

Ejercicio físico y terapia respiratoria sobre la condición física, la calidad de vida y las funciones ejecutivas en un superviviente de neumonía inducida por SARS-CoV-2

Physical exercise and respiratory therapy on physical fitness, quality of life and executive functions in a survivor of SARS-CoV-2-induced pneumonia

Alex Esaú Chacón Sevilla, Raúl Orlando Figueroa Soriano, Nahún David Martínez Saravia, Raúl Antonio Gaitán Amador, Yefrik Yair Lanza Reyes

Universidad Nacional Autónoma de Honduras (Honduras)

Resumen. Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos de un programa de ejercicio aeróbico moderado combinado con terapia respiratoria sobre la condición física, la calidad de vida relacionada con la salud, las funciones ejecutivas y la función pulmonar en un sobreviviente de neumonía atípica bilateral inducida por SARS-CoV-2, tras su alta hospitalaria. El sujeto estudiado es un hombre de 35 años, soltero, sedentario, y con estudios elementales, que fue ingresado durante 14 días en urgencias por una neumonía atípica bilateral provocada por SARS-CoV-2. El programa de intervención, de 8 semanas de duración, consistió en la aplicación de diferentes ejercicios respiratorios más otros destinados a la mejora de la resistencia cardiorrespiratoria y de la fuerza muscular.

Los resultados muestran una mejora de la condición física, de las funciones ejecutivas, y de la función pulmonar. Sin embargo, no se observaron cambios evidentes en ciertas dimensiones relacionadas con la calidad de vida expresada por el sujeto. Se puede concluir, por tanto, que este programa de intervención mixto, basado en ejercicio físico y terapia respiratoria, genera efectos positivos sobre la condición física, la función respiratoria y la capacidad cognitiva del paciente participante en esta investigación.

Palabras clave: neumonía, ejercicio físico, terapia respiratoria, SARS-CoV-2, condición física, funciones ejecutivas.

Abstract. This study aimed to determine the effects of a moderate aerobic exercise program combined with respiratory therapy on physical condition, health-related quality of life, executive functions, and lung function in a SARS-induced bilateral atypical pneumonia survivor. CoV-2, after discharge from hospital. The subject studied is a 35-year-old man, single, sedentary, and with elementary studies, who was admitted to the emergency room for 14 days for a bilateral atypical pneumonia caused by SARS-CoV-2. The 8-week intervention program consisted of the application of different respiratory exercises plus others aimed at improving cardiorespiratory endurance and muscular strength. The results show an improvement in physical condition, executive functions, and lung function. However, no obvious changes were observed in certain dimensions related to the quality of life expressed by the subject. Therefore, it can be concluded that this mixed intervention program, based on physical exercise and respiratory therapy, generates positive effects on the physical condition, respiratory function and cognitive capacity of the patient participating in this research.

Key words: pneumonia, physical exercise, respiratory therapy, SARS-CoV-2, physical condition, executive functions.

Fecha recepción: 19-01-22. Fecha de aceptación: 04-10-22

Alex Esaú Chacón Sevilla

esaualex88@yahoo.com

Introducción

Según informó el Ministerio de Sanidad, Igualdad y Asuntos Sociales (2021), el 31 de diciembre del 2019, la Comisión Municipal de Salud y Sanidad de Wuhan (Provincia de Hubei, China) notificó 27 incidencias con casos de neumonía de origen desconocido, con una manifestación común en usuarios de un mercado mayorista de marisco, pescado y animales vivos en esa ciudad, incluyendo 7 casos graves.

Posteriormente, el 7 de enero del 2020, las autoridades de China detectaron, como agente desencadenante del brote, un nuevo tipo de virus de la familia Coronaviridae que ha sido nombrado coronavirus-2 inductor del síndrome agudo respiratorio severo (SARS-CoV-2), cuya secuencia genética fue compartida por los organismos de dicho país una semana más tarde.

Por consiguiente, el 11 de marzo de 2020, la OMS dio a conocer la enfermedad por coronavirus de 2019 (Covid-19) como pandemia mundial. Desde este inicio hasta el 19 marzo del 2021, se habían alcanzado más de 112 millones de casos notificados en todo el mundo y más de 3 millones de casos en España.

En este país, de los primeros 18609 casos contagiados,

el 43% sufrieron un ingreso hospitalario, mientras que un 3.9% necesitaron ingreso en la UCI. Así, la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI) inició un registro nacional sobre factores de riesgo para la enfermedad inducida por SARS-CoV-2 (Artero et al., 2021). En el estudio se observó un alto porcentaje de pacientes con comorbilidades (el 61.4% tenía un índice de Charlson moderado o severo, el 50.9% presentaba hipertensión arterial, el 39.7% padecía dislipidemia, mientras que alrededor del 20% padecían obesidad y diabetes), destacándose que el 16.5% de los pacientes tenían un nivel moderado o severo de dependencia para realizar actividades de la vida diaria (índice de Barthel inferior a 60).

Hasta el 30 de junio de 2020, y de acuerdo con el registro de la SEMI, en el Servicio de Medicina Interna del Hospital García Orcoyen de Estella, Navarra, se habían registrado 142 ingresos hospitalarios con sospecha de infección por el SARS-CoV-2 (48 casos resultaron PCR negativas y 94 positivos); entre ellos, 66 casos fueron diagnosticados con neumonía por COVID-19. De estos últimos, 20 fueron confinados en su domicilio y 4 fueron trasladados a la UCI, de los cuales 1 falleció y 3 fueron dados de alta tras tratamiento con Tocilizumab y

esteroides, siendo uno de ellos seleccionado para la realización de este estudio.

