



Universidad de Sevilla

Máster Universitario en Actividad Física y Calidad de Vida de Personas

Adultas y Mayores

Trabajo Fin de Máster

Título: Efectos de un programa de ejercicio combinado con terapia respiratoria sobre la condición física, la calidad de vida relacionada con la salud y las funciones ejecutivas en un superviviente de neumonía inducida por SARS-CoV-2

Autor: Alex Chacón Sevilla

Tutor: Dr. Luis Carrasco Páez

Área de Conocimiento: Educación Física y Deportiva

Curso: 2020-2021

i. 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 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.

ii. 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.

ÍNDICE

i. Resumen	1
ii. Abstract.....	2
1. Introducción.....	6
2. Marco teórico.....	8
2.1. ¿Qué es la neumonía?	8
2.2. Neumonía inducida por SARS-CoV-2	8
2.3. ¿Qué signos y síntomas presenta la Neumonía por COVID-19?	9
2.4. ¿Cómo se diagnostica la neumonía?.....	11
2.5. Clasificación de la neumonía según el ámbito	11
2.6.1. Tratamientos para la neumonía.....	12
2.6.1.1. Tratamientos farmacológicos.....	12
2.6.2. Terapia no farmacológica	12
2.6.2.1. La fisioterapia respiratoria	12
2.6.2.2. Terapia basada en ejercicio físico.....	13
2.6.2.3. ¿Qué efectos produce el ejercicio aeróbico sobre la aptitud cardiorrespiratoria y las enfermedades respiratorias?.....	13
2.7. Impacto funcional en los pacientes hospitalizados con neumonía. Adecuación de la terapia basada en ejercicio	14
3. Problema de Investigación.....	18
4. Objetivos.....	18
4.1 Objetivo general.....	18
4.2 Objetivos Específicos	18
5. Metodología.....	19
5.1. Diseño de investigación: Estudio de caso.....	19
5.2. Materiales y Métodos.....	19

5.2.1. Descripción y características del sujeto	19
5.2.2. Procedimiento	20
5.2.2.1. Consideraciones éticas y medidas de seguridad sanitarias.....	20
5.2.2.2. Programa de ejercicio aeróbico moderado combinado con terapia respiratoria.....	21
5.2.2.3. Ejercicio aeróbico moderado.....	22
5.2.2.4. Ejercicios para el desarrollo de la fuerza muscular.....	23
5.2.2.5. Terapia respiratoria.....	23
5.3. Variables.....	25
5.3.1. Función respiratoria.....	25
5.3.2. Condición física.....	27
5.3.2.1. Resistencia cardiorrespiratoria: prueba de caminata de 6 min.....	27
5.3.2.2. Test sit to stand.....	28
5.3.3. Calidad de vida.....	28
5.3.3.1. Cuestionario SF-36.....	28
5.3.3.2. Test de calidad del sueño (Pittsburgh).....	29
5.3.4. Función Cognitiva.....	29
5.3.4.1. Control inhibitorio: el efecto stroop.....	29
5.3.4.2. Deterioro cognitivo: Mini Mental State Examination.....	29
5.4. Análisis de los datos.....	30
6. Resultados.....	31
6.1. Función respiratoria.....	31
6.2. Condición Física.....	31

6.3 Calidad de vida y función cognitiva.....	33
7. Discusión.....	36
8. Conclusiones.....	39
9. Nuevas perspectivas de investigación	39
10. Referencias	40
11. Anexos.....	49

1. 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 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.

2. Marco teórico

2.1. ¿Qué es la Neumonía?

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la neumonía es un tipo de infección respiratoria aguda que afecta a los pulmones. Al mismo tiempo, la Clínica Universidad de Navarra (2019) define la neumonía como una infección que puede estar causada por múltiples organismos (bacterias, virus y hongos).

Por su parte, Martínez et al. (2018), interpretan la neumonía como un daño inflamatorio de los pulmones en respuesta a la llegada de virus o bacterias a la vía aérea distal y al parénquima. Pese a que el concepto es histológico y microbiológico, en la praxis clínica el diagnóstico descansa en la presentación clínica y en la demostración de un infiltrado pulmonar radiológico.

La Dirección General de Comunicación Social (2019) señala que, en el caso de los enfermos de neumonía, estos órganos están llenos de pus y líquido, lo que hace dolorosa la respiración y disminuye la absorción de oxígeno. En cualquier caso, la llamada Neumonía Adquirida en la Comunidad (NAC) es la más común y se propaga al inhalar los virus y bacterias que actúan como patógenos.

2.2 . Neumonía inducida por SARS-CoV-2.

2.2.1. Etiología.

En diciembre de 2019, se produjo un grupo de casos de neumonía, causada por un coronavirus β recientemente identificado en Wuhan, China. El 12 de enero de 2020 la OMS nombró inicialmente a este coronavirus como 2019-nCoV. Asimismo, este organismo internacional denominó oficialmente la enfermedad asociada como COVID-19, mientras que días más tarde el Grupo de Estudio de Coronavirus (CSG) del Comité Internacional propuso nombrar el nuevo coronavirus como SARS-CoV-2 (Guo et al., 2020).

Según los resultados de la secuenciación del genoma del virus y el análisis evolutivo, se sospecha que el murciélago es un hospedador natural de origen viral, y el SARS-CoV-2 podría ser transmitido por el murciélago a través de hospedadores intermedios desconocidos para infectar a los humanos. Además, el SARS-CoV-2 podría utilizar la enzima convertidora

de angiotensina 2 (ACE2), el mismo receptor que el SARS-CoV para infectar a los seres humanos (Zhou et al., 2020).

