro. Se realizaron una evaluación clínica y pruebas funcionales de calorimetría en reposo, ergoespirometría, función vascular y composición corporal. Además, se indagó por los niveles de actividad física informados por los pacientes. El comité ético del Hospital Universitario de Navarra aprobó el estudio y los participantes firmaron el consentimiento informado (PI_2020/140).

La fatiga crónica fue el síntoma persistente de mayor prevalencia (96,1%), seguida de cefalea (81,4%), pérdida de memoria (80,4%) y falta de concentración (79,4%), síntomas equivalentes a los observados en estudios previos^{4,5}. Los resultados obtenidos a partir del modelo lineal general univariado (ANCOVA),

ajustado por edad, sexo e índice de masa corporal, mostraron que el grupo con COVID-19 persistente presentó durante el ejercicio un menor valor de consumo de oxígeno y equivalentes metabólicos (MET), así como valores significativamente mayores de pulso de oxígeno, relación entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca (VO_2/FC) en el primer umbral ventilatorio (VT_1) y carga máxima ($p < 0,01$). También se observaron diferencias significativas entre los grupos en el momento del VO_2 pico, y en la pendiente entre la ventilación pulmonar (VE) y la producción de CO_2 VE/VCO_2 ($d = 0,708$), la pendiente entre VE y O_2 ($d = 0,531$), vatios ($d = 0,436$), VE ($d = 0,257$), VO_2/FC ($d = 0,424$), MET ($d = 0,836$) y porcentaje de frecuencia cardíaca (FC) de la predicha ($d = 0,314$) (tabla 1). Cerca del 85% de los pacientes con COVID-19 presentaron un score de limitación ventilatoria media/alta (tabla 2).

Tabla 1

Características clínicas y parámetros ergoespirométricos de la población por grupos de estudio

	COVID-19 (n=95)	Control (n=95)	d Cohen	p
Características^a				
Sexo (mujeres/varones), n	73/22	51/44	–	–
Edad (años)	47,37 (45,45–49,31)	52,21 (49,84–54,60)	0,441	< 0,001
Estatura (m)	1,66 (1,64–1,68)	1,66 (1,63–1,68)	0,026	0,303
Peso (kg)	74,52 (71,30–78,42)	71,27 (69,30–75,13)	0,159	0,185
Índice de masa corporal	27,12 (25,99–28,26)	26,03 (24,85–26,65)	0,262	0,063
Grasa total (%)	38,93 (37,35–40,51)	33,01 (31,13–34,88)	0,686	< 0,001
Masa magra (%)	58,9 (57,44–60,36)	64,55 (62,80–66,31)	0,707	< 0,001
AF (MET/min/semana)	983,59 (754,73–1.212,47)	1.732,77 (1.395,45–2.070,11)	0,517	< 0,001
Niveles de actividad física (bajo/medio/alto), % ^b	56/42/4	37/40/23	–	< 0,001
Calorimetría en reposo^c				
Gasto calórico en reposo (kcal/día)	1.511,13 (1.450,75–1.571,52)	1.544 (1.484,87–1.605,01)	0,150	0,434
Gasto calórico por kg (kcal/día/m)	20,37 (19,78–20,96)	21,52 (20,99–22,04)	0,349	0,005
VO_2 (ml/min)	222,97 (207,87–238,07)	223,74 (214,99–232,50)	0,014	0,932
VCO_2 (ml/min)	177,80 (170,65–184,95)	180,73 (173,21–188,26)	0,054	0,575
Cociente respiratorio	0,82 (0,80–0,83)	0,81(0,80–0,82)	0,175	0,396
Factores de riesgo^c, %				
Sobrepeso ^b	33	47	–	0,006
Obesidad ^b	29	10	–	0,006
Presión arterial sistólica (mmHg)	128,35 (125,26–131,44)	133,18 (130,04–136,32)	0,321	0,031
Presión arterial diastólica (mmHg)	83,83 (81,89–85,77)	90,90 (77,68–104,13)	0,138	0,280
Presión arterial > 135/85 mmHg, % ^b	60	63	–	0,721
Score coronario	–	214,68 (105,30–324,05)	–	–
Índice vascular corazón-tobillo	6,86 (6,60–7,12)	6,81 (6,38–7,24)	0,340	0,848
Índice tobillo-brazo	1,11 (1,09–1,13)	1,06 (1–1,13)	0,123	0,248
Respuesta cardiovascular^c				
VO_2 en VT_1 (ml/kg ⁻¹ .min ⁻¹)	9,55 (8,96–10,14)	11,02 (10,37–11,68)	0,488	0,002
VO_2 en carga máxima (ml/kg ⁻¹ .min ⁻¹)	21,30 (20,17–22,43)	26,24 (25,01–27,48)	0,825	< 0,001
Pulso O_2 VT_1 (ml/latido)	6,83 (6,34–7,32)	8,42 (7,71–9,14)	0,601	< 0,001
Pulso O_2 en carga máxima (ml/latido)	10,92 (10,17–11,67)	12,76 (11,56–13,97)	0,505	0,007
Vatios en VT_1	42,73 (39,24–46,22)	46,16 (42,33–49,98)	0,199	0,203
Vatios en carga máxima	125,31 (118,12–132,50)	140,81 (132,94–148,69)	0,436	0,006
FC en VT_1 (lpm)	105,83 (102,82–108,84)	98,90 (95,36–102,25)	0,472	0,004
FC en carga máxima (lpm)	148,15 (143,76–152,53)	155,26 (150,21–160,30)	0,257	0,042
MET en VT_1	2,73 (2,56–2,90)	3,15 (2,97–3,34)	0,504	0,001
MET en carga máxima	6,08 (5,76–6,40)	7,71 (7,36–8,06)	0,836	< 0,001
Eficiencia ventilatoria^c				
Pendiente VE/VCO_2	34,37(33,18–35,56)	31,44 (30,58–32,30)	0,737	< 0,001
PECO ₂ basal (mmHg)	21,65 (20,72–22,58)	23,11 (22,33–23,88)	0,463	0,021
PECO ₂ en VT_1 (mmHg)	25,18 (24,26–26,10)	26,79 (25,84–27,73)	0,432	0,017