Concretamente, el paciente fue diagnosticado de neumonía bilateral atípica por SARS-CoV-2, siendo remitido a urgencias el 19 de noviembre de 2020 y dado de alta el 3 de diciembre de 2020.

Por otro lado, el ejercicio físico es de gran importancia y necesidad para las personas que han atravesado por una enfermedad grave, ya que contribuye a restablecer y aumentar la condición física y la calidad de vida, tal y como se ha podido observar en múltiples investigaciones.

Intentando marcar un cierto nivel de evidencia científica, se han analizado diversos estudios que confirman los beneficios de la práctica del ejercicio físico para la mejora de la calidad de vida, la condición física, la baja calidad del sueño (Magaz-González et al., 2022) y la capacidad cognitiva en pacientes con neumonía inducida por SARS-CoV-2.

En su estudio, Alawna et al. (2021) demostraron que los pacientes con COVID-19 pueden seguir con seguridad programas de ejercicio aeróbico que incluyan 2-3 sesiones semanales de 20 a 60 min, realizando ejercicio sobre una bicicleta o simplemente caminar a una intensidad del 55 % al 80 % VO_{2max} o del 60 al 80% de la frecuencia cardiaca máxima.

En la misma línea, otros estudios también hallaron efectos positivos sobre la condición física y la función pulmonar tras la aplicación de programas de ejercicio físico combinado con una duración mínima de 6 semanas (Ghodge et al., 2020; Carrasco et al., 2019; Borghi et al., 2009).

El ejercicio aeróbico conduce a un mayor aumento de la capacidad cardiopulmonar; además, induce mejoras inmediatas en la acción de las células blancas (Mohamed & Alawna, 2020). En una revisión sistemática reciente, Gonçalves et al. (2020) han demostrado que la actividades aeróbicas pueden producir efectos inmediatos y a corto plazo en la respuesta inmune de leucocitos, linfocitos T, subpoblaciones de linfocitos, interleucinas e inmunoglobulinas. Varios autores han demostrado que una sola sesión de ejercicios aeróbicos produce mejoras en los marcadores inmunes máximos, como los linfocitos T, los leucocitos y las inmunoglobulinas.

En este sentido, cabe recordar que la actividad del sistema inmune puede verse afectado significativamente por el estado de ánimo del paciente. De hecho, los pacientes con COVID-19, tienen una tendencia más alta de generar ansiedad y depresión (Huang & Zhao, 2020). Aumentar la capacidad cardiopulmonar puede mejorar significativamente el estado de ánimo y con ello mejorar la capacidad del sistema inmunológico. Este efecto podría atribuirse a la disminución de las hormonas de estrés como consecuencia de la práctica de ejercicio (Nabkasorn et al., 2006).

Por otro lado, los ejercicios aeróbicos pueden mejorar la elasticidad de los tejidos pulmonares, aumentar la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios, mejorando el

mecanismo de retroceso en el ciclo respiratorio y disminuyendo la frecuencia e intensidad de la tos en caso de infección (Mohamed & Alawna, 2020; Borde & Granacher, 2015).

El ejercicio físico (aeróbico) induce a una variedad de aportes sobre la salud y contribuye al tratamiento de la obesidad (Gálvez Fernández et al., 2019).

Además, el ejercicio aeróbico juega un rol antioxidante para limitar la producción de radicales libres y el denominado estrés oxidativo (Simioni et al., 2018), permitiendo, al mismo tiempo, una mejor oxigenación de los tejidos corporales y pulmonares (Gagnon et al., 2019). Así, los ejercicios aeróbicos moderados o suaves pueden contribuir a procesar estos radicales libres en el organismo y prevenir el inicio de infecciones y enfermedades pulmonares como la neumonía (Artero et al., 2021).

Por tal motivo, la finalidad de esta investigación fue comprobar el efecto de la intervención que se llevó a cabo con este paciente tras el alta hospitalaria, basada en un programa de ejercicio aeróbico moderado combinado con terapia respiratoria, y que a su vez podría, de manera modesta, sugerir o aportar recomendaciones para futuras investigaciones dedicadas a sujetos que han atravesado una enfermedad similar al de este estudio.

Es esta intervención uno de los aspectos más relevantes del presente estudio, pues se hace énfasis en la combinación entre el ejercicio físico y la terapia respiratoria como método terapéutico para mejorar la capacidad cognitiva, la condición física y la calidad de vida relacionada con la salud de este tipo de pacientes.

Esta circunstancia resulta relevante ya que, según el personal médico responsable, los pacientes que afrontan esta enfermedad en los hospitales suelen expresar graves dolencias físicas y psicosociales causadas por la enfermedad y el tratamiento, en especial por la disminución de las capacidades cardiorrespiratorias, de la fuerza muscular y de las funciones ejecutivas.

Metodología

Diseño de investigación

Estudio de caso.

Material y métodos

Considerando el tipo de estudio, la presente investigación sólo contó con la participación de un paciente superviviente de neumonía bilateral inducida por SARS-CoV-2.

Por otro lado, y de forma general, el programa, que fue precedido de una evaluación inicial al sujeto, consistió en ejercicios de respiración y en una variedad de ejercicios aeróbicos y de fortalecimiento muscular. Transcurridas 8 semanas desde el inicio de la intervención, se procedió a evaluar nuevamente al paciente respetado las mismas condiciones que caracterizaron la primera evaluación. El estudio se desarrolló durante los meses de enero y marzo de 2021, utilizando el propio domicilio del paciente, así

como las instalaciones del Polideportivo Municipal de la Ciudad de Estella, Navarra.