2.2.2. Patología.

Los coronavirus (CoV) pertenecen al grupo de Coronaviridae, el orden Nidovirales y el género Coronavirus. Son uno de los grupos más grandes de virus que producen infecciones respiratorias y gastrointestinales. Morfológicamente, los CoV son virus envueltos que contienen virus de ácido ribonucleico (ARN) monocatenario no segmentados de sentido positivo. El SARS-CoV-2 generalmente causa enfermedades respiratorias y gastrointestinales tanto en humanos como en animales. La enfermedad se caracteriza por distintos signos y síntomas médicos que incluyen fiebre alta, escalofríos, tos y falta de aire o dificultad para respirar. Las personas infectadas también pueden presentar otros síntomas como diarrea, mialgia, fatiga, expectoración y hemoptisis (Pal et al., 2020).

En esta línea, Pfeifer (2020) afirma que, desde el punto de vista fisiopatológico, la neumonía por COVID-19 es una enfermedad aguda compleja de los pulmones con un severo daño del epitelio alveolar y del endotelio pulmonar-vascular, lo cual da como resultado una insuficiencia respiratoria severa en algunas personas.

Por último, un reciente estudio publicado en la American Heart Association (AHA), asegura que la COVID-19 sea una enfermedad vascular y no respiratoria. La investigación revela que la proteína S (glicoproteína) por sí sola puede dañar al tejido endotelial del organismo, que se manifiesta por una función mitocondrial alterada y la actividad de la eNOS (sintasa endotelial) aumentando los procesos de la glucólisis. Así, una vez que el endotelio vascular queda infectado por SARS-CoV-2, la proteína S puede dañar las células endoteliales vasculares, produciendo una endotelitis (Lei et al., 2021).

2.3. ¿Qué signos y síntomas presenta la Neumonía por COVID-19?

La OMS ha expuesto que, en el caso de la neumonía causada por el SARS-CoV-2, los síntomas más comunes son: fiebre, cansancio y tos, si bien algunos pacientes pueden presentar dolores, congestión nasal, rinorrea (secreción nasal notable), dolor de garganta e incluso diarrea. Los problemas comienzan siendo leves y aparecen de forma gradual (Figura 1).

Según el Ministerio de Sanidad, Igualdad y Asuntos Sociales (2021), la mayor experiencia acerca de COVID-19 proviene del brote de China. En este contexto, el 80% de los casos confirmados presentaron síntomas leves a moderados (incluyendo casos de neumonía leve); el 13,8% desarrollaron una trayectoria clínica grave (disnea, taquipnea $\geq 30/\text{min}$, saturación $\text{O}_2 \leq 93\%$, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$, y/o con infiltración pulmonares de $\geq 50\%$ de los campos radiológicos en 24-48%) y un 6.1% sufrieron un curso crítico (insuficiencia respiratoria, shock séptico y/o fallo multiorgánico).

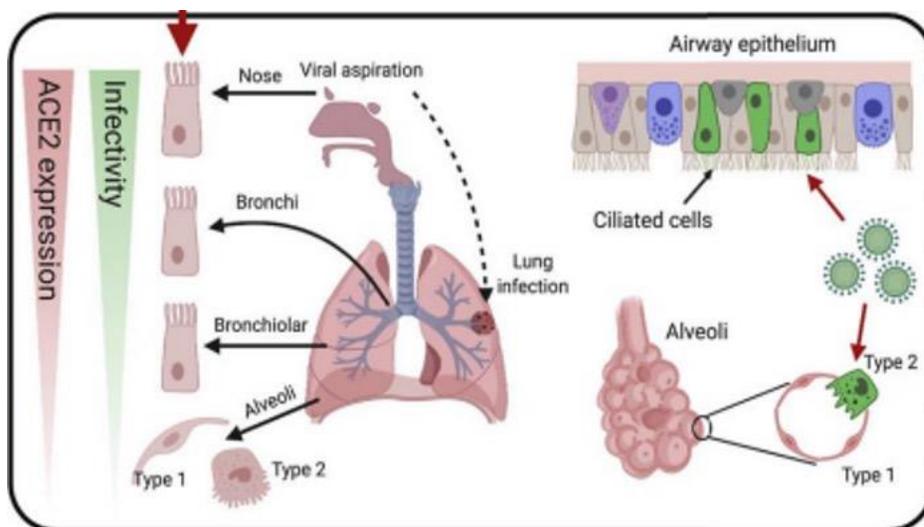


Figura 1. Sistema respiratorio e infección del SARS-CoV-2

Fuente: Ministerio de Sanidad Igualdad y Asuntos Sociales (2021).

2.4. ¿Cómo se diagnostica la Neumonía?

Teniendo en cuenta a Yurainys et al. (2015) la neumonía se puede diagnosticar con la realización de diferentes pruebas:

- *Prueba de esputo*. Se realiza para determinar e identificar las bacterias que están causando una infección en los pulmones o vías respiratorias.

- *Broncoscopia*. Es una prueba que se utiliza para observar el interior de las vías respiratorias, siendo común en el diagnóstico de la mayoría de las enfermedades pulmonares.

- *Radiografía*. Es una de las mejores pruebas para el diagnóstico de neumonía. En las imágenes de los pulmones de estos pacientes se observan puntos blancos denominados infiltrados, signos característicos de una infección. También se puede determinar si el paciente padece algunas de las complicaciones relacionadas con dicha enfermedad, tales como efusiones pleurales, es decir, fluido alrededor de los pulmones.

- *Escala CURB-65*. Es un índice del grado de severidad para la NAC, siendo de utilidad para predecir la mortalidad de un paciente a los 30 días de su diagnóstico por neumonía.

- *Gasometría*. Medición de la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono presente en la sangre. Suele acompañarse de la determinación del pH sanguíneo.

2.5. Clasificación de la neumonía.

En relación con la fuente de contagio, Álvarez (2016) distingue tres tipos de neumonía: a) neumonía adquirida en la comunidad (NAC) o extrahospitalaria; b) neumonía nosocomial o intrahospitalaria (NIH); c) neumonía asociada al uso de ventilación mecánica.