Tabla 1 (Continuación)

Características clínicas y parámetros ergoespirométricos de la población por grupos de estudio

	COVID-19 (n=95)	Control (n=95)	d Cohen	p
PECO ₂ en carga máxima (mmHg)	25,23 (24,37-26,09)	27,48 (26,57-28,38)	0,663	< 0,001
VEVCO ₂ en VT1	33,24 (31,89-33,59)	30,89 (30,04-31,74)	0,491	< 0,001
VEVCO ₂ en carga máxima	34,64 (33,64-35,64)	31,12 (30,02-32,22)	0,708	< 0,001
VEVO ₂ en VT1	36,59 (35,50-37,67)	33,73 (32,54-34,92)	0,531	0,001
VEVO ₂ en carga máxima	36,59 (35,50-37,67)	33,73 (32,54-34,92)	0,531	0,001
VE en VT1 (l/min)	21,72 (20,41-23,03)	20,94 (19,50-22,37)	0,121	0,439
VE en carga máxima (l/min)	60,93 (57,33-64,52)	65,50 (61,56-69,44)	0,330	0,101
Pendiente OUES en carga máxima	2.097,36 (1.933,54-2.261,18)	2.301,02 (2.081,40-2.520,63)	0,244	0,134
Esfuerzo realizado^a				
Tiempo de ejercicio (min)	13,05 (11,99-14,11)	16,11 (14,69-17,53)	0,594	0,001
VO ₂ (\geq 85% predicho) ^b	68,13 (64,92-71,35)	85,02 (80,33-89,72)	0,869	< 0,001
FC (\geq 85% predicho) ^b	86,29 (84,11-88,47)	91,92 (89,54-94,33)	0,314	0,005
Cociente respiratorio en carga máxima	1,05 (1,04-1,07)	1,08 (1,07-1,10)	0,329	0,010

AF: actividad física; FC: frecuencia cardiaca; MET: equivalentes metabólicos; OUES: pendiente de la eficiencia del consumo de O₂; PECO₂: presión espiratoria de CO₂; VO₂: consumo de oxígeno; VT1: primer umbral ventilatorio; VE/VCO₂: pendiente de la relación entre la ventilación pulmonar y el VCO₂; VEVCO₂: equivalente ventilatorio del CO₂; VEVO₂: equivalente ventilatorio del O₂.