Descripción y características del sujeto

Nuestro participante es un hombre de 35 años, soltero, con estudios primarios, desempleado y con afectaciones previas (obesidad grado II y apnea del sueño) (Tabla 1). Además, el participante no realizaba ningún tipo de actividad física antes de su enfermedad desarrollando, durante la mayor parte del tiempo, actitudes sedentarias en su domicilio (sentado, viendo la televisión o escuchando música).

Tabla 1:
descripción del participante

Características del paciente	
Género	Hombre
Edad	35 años
Peso	114.0 kg
Altura	1.76 m
IMC	36.0 kg/m ²
Nivel Académico	Graduado de primaria
Estado Civil	Soltero
Enfermedades Previas	Apnea del sueño y Obesidad grado II
Enfermedad Actual	Neumonía SARS-CoV-2

Fuente: Elaboración propia

El 1 diciembre de 2020 el sujeto fue atendido en el servicio de urgencias del Hospital de Estella, al que acudió debido a una disnea severa, siéndole practicada la prueba PCR para SARS-CoV-2 que resultó positiva. Asimismo, se le realizó una RX A-P torácica, con un resultado compatible con neumonía bilateral inducida por COVID-19. Además, los signos y síntomas registrados en su ingreso revelaron, además de disnea, cierto déficit de oxígeno en sangre, pues, aunque la saturación (SatO₂) era ligeramente superior al 94%, la frecuencia respiratoria se situó en 26-28 ciclos por minuto.

Efectuado el diagnóstico, recibió tratamiento con Tocilizumab y varios bolos de metilprednisolona, consiguiendo una mejoría paulatina y progresiva hasta su alta hospitalaria doce días después, con una SatO₂ basal del 96%. En cualquier caso, dado su sobrepeso recibió profilaxis antitrombótica a lo largo de treinta días desde la fecha del alta médica.

Procedimiento

Consideraciones éticas y medidas de seguridad sanitarias

Este estudio se desarrolló siguiendo los principios que rigen la investigación en humanos recogidos en la Declaración de Helsinki (1964). En este sentido, el sujeto fue previamente informado del propósito del estudio y de todas las acciones vinculadas al mismo, haciendo hincapié en la confidencialidad de todo el proceso y de la información que, resultante de sus evaluaciones, se obtuvieran. Así, una vez leído el documento correspondiente dio su consentimiento firmándolo. No obstante, y por causas ajenas al desarrollo de la presente investigación, no ha sido posible culminar con la debida antelación la solicitud de informe en el Portal de Ética de

la Investigación Biomédica de Andalucía bajo la modalidad de “estudio académico”.

De igual modo, se tomaron en cuenta las medidas de seguridad sanitaria propuestas tanto por la OMS como por las autoridades españolas y de la Comunidad Foral de Navarra. Éstas consistieron, básicamente, en el uso de mascarilla, el lavado de manos con gel hidroalcohólico o con agua y jabón, la desinfección de los instrumentos o materiales utilizados y el mantenimiento de la distancia interpersonal de seguridad).

Programa de ejercicio aeróbico moderado combinado con terapia respiratoria

Contenidos. Para el programa de ejercicio físico se utilizó el pedaleo sobre cicloergómetro, así como caminatas; además, para el desarrollo de la fuerza muscular se emplearon ejercicios con el propio peso corporal (sentadillas, flexiones de piernas, flexiones de brazos en la pared y subir y bajar escaleras de su casa), ejercicios con desplazamiento de cargas (mancuernas) y ejercicios con bandas elásticas. En lo que respecta a los ejercicios destinados a la mejora de la función pulmonar se utilizó un espirómetro de incentivo, inflar y desinflar globos, la respiración costal, técnicas de control de la respiración, maniobras de espiración forzada como la tos fuerte, respiración con los labios fruncidos y maniobras de respiración diafragmática.

Monitorización-control de la intensidad. Con respecto al control de la intensidad, en cada sesión se utilizó, por lo general, el cálculo de la frecuencia cardiaca de reserva según la fórmula de Karvonen (FCr). Además, se aplicó la escala de percepción subjetiva del esfuerzo de Borg (1-10) a fin de evaluar el impacto generado por cada ejercicio propuesto, especialmente en aquellos destinados al desarrollo de la fuerza muscular.

Al margen de lo anterior, es necesario indicar que, por motivos de seguridad, se controló la SatO₂ (pulsioxímetro portátil digital) en cada sesión, evitando realizar los ejercicios programados si los niveles de este parámetro hematológico descendían por debajo del 94%.

Ejercicio aeróbico moderado

Las primeras 5 semanas de intervención el ejercicio se realizó sobre el cicloergómetro y, a partir de la sexta semana, se practicaron caminatas al aire libre por senderos, siguiendo las pautas para el ejercicio aeróbico propuestas de la OMS, el ACSM, la Sociedad Española de Cardiología (SEC), la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED) y la AHA.

Los ejercicios aeróbicos tuvieron una frecuencia de 3 días a la semana, con un total de 24 sesiones. Durante las primeras 5 semanas la intensidad inicial se ajustó entre el 40-60 % de la FCr, mientras que, a partir de la sexta semana, la intensidad se situó entre el 60-70% de la FCr. Por su parte, el aumento en la duración de las sesiones (volumen) se incrementó a partir de la sexta semana, pasando de los 30 min a los 50 min en las sesiones finales.

Ejercicios para el desarrollo de la fuerza muscular.