Por otro lado, y en referencia al registro radiológico, la neumonía puede clasificarse según dos síndromes (Dorca et al., 1997). Por un lado, el *síndrome típico*, definido por un cuadro agudo de corta duración y caracterizado por fiebre elevada, escalofríos, tos productiva y dolor torácico pleurítico. Por otra parte, el *síndrome atípico* se caracteriza por

una clínica más subaguda y de tipo general, con fiebre sin escalofríos, cefalea, mialgias, artralgias y una tos particularmente molesta de varios días de duración.

2.6. Tratamientos para la neumonía.

2.6.1. Tratamientos farmacológicos.

En marzo de 2020, el Tocilizumab (TCZ) se incluyó en el séptimo plan de diagnóstico y tratamiento para SARS-CoV-2 emitido por las autoridades sanitarias de China. De igual modo, para el tratamiento de la neumonía grave, en adultos con signos de emergencia (obstrucción respiratoria o apnea, disnea grave, cianosis central, choque, coma o convulsiones) se aplican maniobras de permeabilización de las vías respiratorias y se administra oxigenoterapia para lograr una saturación de oxígeno en sangre (SpO_2) \geq 94%.

Además, se utiliza la terapia con corticosteroides sistémicos (CS). Sin embargo, los efectos terapéuticos de los corticoides se acompañan, a menudo, de efectos clínicos secundarios, los cuales dependen de la dosis, de la vía de administración y de la duración del tratamiento (Tirapegui y Saldías 2018).

2.6.2. Terapias no farmacológicas.

2.6.2.1. La terapia respiratoria.

Según Yurainys et al. (2015), la terapia respiratoria hace referencia al conjunto de técnicas físicas con el objetivo de eliminar las secreciones de la vía aérea y mejorar la ventilación de los pulmones. La intervención debe individualizarse según las necesidades y condiciones específicas del paciente.

Recientemente, Rapela y Capodarco (2021) han llevado a cabo un estudio sobre rehabilitación pulmonar en un paciente con hipoxemia post COVID-19, en el que la terapia respiratoria se basó en mejorar la tolerancia a la actividad física y el fortalecimiento de miembros superiores e inferiores, haciendo énfasis en lograr una marcha segura con la mínima asistencia posible. Así, estos autores observaron una mejora en la calidad de vida del paciente, consiguiendo, además, que caminara 200 metros sin asistencia con una saturación de oxígeno del 93%.

En cualquier caso, y de cara a generar efectos positivos, los programas de intervención basados en terapia respiratoria deben prolongarse un mínimo de 8 semanas (Beauchamp et al., 2011).

2.6.2.2. Terapia basada en ejercicio físico.

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 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).

2.6.2.3. ¿Qué efectos produce el ejercicio aeróbico sobre la aptitud cardiorrespiratoria y las enfermedades respiratorias?

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 las 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).

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).

2.7. Impacto funcional en los pacientes hospitalizados con neumonía. Adecuación de la terapia basada en ejercicio.

En los pacientes hospitalizados por una enfermedad grave como la neumonía se ha observado, entre otras circunstancias, una disminución de la condición física y de la función cognitiva, lo cual podría derivar en una afectación de su calidad de vida y en su capacidad para realizar sus actividades básicas diarias.

Como afirman los responsables de la Dirección General de Salud Pública y Alimentación (2007) en su programa de promoción de actividad física, es de vital importancia para las actividades diarias tener una excelente capacidad cardiopulmonar y/o circulatoria que contribuya a la correcta distribución del oxígeno hacia los tejidos corporales.

En el estudio de Desai y Needham (2011) se ha observado un claro aumento de la mortalidad en los pacientes que han sobrevivido a la enfermedad pero han sido tratados en unidades de cuidados intensivos, destacando, como principales causas, una función pulmonar deteriorada. Además, la debilidad neuromuscular y las limitaciones tanto en la condición física como en ciertos aspectos relacionados con la calidad de vida son comunes y pueden ser duraderos.

En este sentido, y tal y como indica Hoffman (2007), la debilidad o fatiga del diafragma y los músculos accesorios de la inspiración es ampliamente reconocido como una consecuencia del destete de la ventilación mecánica. La fatiga puede deberse a una carga excesiva en los músculos inspiratorios, que puede resultar de una mayor resistencia a las vías respiratorias y/o una reducción del cumplimiento pulmonar. Este mismo autor junto a Lj et al. (2015) señalan, además, que la recuperación tras sedación es, en la mayoría de los casos, prolongada, siendo la fragilidad muscular de estos pacientes un factor clave en este sentido.

Aunque, según Batterham et al. (2014), todavía no se ha alcanzado un alto nivel de evidencia en relación con la eficacia de intervenciones basadas en ejercicio en supervivientes de enfermedades críticas después del alta hospitalaria, Paneroni et al., (2021) observaron, más concretamente, una alta prevalencia de deterioro muscular y del rendimiento físico en pacientes hospitalizados que, sin discapacidades locomotoras previas, se recuperan de una neumonía inducida por el COVID-19, lo que sugiere la necesidad de aplicar programas de rehabilitación tras el alta.

Se han publicado muchas recomendaciones para el ejercicio y la actividad física por parte de organizaciones profesionales y agencias gubernamentales desde las publicaciones sui generis del American College of Sports Medicine (ACSM). Este organismo argumenta que la aptitud muscular se compone de los parámetros funcionales de fuerza, resistencia y potencia, y cada uno de ellos mejora como consecuencia de un régimen de entrenamiento de resistencia diseñado apropiadamente. A medida que los músculos entrenados se fortalecen y se agrandan (hipertrofia), la resistencia debe incrementarse progresivamente (Tabla 1) para acumular ganancias adicionales. En cualquier caso, también es necesario adecuar el resto de las variables de este tipo de entrenamiento (frecuencia, volumen e intervalos de descanso) a las condiciones del paciente en cuestión (ACSM, 1998).