^a Datos presentados como media e intervalos de confianza (IC95%) sin ajustar o porcentaje según corresponda.

^b Datos presentados en porcentaje (%).

^c Datos presentados como media marginales e IC95%. Modelo lineal general univariante (ANCOVA), ajustado por edad, sexo e índice de masa corporal. La prueba de ergoespirometría en cicloergómetro (Lode Excalibur Sport, Alemania) consistía en ascensos de carga en rampa progresivos, iniciando con 25 W e incrementando 25 W cada 2 min (cadencia de pedaleo, 50-60 revoluciones/min). Las variables VO₂ (ml/kg⁻¹·min⁻¹), pulso de oxígeno (VO₂/FC), parámetros (VE y VT, l/min⁻¹), equivalentes ventilatorios de O₂ y CO₂ (VEVO₂, VEVCO₂) y presión espiratoria de CO₂ (PECO₂) se registraron en el primer umbral ventilatorio (VT1) y en carga máxima a partir del análisis de los flujos y las concentraciones de los gases respiratorios inhalados y exhalados en cámara de mezcla (QUARK CPET, Cosmed, Italia).

En estudios previos¹, los pacientes que han sufrido COVID-19 muestran valores de VO₂ pico un 35% menores (\sim 15 ml/kg⁻¹·min⁻¹) en comparación con el grupo de control (\sim 23 ml/kg⁻¹·min⁻¹) a los 30 días del alta hospitalaria. Debeaumont et al.⁴ informaron sobre parámetros de VO₂ y potencia máxima de, respectivamente, un \sim 80% y un \sim 90% de los valores previstos para la edad tras 6 meses del alta hospitalaria. De manera similar, los pacientes que sufrían síntomas persistentes de la COVID-19 tenían una reducción significativa del tiempo en la prueba de caminata 6 meses después

del inicio de los síntomas⁵. En nuestra serie, el grupo de COVID-19 muestra valores de VO₂ pico un \sim 18% menores que los del grupo de control. También se observa un patrón combinado de alteraciones en los parámetros de eficiencia ventilatoria en el VO₂ en VT₁ (el 70 frente al 54%), una VE/VCO₂ anormal (el 46 frente al 36%) y un valor mínimo en la relación VE/VCO₂ (COP) anormal (el 11% frente a 0), lo que indica un mayor riesgo de deterioro funcional.

Hasta el momento, los mecanismos que explican la reducción de la capacidad de ejercicio en los pacientes con COVID-19 persistente

Tabla 2

Comparación de criterios ergoespirométricos y score de desempeño ventilatorio por grupos de estudio

Criterios	Categorías	COVID-19 (n=95) ^a		Control (n=95) ^a		χ^2	p
Inflexión VO ₂ en VT ₁ ^a	Normal > 11 (ml/kg/min)	29	(30)	44	(46)	4,587	0,006
	Alterado < 11 (ml/kg/min)	67	(70)	51	(54)		
VE/VCO ₂ ^b	Normal < 34 (pendiente en grados)	51	(54)	74	(77)	11,318	0,001
	Alterado > 34 (pendiente en grados)	44	(46)	21	(23)		
OUES ^c	Normal > 1.550 ml	65	(68)	72	(76)	0,942	0,331
	Alterado < 1.550 ml	30	(32)	23	(24)		
COP ^d	Normal < 30 l	85	(89)	95	(100)	8,550	0,003
	Alterado > 30 l	10	(11)	0	0		
Δ VO ₂ /FC VT ₂ frente a VT ₁ ^e	Normal > 0	92	(97)	89	(94)	0,467	0,494
	Alterado < 0	3	(3)	6	(6)		
Score de desempeño ventilatorio ^f	Sin limitación	14	(15)	29	(31)	9,847	0,007
	Limitación media	62	(65)	58	(61)		
	Limitación alta	19	(20)	8	(8)		

COP: cardiorespiratory optimal point; FC: frecuencia cardiaca; OUES: oxygen uptake efficiency slope; VCO₂: volumen de dióxido de carbono; VE: ventilación pulmonar; VO₂: consumo de oxígeno; VT₁: primer umbral ventilatorio; VT₂: segundo umbral ventilatorio.

^a El punto de inflexión del VO₂ expresado en ml/kg/min y estimado manualmente en la representación gráfica del VO₂ en el VT₁.