Los ejercicios destinados al desarrollo de la fuerza muscular se desarrollaron con una frecuencia de dos sesiones semanales. Durante las 5 primeras semanas, el sujeto realizó sesiones consistentes en 2 series de 8 repeticiones utilizando ejercicios básicos (sentadillas, flexiones de brazos en muro, y curl de bíceps con mancuernas de 2 kilos, aumento de 1 kilo por semana hasta lograr los 10 kilogramos). A partir de la sexta semana las sesiones de entrenamiento se organizaron a razón de 4 series de 10 repeticiones, incluyéndose, al mismo tiempo, nuevos ejercicios que aseguraran un desarrollo armónico de la fuerza en músculos tanto del tren inferior como del superior.

Terapia respiratoria

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, los pacientes con COVID-19 grave o críticamente enfermos con disfunción respiratoria deben someterse a rehabilitación respiratoria después del alta.

Los ejercicios desarrollados fueron seleccionados a partir de estudios previos en los que se había determinado su eficacia en pacientes con insuficiencia respiratoria y/o neumonía. Así, la posición en decúbito prono durante 2 minutos puede ayudar en la ventilación del pulmón dorsal a través de la reducción de la compresión pulmonar por el corazón debido al desplazamiento ventral del corazón (McCormack, Burnham y Southern, 2017).

Sentarse y ponerse de pie son las posiciones preferidas en pacientes que no están críticamente enfermos para maximizar la función pulmonar, incluida la capacidad vital forzada, aumentar la distensibilidad pulmonar y el retroceso elástico, cambiar las estructuras mediastínicas y proporcionar una ventaja mecánica en la espiración forzada (Padilla y Muñoz 2017).

La respiración con los labios fruncidos se realiza mediante una inspiración nasal, seguida de un soplo espiratorio contra los labios fruncidos para disminuir el colapso de las vías respiratorias, reducir la frecuencia respiratoria y la hiperinflación dinámica durante el entrenamiento con el objetivo de aumentar la resistencia en general (Wang et al., 2020).

Por otro lado, son indicadas maniobras de espiración forzada como la tos fuerte para impulsar las secreciones (McIlwaine et al., 2017).

Según Wang et al., (2020), la terapia pulmonar o las actividades para mejorar la respiración deben interrumpirse si la $SatO_2$ no se recupera y el paciente no puede mantener una puntuación de la escala de disnea de Borg inferior a 4 puntos, recomendándose reposo y suplemento de oxígeno. Los ejercicios de rehabilitación respiratoria también deben suspenderse si el paciente refiere dolor de pecho, palpitaciones y/o mareos.

Análisis de los datos

Tratándose de un estudio de caso único, el análisis de

los datos se centró, principalmente, en el contraste pre y post intervención, cuantificando la magnitud de los cambios tanto de manera absoluta como relativa (porcentaje).

Resultados

Función respiratoria

El programa de intervención provocó una clarísima mejora de todos los parámetros respiratorios evaluados en la espirometría forzada ($PEFV_1$, FEV_1 y FVC) (Tabla 2).

Tabla 2.
Resultados obtenidos en la espirometría forzada.

Parámetros	Pre-Test		Post-Test	
	Pre	Porcentaje	Post	Porcentaje
FVC	3.16	73	4.38	103
FEV_1	2.58	71	3.66	104
PEF	2.87	30	8.88	94

Nota. FVC: capacidad vital forzada, FEV_1 : volumen máximo expulsado en el primer segundo, PEF: flujo espiratorio máximo. Fuente: Elaboración Propia

Condición Física

En la prueba *sit to stand* se observó una mejora en la fuerza muscular de los miembros inferiores, pues el paciente fue capaz de realizar 10 sentadillas más una vez finalizada la intervención (un aumento superior al 70%; Figura 1).

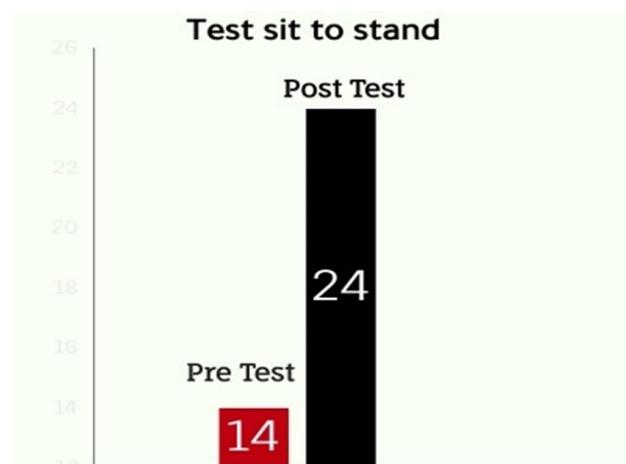


Figura 1. Pre y Post test de la prueba Sit to Stand. Fuente: elaboración propia.

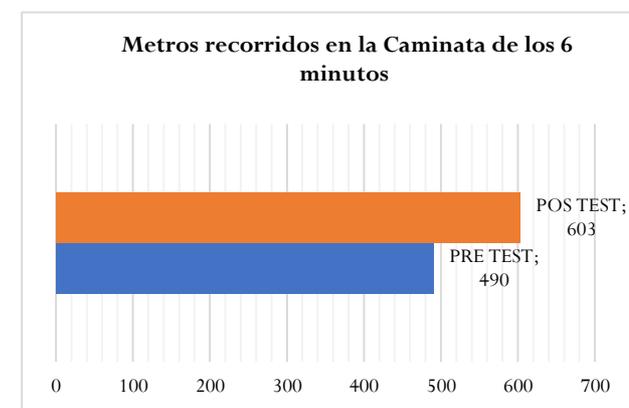


Figura 2. Nota. Recorrido en metros durante el pre y post test, caminata 6 min. Fuente: elaboración propia.