Por su parte, y como puede observarse en la Tabla 4, la Asociación Americana del Corazón (AHA) recomienda combinar un programa de entrenamiento con ejercicios aeróbicos y pesas. Además, la OMS propone 300 minutos de ejercicio aeróbico moderado o también 150 min de ejercicio vigoroso 3 días a la semana para adultos entre 18-64 años, o una combinación entre ambos. Asimismo, los adultos deben realizar actividad de fortalecimiento muscular a intensidad moderada dos o más días semanal (OMS,2020).

Por otro lado, la Asociación Española de Cardiología (SEC) y la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED), sugieren, para sujetos confinados a causa de la COVID-19 y/o con enfermedades crónicas, ejercicios de fortalecimiento muscular y actividades aeróbicas (Rodríguez et al., 2020) (Tabla 2).

Tabla 1. Recomendaciones sobre ejercicio aeróbico del Colegio Americano de Medicina Deportiva

<i>Resumen de recomendaciones preventivas o terapéuticas seleccionadas para actividad aeróbica y los ejercicios de fortalecimiento muscular.</i>						
Actividad aeróbica				Actividad de fortalecimiento muscular		
Recomendación	Frecuencia	Intensidad	Duración	Frecuencia	Número de ejercicios	Serie y repeticiones
Enfermedad cardiovascular y la EPOC (2000), American Heart Association (entrenamiento de fuerza y resistencia)	La mayoría, preferiblemente todos los días de la semana	Intensidad moderada a 40% del VO _{2max} de reserva (intensidad vigorosa aceptable para adultos seleccionados)	30-60 min de actividad de intensidad moderada en episodios de los últimos 10 minutos cada uno	2-3 días a la semana	8-10 ejercicios que involucran los principales grupos musculares	1 serie de 8 a 15 repeticiones (puede progresar a > 1 serie)

Nota: En la tabla solo se proporciona un indicador de intensidad aeróbica, incluso si la recomendación proporciona varios indicadores (comparables). Algunas recomendaciones fueron para actividades de entrenamiento de fuerza, cuando se proporcionó suficiente información en la recomendación, las recomendaciones para la actividad de fortalecimiento muscular se resumieron en forma de un programa de ejercicio que especifica el número de series y el número de repeticiones. Fuente: Adaptado de (Nelson et al., 2007) ACSM, Colegio Americano de Medicina Deportiva; VO_{2max}, capacidad aeróbica máxima.

Tabla 2. Ejercicios aeróbicos y de fortalecimiento muscular para sujetos confinados durante la pandemia

<i>Resumen de las recomendaciones de las principales instituciones sanitarias sobre el ejercicio</i>		
Institución	Aeróbico	Fuerza Muscular
AHA	Ejercicios en circuitos (alternar ejercicios cardiovasculares y de fortalecimiento muscular; 2-3 series cortas cada 30 s) saltos en tijera, saltar a la comba, correr/andar en el mismo sitio, subir escaleras o sobre un step, elevación de piernas, ejercicios de escaladores, saltos en el lugar.	Plancha abdominal y plancha lateral, flexiones, abdominales, levantamiento de caderas o puente, ejercicios de tríceps en una silla, zancada, flexiones, flexiones isométricas con la espalda apoyada.
COLEF	Pausas activas: caminar por su vivienda, videojuegos activos, rutinas online	Ejercicios de fuerza (propio peso del cuerpo)
SEC/FEC	Pausas activas, andar por la casa, aeróbic, bailar, máquinas para ejercicios cardiovasculares, correr por el salón, avanzar a gatas, saltos laterales	Ejercicios de levantamiento de pesas (p. ej., mancuernas, objetos pesados, paquetes) ejercicios de fuerza con bandas elásticas, flexiones de brazos con una prenda o un cinturón.
SEMED/CGCOM	Pausas activas: caminar por la vivienda, movilizaciones activas.	Ejercicios de levantamiento de pesas (p. ej., mancuernas, botellas, paquetes)
OMS	Caminar por la casa, bailar, rutinas de baile online, elevación de piernas a codo, abducciones de piernas, ejercicios aeróbicos, 150 min semanal.	Plancha, abdominal, extensión lumbar, sentadilla, ejercicio de puente lumbar, inmersiones desde silla.

Nota: AHA: American Heart Association; CGCOM: Consejo de Colegios Oficiales Médicos; COLEF: Consejo General de la Educación Física y Deportiva; SEC: Sociedad Española de Cardiología; SEMED: Sociedad Española de Medicina del Deporte; Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez et al. (2020).

En síntesis, y considerando todo lo expuesto como anterioridad, los efectos que genera la neumonía por SARS-CoV-2 unidos a la hospitalización y a los tratamientos para paliar las secuelas que deja la enfermedad, van a requerir de una intervención adecuada en los pacientes que la superen.

Aunque, a priori, el abordaje debería ser multidisciplinar, la notable afectación que sufren estos pacientes en su condición física y en su función respiratoria invita a comprobar la efectividad de un programa de intervención mixto que, a su vez, pueda generar efectos positivos tanto en la función cognitiva como en la calidad de vida de estos pacientes.

3. Problema de investigación.

¿Cuáles son los efectos de un programa de ejercicio aeróbico moderado combinado con terapia respiratoria de 8 semanas de duración sobre la condición física, la función respiratoria, las funciones ejecutivas y la calidad de vida relacionada con la salud, tras el alta hospitalaria en un paciente de neumonía atípica bilateral provocada por SARS-CoV-2?