^b Eficiencia o clase ventilatoria derivada de la pendiente entre la VE y el VCO₂.

^c OUES pendiente de la eficiencia del VO₂.

^d COP estimado a partir del valor mínimo en la relación VE y VCO₂.

^e Diferencia del pulso de oxígeno entre VT₂ y VT₁, derivado de la relación VO₂/FC.

^f Score de criterios de desempeño ventilatorio se deriva de la suma de los criterios alterados a-e, y se clasifica posteriormente como: sin limitación ventilatoria (sin criterios alterados), limitación media (1-2 criterios alterados) y limitación alta (más de 3 criterios alterados). Los valores expresan n (%).

son desconocidos, pero se ha hipotetizado que el exceso de adiposidad (como el expuesto en esta serie) y los bajos niveles de actividad física podrían explicar en parte las observaciones de este estudio¹. Tampoco se descarta el efecto miopático del SARS-CoV-2 como causa del deterioro funcional de los pacientes tras la COVID-19². No obstante, se necesitan estudios experimentales para corroborar tales afirmaciones^{2,4}. Las principales limitaciones de nuestro estudio radican en el número de pacientes incluidos, una mayoría de mujeres seleccionadas (característica propia del síndrome de la COVID-19 persistente) y en no disponer de medidas de la capacidad de ejercicio previa, limitación difícil de suplir dado el carácter emergente de la pandemia.

En este contexto, es fundamental que se realicen más investigaciones para comprender mejor las consecuencias a largo plazo de la COVID-19 en la capacidad funcional en todo el espectro de la enfermedad, especialmente en los mecanismos biológicos subyacentes que caracterizan su fisiopatología. Si se considera el papel central que tiene la capacidad de ejercicio en los pacientes con COVID-19 persistente, la rehabilitación con ejercicio podría ser fundamental en este escenario nuevo y poco conocido. Por ello, es crucial establecer estrategias de programas multicomponentes, que permitan una óptima recuperación de estos pacientes.

FINANCIACIÓN

Este trabajo fue subvencionado en parte por una ayuda (PID2020-113098RB-I00) correspondiente a la convocatoria de «Proyectos de I+D+i» de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i orientada a los retos de la sociedad, en el marco del Plan estatal de investigación científica y técnica y de innovación 2017-2020.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores han contribuido sustancialmente a la concepción y el diseño, la adquisición, el análisis y la interpretación de los datos, así como en la redacción, la revisión y el contenido intelectual del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

Robinson Ramírez-Vélez^{a,*}, Nora García-Alonso^a, Gaizka Legarra-Gorgoñón^a, Sergio Oscoz-Ochandorena^a, Julio Oteiza^b y Mikel Izquierdo^a

^aNavarrabiomed, Hospital Universitario de Navarra (HUN), Universidad Pública de Navarra (UPNA), IdISNA, Pamplona, Navarra, España

^bServicio de Medicina Interna, Hospital Universitario de Navarra (HUN), Universidad Pública de Navarra (UPNA), IdISNA, Pamplona, Navarra, España

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: robin640@hotmail.com (R. Ramírez-Vélez).

On-line el 31 de agosto de 2022

BIBLIOGRAFÍA

1. Pleguezuelos E, Del Carmen A, Llorensi G, et al. Severe loss of mechanical efficiency in COVID-19 patients. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12:1056–1063.
2. Berenguel Senen A, Borrego-Rodríguez J, de Cabo-Porras C, Gigante-Miravalles E, Arias MÁ, Rodríguez-Padial L. Ergoespirometría en pacientes con disnea persistente tras la COVID-19. *REC CardioClinics*. 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccl.2021.07.002>.
3. Whitaker M, Elliott J, Chadeau-Hyam M, et al. Persistent COVID-19 symptoms in a community study of 606,434 people in England. *Nat Commun*. 2022;13:1957.
4. Debeaumont D, Boujibar F, Ferrand-Devouge E, et al. Cardiopulmonary exercise testing to assess persistent symptoms at 6 months in people with covid-19 who survived hospitalization: a pilot study. *Phys Ther*. 2021;101:pzab099.
5. Delbressine JM, Machado FVC, Goertz YMJ, et al. The impact of post-COVID-19 syndrome on self-reported physical activity. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:6017.

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2022.08.012>

0300-8932/ © 2022 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Cardiología.