La Figura 2 muestra los resultados obtenidos en la prueba de caminata de 6 minutos. Tomando como referencia la evaluación previa, se observó una clara mejora en la capacidad cardiorrespiratoria, pues el paciente fue capaz de aumentar 113 metros la distancia recorrida en la prueba (un 23% más). Por otra parte, la Tabla 3 refleja los registros antes y después de la prueba, y en la que se pueden apreciar cambios notorios en los resultados relativos a la fatiga, disnea, frecuencia cardiaca y tensión arterial.

Tabla 3.

Control de la saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca durante el pre y post test de la prueba caminata de los 6 min.

Tiempo	FC	SpO2	Borg disnea	Borg fatiga	T arterial
Pre-Test					
Final de prueba	120	95	05	04	130/85
1 minuto	102	96	05	03	130/85
3 minuto	93	98	03	03	125/78
5 minuto	89	98	03	02	127/80
Post-Test					
Final de prueba	110	97	03	03	134/81
1 minuto	93	98	02	02	147/87
3 minuto	92	97	02	01	132/82
5 minuto	90	98	02	01	129/81

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Calidad de vida y función cognitiva

Los datos de la Tabla 4 corresponden a los resultados obtenidos en el SF-36. Como se puede observar, el programa de intervención produjo un notable incremento en las dimensiones orientadas al rol físico (50 puntos) y emocional (66 puntos). Asimismo, se registró una mejora importante en la dimensión dolor (23 puntos). Por el contrario, se observaron ciertos descensos en las puntuaciones relativas a las funciones física y social, así como en la percepción del estado de salud general.

Tabla 4.

Evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud

Calidad de vida (SF 36)	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
Funcionamiento físico	75	65	< 10 P
Limitaciones de roles debido a la salud física	25	75	> 50 P
Limitaciones de roles debido a problemas emocionales	34	100	> 66 P
Energía/Fatiga	65	55	< 10 P
Bienestar emocional	72	68	< 4 P
Funcionamiento social	88	75	< 13 P
Dolor	45	68	> 23 P
Salud general	75	70	< 5 P

Nota. >Mayor <Menor, P puntos Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, y considerando que, según la estructura del MMSE, una función cognitiva normal puede quedar definida con puntuaciones de 24 o más puntos, los resultados en esta prueba obtenidos antes de la intervención quedaron ligeramente por debajo de esta cifra (23 puntos). Sin embargo, tras la intervención, la puntuación en esta prueba alcanzó los 27 puntos, reflejando en el paciente una mejora de su estado cognitivo (Tabla 5).

De la misma forma, la calidad de sueño experimentó una ligera mejora (Tabla 5) al disminuir un punto la puntuación registrada en la evaluación previa a la intervención.

Tabla 5 Funciones cognitivas y calidad de sueño

	Prueba Pre Test Post Test	
	Pre-Test	Post-Test
Mini Mental	23	27
Calidad de sueño Pittsburgh	07	06

Nota. Fuente: Elaboración Propia

En relación con el control inhibitorio (efecto *stroop*), cabe destacar que, tras la intervención, el paciente mejoró considerablemente el resultado de la evaluación practicada bajo interferencia semántica, reduciendo de forma notable el número de errores y aumentando, consecuentemente, el de aciertos manteniendo más o menos constante el tiempo empleado en contestar a las situaciones planteadas (Tabla 6).

Tabla 6.

Control inhibitorio antes y después del programa de ejercicio físico

Ítems	Color y palabra coinciden	Color sin interferencia semántica	
		Pre-Test	Post-Test
Fallos	03	00	09
Aciertos	27	30	21
Segundos	303	69	103
Post-Test			
Fallos	06	00	01
Aciertos	24	30	29
Segundos	101	74	104

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Discusión

Este estudio de caso único, destinado a determinar los efectos de un programa de ejercicio junto con terapia respiratoria de tan solo 8 semanas de duración, ha generado, en términos generales, efectos positivos en la condición física, la capacidad respiratoria, la función cognitiva y la calidad de vida relacionada con la salud de un paciente con neumonía bilateral causada por SARS-CoV-2.

Considerando las características del paciente en cuestión, especialmente su condición de sedentario era de esperar que el programa de intervención generara efectos notables sobre su condición física. Así, y tomando como referencia el estudio de Puhán et al. (2008), quienes establecieron que mejoras cifradas en 35 metros en la prueba PC6M suponen una mínima mejora detectable de la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes con EPOC moderada y grave, se puede derivar que el aumento de 113 metros obtenido en este estudio (casi un 25% más en comparación con la evaluación inicial) indica un importante efecto del programa de intervención en esta parcela. Además, a pesar de este aumento en su desempeño caminando, nuestro paciente expresó una menor percepción de fatiga, así como una mayor facilidad al respirar durante el esfuerzo, lo cual refuerza nuestras conclusiones al respecto alineándose con las obtenidas por Park et al. (2018).

En cuanto a la fuerza muscular, los resultados de la prueba *sit to stand* tras la intervención reflejaron un importante aumento (superior al 70% respecto a la evaluación inicial) que coincide, prácticamente con el hallado por Ghodge et al., (2020) tras un entrenamiento

de 8 semanas de corte similar al aplicado en nuestro caso; sin embargo, según Strassmann et al. (2013), el rendimiento de un hombre sano de entre 30 y 34 años en esta prueba debería quedar, como mínimo, por encima de 28 repeticiones o ciclos, una cifra ligeramente superior a la que finalmente alcanzó nuestro paciente al final del periodo de entrenamiento. A pesar de ello, el efecto de los ejercicios de fuerza incluidos en el programa, caracterizados por ser de fácil ejecución y de una intensidad moderada, consiguieron provocar adaptaciones musculares que permiten cierto optimismo para el tratamiento de este tipo de pacientes. Esto resulta de importancia, pues, tal y como han demostrado Paneroni et al. (2021), existe una alta prevalencia de debilidad muscular y deterioro del rendimiento físico entre pacientes que se recuperaban de una neumonía moderada a grave relacionada con COVID-19 y que estaban hospitalizados sin ninguna limitación motora previa.