4. Objetivos.

4.1. General.

Determinar la efectividad de un programa de ejercicio combinado con ejercicios respiratorios como terapia rehabilitadora sobre la condición física, la función respiratoria, las funciones ejecutivas y la calidad de vida relacionada con la salud en un paciente de neumonía atípica bilateral provocada por SARS-CoV-2 tras su alta hospitalaria.

4.2. Objetivos específicos.

Los objetivos específicos se orientan hacia la evaluación de los efectos del programa mixto de intervención sobre:

- La fuerza muscular de los miembros inferiores y de la capacidad cardiorrespiratoria del paciente.
- La capacidad pulmonar y la funcionalidad respiratoria.
- El rendimiento en pruebas destinadas a examinar el deterioro cognitivo y, en particular, el control inhibitorio (función ejecutiva) del participante.
- La calidad de vida relacionada con la salud.

5. Metodología.

5.1. Diseño de investigación.

Estudio de caso único.

5.2. 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.

5.2.1. 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 3). 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 3: descripción del participante

<i>Características del participante</i>	
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, 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.

5.2.2. Procedimiento.

5.2.2.1. 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 (anexo) 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).

5.2.2.2. 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 en cada sesión, evitando realizar los ejercicios programados si los niveles de este parámetro hematológico descendían por debajo del 94%.

5.2.2.3. 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 (Tabla 4). 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.

Tabla 4. Resumen del programa de ejercicios aeróbicos aplicados en la investigación

<i>Programa de Ejercicio Aeróbico</i>					
Periodo	Adaptativo		Progreso		
Mesociclo	Inicial		Incremento Progresivo		
Microciclo	Adaptaciones Biológicas	Incremento 1	Incremento 2	Incremento 3	Total
Periodización Lineal	01	01	01	01	01
Semanas	01-05	06	07	08	08
Nº de sesiones	15	03	03	03	24
Volumen (min)	30-40	46	50	50	608
Intensidad (%)	40-60	65	70	70	40-70
Series	03	04	04	04	15
Descanso (min)	30	06	06	06	38

Nota. Los ejercicios aeróbicos se realizaron en bicicleta estática más caminatas por senderos de su localidad. Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.4. 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 (Tabla 5). 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). 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.

Tabla 5. Ejercicios físicos para el fortalecimiento muscular

<i>Ejercicios Fuerza muscular</i>				
Semana	Ejercicios de Fuerza	Ser	Rep	Descanso
1-5	Sentadillas, flexiones brazos en la pared, ejercicios de flexiones de brazos con pesas de 5 kg.	2	8	2 min entre serie
6	Subir y bajar escaleras, ejercicios de piernas y brazos con bandas elásticas.	4	10	1 min entre serie
7	Subir y bajar escaleras, ejercicios con bandas elásticas, ejercicios de flexiones de brazos con botellas de agua	4	10	1 min entre serie
8	Subir y bajar escaleras, ejercicios con bandas elásticas, ejercicios de flexiones de brazos con botellas de agua.	4	10	1 min entre serie

Nota. Ser. Series Rep. Repeticiones. Antes de la actividad aeróbica se realizaban los ejercicios de fuerza muscular Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.5. 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 (Tabla 6) 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.

Tabla 6. Terapia respiratoria basada en ejercicios para la función pulmonar

<i>Terapia Respiratoria</i>				
Semana	Ejercicios para la función pulmonar	Ser	Rep	Descanso
1-5	Ejercicios con labios fruncidos, espiraciones (tos fuerte), respiración diafragmática	8	10	2 min de descanso entre serie
6	Inflar y desinflar globos, espirómetro de incentivo.	4	15	2 min de descanso entre
7	Inflar y desinflar globos, espirómetro de incentivo, respiración costal.	4	15	1 min de descanso entre serie
8	Técnicas de control de la respiración, respiración diafragmática, espirómetro de incentivo.	4	15	1 min de descanso entre serie

Nota. Ser. Series Rep. Repeticiones. Fuente: Elaboración Propia

5.3. Variables.

5.3.1. Función respiratoria.

La espirometría es un procedimiento que facilita la evaluación funcional de los pulmones tanto en personas sanas como en pacientes con enfermedades respiratorias (Yeverino, 2019).

En nuestro estudio, y tomando como referencia las indicaciones de la Sociedad Torácica Americana (ATS), se aplicó la espirometría forzada utilizando el espirómetro MIR Spirobank USB (Roma, Italia). Para ello, el participante debe tomar todo el aire que pueda y después soltarlo bruscamente hasta que no pueda expulsar más (Corralo, 2020). Es la más útil para el estudio de broncopatías.

Según Graham et al. (2019) la prueba debe realizarse en un lugar tranquilo y cómodo, con el paciente sentado (los pies deben quedar apoyados plenamente en el suelo) y erguido, manteniendo los hombros ligeramente hacia atrás y el mentón elevado.

Los parámetros respiratorios derivados de una espirometría forzada se recogen en la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetros relevantes derivados de una espirometría forzada

FVC:	Capacidad vital forzada o volumen de aire expulsado mediante una espiración forzada. Se expresa en litros.
FEV₁:	Volumen máximo expulsado en el primer segundo de la espiración forzada. Se expresa en litros.
FEV₁/FVC:	Relación entre FEV ₁ y FVC medidos. Puede expresarse en valor absoluto o porcentual (FEV ₁ %). No debe ser confundido con el índice de Tiffeneau o relación entre FEV ₁ y capacidad vital (VC), dado que en circunstancias patológicas la FVC puede ser inferior a la VC debido al colapso dinámico de la vía aérea.
FEF_{25-75%}:	Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la FVC. Se expresa en litros/segundo.
PEF:	Flujo pico espiratorio o flujo espiratorio máximo conseguido durante la

Fuente: (Javier et al., 2009) disponible en

https://www.neumosur.net/files/consenso_ESPIROMETRIA.pdf

García et al. (2013) argumenta que las variables más importantes de la espirometría forzada son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁). La FVC refleja el volumen máximo de aire exhalado en una maniobra espiratoria de esfuerzo máximo, iniciada tras una maniobra de inspiración máxima, expresado en litros. Por otro lado, el FEV₁ corresponde al volumen máximo de aire expulsado en el primer segundo de la maniobra de espiración forzada, también expresado en litros. A su vez, el resultado del FEV₁/FVC muestra la relación entre ambos parámetros.

Para una correcta evaluación de los registros obtenidos en esta prueba, es necesario su contraste con ciertos valores de referencia (Tabla 8).

Tabla 8. Valores normales dentro de una espirometría forzada

Patrones en función de los datos analizados de la espirometría y sus valores

PATRÓN	FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC	FEF ₂₅₋₇₅ %
Normal	>80 % normal	>80 % normal	>70 % normal	>60 % normal
Obstructivo	>80 % normal	<80 % disminuido	<70 % disminuido	<60 % disminuido
Mixto	<80 % normal	<80 % disminuido	<70 % disminuido	<60 % disminuido
Restrictivo	>80 % normal	>80 % disminuido	>70 % disminuido	<60 % disminuido

Fuente: Elaboración propia, tomado de

<https://www.laria.com/contenido/neumologia/espirometria/neumologia-espirometria-datos-basicos>

5.3.2. Condición física.

5.3.2.1. Resistencia cardiorrespiratoria: prueba de caminata de 6 min.

La prueba de caminata de los 6 minutos (PC6M) (Rikli y Jones, 1998) nos permitió valorar la resistencia cardiorrespiratoria del participante, pues, según Gochicoa et al. (2015), el propósito de dicha prueba es recorrer, caminando tan rápido como sea posible, la máxima distancia durante un período de seis minutos.

Tal y como se ha indicado antes, la SatO₂ se controló durante la prueba a fin de evitar cualquier alteración que pudiera empeorar el cuadro sintomático del sujeto. En la misma línea, también fueron objeto de registro la FC, la percepción subjetiva del esfuerzo y la presión arterial.

En relación con la interpretación de los resultados, se tomó como referencia el estudio de Puhan et al. (2008), pues en él se concluyó que ganancias de, al menos, 35 m en esta prueba, suponen cambios significativos en la resistencia cardiorrespiratoria de pacientes con EPOC de afectación moderada y grave. Por otra parte, también se consideró el estudio de Miyamoto et al., (2000), quienes definieron un resultado en esta prueba de 332 m como punto de corte en términos de supervivencia en pacientes con hipertensión pulmonar primaria. (por debajo, la supervivencia de sitúa en un 20% a 20 meses, mientras que por encima tasa de supervivencia alcanza el 90%). En este sentido, aunque en términos probabilísticos, Lederer et al. (2006), argumentaron que en pacientes con enfermedad pulmonar difusa, se observa una mortalidad 4 veces superior en los pacientes que caminan menos de 207 metros.

5.3.2.2. Test *sit to stand*.

Se aplicó la prueba *sit to stand* (sentarse y levantarse) para evaluar los efectos del programa sobre la fuerza de la musculatura extensora de los miembros inferiores del paciente. Esta prueba consiste en sentarse y levantarse de una silla de tamaño estándar (44 cm de altura) el mayor número de veces (ciclos) en 30 segundos. Durante su desarrollo los brazos deben de estar cruzados y unidos al pecho (Vaquero et al., 2015).

Como referencia para evaluar los resultados obtenidos en la prueba se tomaron las conclusiones del estudio realizado por Strassmann et al. (2013), quienes establecieron que un hombre de edad comprendida entre los 30 y los 34 años debía realizar un mínimo de 28 y un máximo de 72 repeticiones.

5.3.3. Calidad de vida.

5.3.3.1. Cuestionario SF-36.

El objetivo del SF-36 es obtener un perfil de la percepción de la calidad de vida relacionada con la salud, pudiéndose aplicar, dado su carácter genérico, tanto a pacientes como a la población general (Vilagut et al., 2005). En general, las personas perciben su calidad de vida según su historia personal, vinculándose con su estado de salud, su prosperidad y su bienestar en general (Fleuret & Thouez, 2007).

La versión original del SF-36, es una escala de 36 ítems que evalúa 8 dimensiones de salud: 1) limitaciones en las actividades físicas debido a problemas de salud 2) limitaciones en las actividades sociales debido a problemas físicos o emocionales 3) limitaciones en las actividades de función habituales debido a problemas de salud física 4) dolor corporal 5) salud mental general (angustia psicológica y bienestar) 6) limitaciones en las actividades de rol habituales debido a problemas emocionales 7) vitalidad (energía y fatiga) y 8) percepciones generales de salud. La puntuación obtenida en cada una de estas dimensiones quedó establecida entre 0 y 100 puntos.

5.3.3.2. Test de calidad del sueño (Pittsburgh).

La prueba de Pittsburgh (PSQI) es un cuestionario autoevaluado diseñado para evaluar la calidad del sueño y sus posibles alteraciones durante el último mes. Un total de 19 ítems dan lugar a siete dimensiones o “componentes”: calidad subjetiva del sueño, latencia del sueño, duración del sueño, eficiencia habitual del sueño, alteraciones del sueño, uso de medicamentos para dormir y disfunción diurna. Además, es posible el cálculo global de la calidad subjetiva del sueño, con un rango de puntuación que comprende entre 0 y 21 puntos, donde 0 expresa facilidad total para dormir y 21 dificultad máxima para dormir considerando los siete componentes (Buysse et al., 1989).

5.3.4. Función Cognitiva.

5.3.4.1. Control inhibitorio: el efecto stroop.

Golden (2005) ha demostrado la utilidad de la prueba de colores y palabras en la evaluación del control inhibitorio.