De lo que no parece haber duda es que las intervenciones basadas en ejercicio tienen un efecto directo sobre la función respiratoria (Ghodge et al., 2020; Simioni et al., 2018), llegando, incluso a mejorar la afectación sintomatológica de la neumonía (Baumann et al. 2012; Borde et al., 2015). Si a esto se añade que la intervención desarrollada en este estudio contempló la aplicación sistemática de un conjunto de ejercicios vinculados con terapias respiratorias, era de esperar que las mejoras en la función respiratoria fueran evidentes. De hecho, este programa de intervención consiguió revertir déficits en la función respiratoria apreciados en la evaluación inicial, devolviendo al sujeto a índices saludables en lo que concierne a los tres parámetros más decisivos en una espirometría forzada: FEV₁, PEF y FVC.

Como se ha indicado en el apartado introductorio, la calidad de vida se puede ver claramente comprometida en los pacientes que desarrollan COVID-19 debido a la ansiedad producida por la incertidumbre de su infección, la baja calidad del sueño y a las situaciones de aislamiento que han sido requeridas.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio han apuntado hacia mejoras en la importancia de los roles físico y emocional de la salud, si bien la falta de efectos del programa sobre otras dimensiones vinculadas a las anteriores dificulta alcanzar unas conclusiones más contundentes al respecto. Además, los cambios producidos en la calidad del sueño tras la intervención fueron mínimos, lo cual pudo condicionar otros cambios más evidentes en la percepción de la calidad de vida del sujeto. De hecho, la relación inversa entre tratamientos, por una parte, destinados a mejorar el sueño y, por otra, a aliviar la afección respiratoria de estos pacientes (Liu et al., 2020) pudo suponer una influencia no contemplada a priori en este estudio.

En cualquier caso, los resultados aquí observados parecen alinearse con los obtenidos previamente por Sanjay (2011), quien argumenta que los supervivientes de enfermedades graves con frecuencia quedan con un legado

de deficiencias físicas, neuropsiquiátricas y de calidad de vida a largo plazo, a lo que habría que sumar que los pacientes con COVID-19 suelen mantener grados más altos de ansiedad y depresión que otro tipo de pacientes Huang y Zhao (2020). Por último, y en cuanto a la capacidad cognitiva, se apreciaron mejoras relevantes tras la intervención propuesta en el paciente estudiado. Estos resultados pueden considerarse de gran importancia, pues, tal y como se ha determinado en investigaciones precedentes, pacientes con hipoxia crónica debido a enfermedades pulmonares graves, como es el caso de la neumonía, presentan una disminución en el rendimiento en pruebas destinadas a evaluar la atención, la velocidad de procesamiento y, en general, las funciones ejecutivas. Al igual que otros virus respiratorios, el SARS-CoV-2 puede ingresar al SNC a través de la ruta neuronal hematogena o retrógrada, produciendo síntomas como dolor de cabeza, insomnio, la pérdida del olfato y el gusto que, curiosamente, se asociaron con un bajo desempeño en las mencionadas pruebas de evaluación (Health et al., 2020; Patricio, 2020).

Al margen de lo anterior, y en relación con las limitaciones de esta investigación, es necesario indicar, en primer lugar, que tratándose de un estudio de caso único, los resultados obtenidos en el paciente estudiado tras la intervención están sujetos a múltiples condicionantes que comprometen indiscutiblemente la validez de los mismos más allá de lo que suponen para el paciente estudiado, debiendo ser muy cautelosos a la hora de extrapolar conclusiones hacia colectivos con dolencias similares o parecidas.

Otra de las limitaciones que han influenciado el desarrollo del presente estudio han sido los periodos interrumpidos de confinamiento domiciliario y movilidad personal, lo cual ha dificultado, ocasionalmente, la supervisión directa de los entrenamientos por parte del investigador.

La falta de recursos económicos y materiales también ha limitado significativamente el procedimiento seguido en el estudio.

Una valoración más profunda sobre el sujeto aplicando pruebas hematológicas y/o de imagen (por ejemplo, RX), así como el empleo de material e instalaciones apropiadas para el entrenamiento hubieran enriquecido mucho más el valor de esta investigación. No obstante, se contó con la participación de un médico y un psicólogo que ya no sólo facilitaron parte del material aquí utilizado, sino que asesoraron al investigador en todos aquellos aspectos vinculados con sus perfiles profesionales.

Finalmente, cabe destacar la falta de estudios rigurosos que, bien de caso bien utilizando cohortes, hubieran permitido un contraste más riguroso de los resultados aquí encontrados (pudiendo efectuar, incluso, contrastes de hipótesis sobre una media). Las dificultades consabidas a la hora de contar con pacientes con neumonía bilateral vinculada a COVID-19 y también relacionadas con las medidas de seguridad a fin de evitar posibles contagios han

podido mermar la capacidad de un buen número de investigadores de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte para llevar a cabo investigaciones de tipo experimental que ayudaran a definir la posible evidencia en la utilidad de este tipo de terapias basadas en ejercicio.

Conclusiones

Tomando en consideración los objetivos planteados al inicio de este estudio, se puede concluir, a la vista de los resultados obtenidos, que el programa de ejercicio físico más terapia respiratoria aplicado durante ocho semanas:

- Mejoró la condición física del paciente estudiado, aumentando la fuerza de los músculos extensores de sus piernas, así como su capacidad cardiorrespiratoria.
- Mejoró claramente la capacidad pulmonar y la funcionalidad respiratoria del paciente, traduciéndose esto ya no sólo en unos mayores valores espirométricos sino también en una disminución de la disnea vinculada al ejercicio.
- No consiguió efectos positivos constatables sobre todas las dimensiones de la calidad de vida relacionada con la salud y, además, éstos fueron mínimos sobre la calidad del sueño expresada por el paciente.
- Mejoró, en términos genéricos, su función cognitiva, así como el control inhibitorio, abriendo una vía para la inclusión de las terapias basadas en ejercicio en la recuperación de pacientes con neumonía grave vinculada a COVID-19.
- Bajo estas consideraciones, se puede afirmar, por tanto, que el programa de ejercicio combinado con ejercicios respiratorios como terapia rehabilitadora ha conseguido ser eficaz sobre la condición física, la función respiratoria y las funciones cognitivas en un paciente de neumonía atípica bilateral provocada por SARS-CoV-2 tras su alta hospitalaria.

Nuevas perspectivas de investigación

A tenor de los resultados obtenidos en el presente estudio, aunque sin olvidar sus múltiples limitaciones, nuevas investigaciones deberían abordar y comprobar, bajo diseños experimentales, los efectos de este tipo de programas en pacientes afectados de COVID-19 que presenten neumonía bilateral y cuenten con otras enfermedades o comorbilidades. Al mismo tiempo, estos estudios de corte experimental deberían los efectos de estas intervenciones sobre factores psicosociales determinantes de la calidad de vida.

Referencias

Agencia Española de medicamentos y productos sanitarios. (2020). Tratamientos disponibles para el manejo de la infección respiratoria por SARS-CoV-2. <https://www.aemps.gob.es/la-aemps/ultima-informacion-de-la-aemps-acerca-del-covid-19/tratamientos-disponibles-para-el-manejo-de-la->

- infeccion-respiratoria-por-sars-cov-2/?lang=en
- Alawna, m., amro, m., & mohamed, a. a. (2021). Aerobic exercises recommendations and specifications for patients with COVID-19: A systematic review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 25(24), 13049–13055. https://doi.org/10.26355/eurrev_202012_24211
- Artero, A., Madrazo, M., Fernández-Garcés, M. et al. Puntuaciones de gravedad en la neumonía COVID-19: un estudio de cohorte, retrospectivo y multicéntrico. *J GEN INTERN MED* 36, 1338-1345 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11606-021-06626-7>
- Borghi-Silva, A., Arena, R., Castello, V., Simões, R. P., Martins, L. E. B., Catai, A. M., & Costa, D. (2009). Aerobic exercise training improves autonomic nervous control in patients with COPD. *Respiratory Medicine*, 103(10), 1503–1510. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.04.015>
- Borde, R., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1693–1720. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0385-9>
- Carrasco Martínez, A. J., Marín Pagán, C., & Alcaraz Ramón, P. E. (2019). Efectos de la frecuencia de entrenamiento en circuito de alta intensidad sobre la fuerza isocinética y la composición corporal en sujetos no entrenados. *Revista de Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte de La Universidad Católica de San Antonio*, 14(41), 125–138. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7035800.pdf> <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7035800>
- Colegio Americano de Medicina Deportiva. Posición de pie: la cantidad y calidad recomendadas de ejercicio para desarrollar y mantener la aptitud cardiorrespiratoria y muscular, y la flexibilidad en adultos sanos. *Ejercicio deportivo Med Sci*. 1998; 30 (6): 975-91
- Di Ruggiero, M. (2011, 1 enero). Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. *Revista Colombiana de Bioética*. <https://revistas.umbosque.edu.co/index.php/RCB/article/view/821>
- Magaz-González, A. M., Mendaña-Cuervo, C., Sahelices-Pinto, C., & García-Tascón, M. (2022). Calidad del descanso durante el confinamiento por la COVID-19 en España. Su relación con la práctica de actividad física (The quality of rest and its relationship with physical activity practice during the COVID-19 lockdown in Spain). *Retos*, 44, 155–166. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90716>
- Ministerio de sanidad igualdad y asuntos sociales. (2021). Información Científica-Técnica Coronavirus. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias., 1, 73.
- OMS. (2020). Manejo clínico de la COVID-19. Organización Mundial de La Salud, 5, 1–68. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332638/WHO-2019-nCoV-clinical-2020.5-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OMS (2020) Directrices de la OMS sobre Actividad Física y Hábitos sedentarios. Disponible en <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240014886>
- Rodríguez, M. Á., Crespo, I., & Olmedillas, H. (2020). Exercising in times of COVID-19: what do experts recommend doing within four walls? *Revista Española de Cardiología*, 73(7), 527–529. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.04.002>
- Mccormack, P., Burnham, P., & Southern, K. W. (2017). Autogenic drainage for airway clearance in cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009595.pub2>