Asimismo, esta prueba ha demostrado en las investigaciones y en la práctica que se trata de un test clínico eficaz, tanto para la evaluación de disfunciones cerebrales como para la evaluación de psicopatología en general. Puede ser utilizado como un test aislado de evaluación o como parte de una batería más general.

En este caso se ha empleado la prueba on-line disponible en www.psytoolkit.com, obteniendo el nº de aciertos y de errores en las tres partes de las que consta este test (coincidencia de palabras y colores, sin interferencia semántica y con interferencia semántica).

5.3.4.2. Deterioro cognitivo: Mini Mental State Examination.

El Mini Mental State Examination (MMSE) consta de una serie de preguntas y tareas cuyo objetivo es evaluar el grado de deterioro cognitivo presente en la persona a evaluar. Con la posibilidad de alcanzar una puntuación máxima de 30 puntos, su aplicación no suele prolongarse más de 10 minutos. En su estructura se pueden diferenciar siete categorías, cada una de las cuales representa racionalmente una función diferente: orientación al tiempo, orientación al lugar, registro, atención y cálculo, recuerdo espontáneo, lenguaje (denominación, repetición, lectura y escritura espontánea) y construcción visual (Harvey & Mohs 2001).

5.4. 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).

6. Resultados

6.1. Función respiratoria.

El programa de intervención provocó una clarísima mejora de todos los parámetros respiratorios evaluados en la espirometría forzada (PEFV₁, FEV₁ y FVC) (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados obtenidos en la espirometría forzada.

<i>Resultados del pre y post test de la Espirometría Forzada</i>				
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, FEV₁: volumen máximo expulsado en el primer segundo, PEF: flujo espiratorio máximo. Fuente: Elaboración Propia

6.2. 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 2).

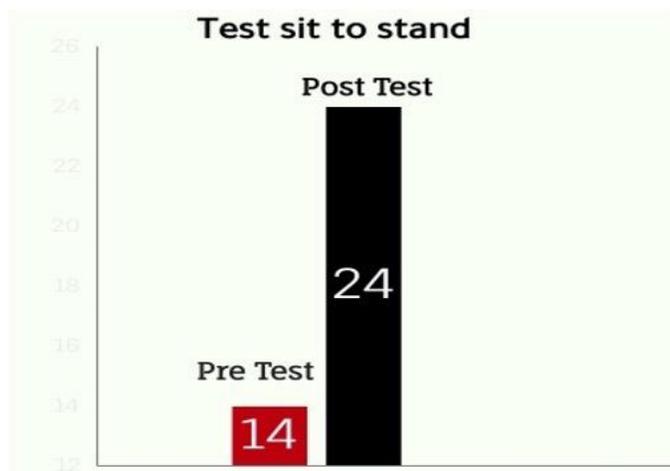


Figura 2. Pre y Post test de la prueba Sit to Stand. Fuente: elaboración propia.

La Figura 3 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 10 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 cardíaca y tensión arterial.

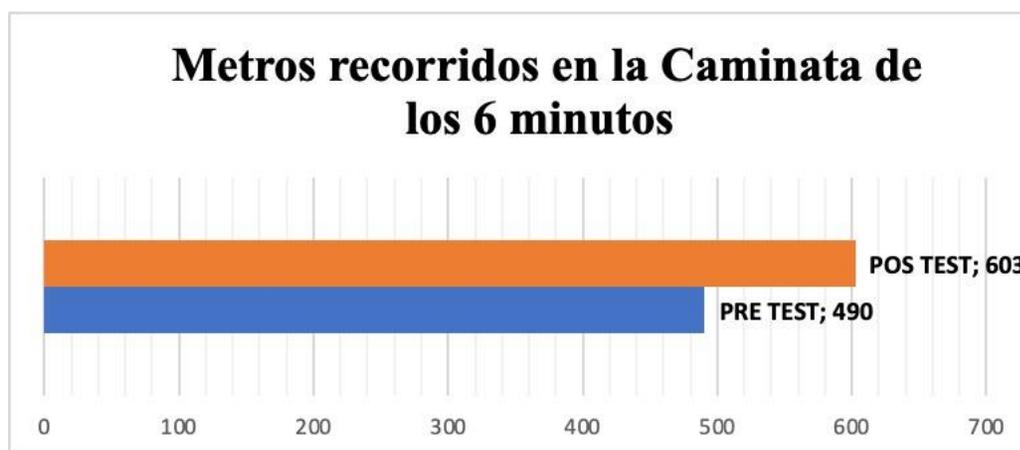


Figura 3. Nota. Recorrido en metros durante el pre y post test, caminata 6 min. Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Control de la saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca durante el pre y post test de la prueba caminata de los 6 min.

<i>Registro de los signos vitales en la caminata de los 6 minutos</i>					
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

Fuente: Elaboración Propia.

6.3 Calidad de vida y función cognitiva.

Los datos de la Tabla 11 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 11. 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 12).

De la misma forma, la calidad de sueño experimentó una ligera mejora (Tabla 12) al disminuir un punto la puntuación registrada en la evaluación previa a la intervención.

Tabla 12. Función cognitiva y calidad de sueño

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

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 13).