- Mohamed, A. A., & Alawna, M. (2020). Role of increasing the aerobic capacity on improving the function of immune and respiratory systems in patients with coronavirus (COVID-19): A review. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14(4), 489–496. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.038>
- McIlwaine, M., Bradley, J., Elborn, J. S., & Moran, F. (2017). Personalising airway clearance in chronic lung disease. *European Respiratory Review*, 26(143). <https://doi.org/10.1183/16000617.0086-2016>
- Nabkasorn, C., Miyai, N., Sootmongkol, A., Junprasert, S., Yamamoto, H., Arita, M., & Miyashita, K. (2006). Effects of physical exercise on depression, neuroendocrine stress hormones and physiological fitness in adolescent females with depressive symptoms. *European Journal of Public Health*, 16(2), 179–184. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cki159>
- Simioni, C., Zauli, G., Martelli, A. M., Vitale, M., Gonelli, A., & Neri, L. M. (2018). Oncotarget-09-17181.Pdf. Oxidative Stress: Role of Physical Exercise and Antioxidant Nutraceuticals in Adulthood and Aging, 9(24), 17181–17198.
- Vega Padilla, J. D., & Barón Muñoz, E. A. (2017). Exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Medicina General y de Familia*, 6(4), 167–171. <https://doi.org/10.24038/mgyf.2017.032>
- Park, Wan Beom, Kang Il Jun, Gayeon Kim, Jae Phil Choi, Ji Young Rhee, Shinhyea Cheon, Chang Hyun Lee, Jun Sun Park, Yeonjae Kim, Joon Sung Joh, Bum Sik Chin, Pyeong Gyun Choe, Ji Hwan Bang, Sang Won Park, Nam Joong Kim, Dong Gyun Lim, Yeon Sook Kim, Myoung don Oh, and Hyoung Shik Shin. 2018. “Correlation between Pneumonia Severity and Pulmonary Complications in Middle East Respiratory Syndrome.” *Journal of Korean Medical Science* 33(24):1–5. doi: 10.3346/jkms.2018.33.e169.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213feff>
- Gagnon, D. D., Dorman, S., Ritchie, S., Mutt, S. J., Stenbäck, V., Walkowiak, J., & Herzig, K. H. (2019). Multi-Day Prolonged Low- to Moderate-Intensity Endurance Exercise Mimics 10(September), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01123>.
- Gonçalves, C. A. M., Dantas, P. M. S., dos Santos, I. K., Dantas, M., da Silva, D. C. P., Cabral, B. G. de A. T., Guerra, R. O., & Júnior, G. B. C. (2020). Effect of Acute and Chronic Aerobic Exercise on Immunological Markers: A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 10(January), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01602>
- Ghodge, S., Tilaye, P., Deshpande, S., Nerkar, S., Kothary, K., Manwadkar, S., Fisioterapia, F. De, & Somaiya, K. J. (2020). Efecto de la telerehabilitación pulmonar en Capacidad funcional en sobrevivientes de COVID ; Una inicial Evidencia. 10, 123–129.
- Huang, & Zhao, N. (2020). Generalized anxiety disorder, depressive symptoms and sleep quality during COVID-19 outbreak in China: a web-based cross-sectional survey. *Psychiatry Research*, 288(April), 112954. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112954>
- Nelson, Miriam E., W. Jack Rejeski, Steven N. Blair, Pamela W. Duncan, James O. Judge, Abby C. King, Carol A. Macera, and Carmen Castaneda-Sceppa. 2007. “Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association.” *Circulation* 116(9):1094–1105. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650.
- Strassmann, A., Steurer-Stey, C., Lana, K. D., Zoller, M., Turk, A. J., Suter, P., & Puhon, M. A. (2013). Population-based reference values for the 1-min sit-to-stand test. *International Journal of Public Health*, 58(6), 949–953. <https://doi.org/10.1007/s00038-013-0504-z>
- Paneroni, M., Simonelli, C., Saleri, M., Bertacchini, L., Venturelli, M., Troosters, T., Ambrosino, N., & Vitacca, M. (2021). Muscle Strength and Physical Performance in Patients without Previous Disabilities Recovering from COVID-19 Pneumonia. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(2), 105–109. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001641>
- Simioni, Carolina, Giorgio Zauli, Alberto M. Martelli, Marco Vitale, Arianna Gonelli, and Luca M. Neri. 2018. “Oncotarget-09-17181.Pdf.” *Oxidative Stress: Role of Physical Exercise and Antioxidant Nutraceuticals in Adulthood and Aging* 9(24):17181–98.
- Gálvez Fernández, I., Gavala González, J. & Fernández García, J. (2019, 13 diciembre). Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico (Modification of body composition and energy expenditure in young women after an aerobic training program). *RETOS, Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 38, 114–117. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74659>
- Ghodge, S., Tilaye, P., Deshpande, S., Nerkar, S., Kothary, K., Manwadkar, S., Fisioterapia, F. De, & Somaiya, K. J. (2020). Efecto de la telerehabilitación pulmonar en Capacidad funcional en sobrevivientes de COVID ; Una inicial Evidencia. 10, 123–129.
- Baumann, F. T., Zimmer, P., Finkenberger, K., Hallek, M., Bloch, W., & Elter, T. (2012). Influence of endurance exercise on the risk of pneumonia and fever in leukemia and lymphoma patients undergoing high dose chemotherapy . A pilot study. December, 638–642.
- Borde, Ron, Tibor Hortobágyi, and Urs Granacher. 2015. “Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Sports Medicine* 45(12):1693–1720. doi: 10.1007/s40279-015-0385-9.
- Liu, K., Chen, Y., Wu, D., Lin, R., Wang, Z., & Pan, L. (2020). Effects of progressive muscle relaxation on anxiety and sleep quality in patients with COVID-19. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 39, 101132. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101132>
- Huang, & Zhao, N. (2020). Generalized anxiety disorder, depressive symptoms and sleep quality during COVID-19 outbreak in China: a web-based cross-sectional survey. *Psychiatry Research*, 288(April), 112954. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112954>
- Wang, T. J., Chau, B., Lui, M., Lam, G. T., Lin, N., & Humbert, S. (2020). Physical medicine and rehabilitation and pulmonary rehabilitation for COVID-19. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(9), 769–774. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001505>