Tabla 13. Control inhibitorio antes y después del programa de ejercicio físico

<i>El efecto stroop</i>			
Ítems	Color y palabra coinciden	Color sin interferencia semántica	Color con interferencia semántica
Pre 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

Fuente: Elaboración Propia

7. 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 Puhan 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 hematógica 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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>
- American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th edition. Washington, DC: American Psychiatric Association; 1997.
- Aria. (2015). Algoritmo de interpretación de una espirometría.
<https://www.laria.com/contenido/neumologia/espirometria/neumologia-espirometria-datos-basicos>
- 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
- Álvarez, J. C. (2016). Neumonía: Concepto, Clasificación y diagnóstico diferencial. Neumomadrid.org. https://www.neumomadrid.org/wp-content/uploads/monogix_1._neumonias-concepto.pdf
- 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>
- Aksu, Neriman Temel, Abdullah Erdogan, and Nazmiye Ozgur. 2018. “Effects of Progressive Muscle Relaxation Training on Sleep and Quality of Life in Patients with Pulmonary Resection.” *Sleep and Breathing* 22(3):695–702. doi: 10.1007/s11325-017-1614-2.
- Batterham, A. M., Bonner, S., Wright, J., Howell, S. J., Hugill, K., & Danjoux, G. (2014). Effect of supervised aerobic exercise rehabilitation on physical fitness and quality-of-life in survivors of critical illness: An exploratory minimized controlled trial (PIX study). *British Journal of Anaesthesia*, 113(1), 130–137. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu051>

- Baumann, F. T., Zimmer, P., Finkenber, 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.
- Beauchamp, M. K., Janaudis-Ferreira, T., Goldstein, R. S., & Brooks, D. (2011). Optimal duration of pulmonary rehabilitation for individuals with chronic obstructive pulmonary disease - A systematic review. *Chronic Respiratory Disease*, 8(2), 129–140.
<https://doi.org/10.1177/1479972311404256>
- 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>
- 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>.
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989;28:193–213
- 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.

- Córralo, D S. (2020). Espirometría. Webconsultas <https://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/espirometria-12115>
- Clínica Universidad de Navarra. (2019). Neumonía: Síntomas, diagnóstico y tratamiento. Recuperado 20 de septiembre de 2021, de <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/neumonia>
- Desai, S. V., Law, T. J., & Needham, D. M. (2011). Long-term complications of critical care. *Critical Care Medicine*, 39(2), 371–379. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181fd66e5>
- Dirección General de Salud Pública y Alimentación. (2007). Actividad física y ejercicio en los mayores. 1–114.
- 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.unbosque.edu.co/index.php/RCB/article/view/821>
- Dorca, J., Bello, S., Blanquer, J., De Celis, R., Molinos, L., Torres, A., Verano, A., & Zalacain, R. (1997). Diagnóstico y tratamiento de la neumonía adquirida en la comunidad. *Archivos de Bronconeumología*, 33(5), 240–246. [https://doi.org/10.1016/S0300-2896\(15\)30614-1](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)30614-1)
- Garc, M., & Mart, B. D. (2015). Encuesta de Salud SF-36 : Validación en Tres Contextos Culturales de México Health Survey SF-36 : Validation in Three Cultural Contexts of Mexico Resumen. 3(871), 5–16.
- García-río, F., Calle, M., Burgos, F., Casan, P., Galdiz, J. B., Giner, J., González-mangado, N., Ortega, F., & Puente, L. (2013). Espirometría. 49(9), 388–401.
- 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>.
- 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.0b013e318213fefb>

- 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.
- Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, et al. Prueba de caminata de seis minutos: Recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Torax*. 2019;78(Supl: 2):164-172. doi:10.35366/NTS192J.
- Golden, C. J. (2005). Test de colores y palabras (Stroop). In TEA Ediciones.
- 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>
- Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., Mccarthy, K., McCormack, M. C., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. 200(8). <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
- Guo, Y., Cao, Q., Hong, Z., Tan, Y., Chen, S., Jin, H., Tan, K., Wang, D., & Yan, Y. (2020). The origin , transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. 1–10.
- Harvey, P. D., & Mohs, R. C. (2001). Memory Changes with Aging and Dementia. In *functional neurobiology of aging*. academic press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-351830-9.50007-x>
- Hoffman, L. A. (2007). Mobility Interventions to Improve Outcomes in Patients Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation: A Review of the Literature.
- 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>

- Javier, F., Gutiérrez, Á., Neumología, S. De, Reina, H., & Córdoba, S. (n.d.). Asociación de Neumólogos del Sur | Documento de consenso sobre Espirometría en Andalucía. Neumosur. http://www.neumosur.net/files/consenso_ESPIROMETRIA.pdf
- Lau, H. M. C., Ng, G. Y. F., Jones, A. Y. M., Lee, E. W. C., Siu, E. H. K., & Hui, D. S. C. (2005). A randomised controlled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51(4), 213–219. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(05\)70002-7](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(05)70002-7)
- Lederer, D. J., Arcasoy, S. M., Wilt, J. S., D'Ovidio, F., Sonett, J. R., & Kawut, S. M. (2006). Six-minute-walk distance predicts waiting list survival in idiopathic pulmonary fibrosis. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 174(6), 659–664. <https://doi.org/10.1164/rccm.200604-520OC>
- 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>
- Lj, G., Mpw, G., Ts, W., & Group, E. (2015). recovery from critical illness (Review). 6. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008632.pub2.www.cochranelibrary.com>
- Martínez Vernaza, S., Soto Chávez, M. J., Mckinley, E., & Gualtero Trujillo, S. (2018). Neumonía adquirida en la comunidad: una revisión narrativa. *Universitas Médica*, 59(4), 1–10. <https://doi.org/10.11144/javeriana.umed59-4.neum>
- 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>
- 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>
- Ministerio de sanidad igualdad y asuntos sociales. (2021). Información Científica-Técnica Coronavirus. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias., 1, 73.

- Miyamoto, S., Nagaya, N., Satoh, T., Kyotani, S., Sakamaki, F., Fujita, M., Nakanishi, N., & Miyatake, K. (2000). Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension: Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 161(2 I), 487–492. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.2.9906015>
- 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>
- 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>
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (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. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650>
- 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>
- Pal, M., Berhanu, G., Desalegn, C., & Kandi, V. (2020). Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2): An Update. 2(3). <https://doi.org/10.7759/cureus.7423>
- 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>

Park, W. B., Jun, K. Il, Kim, G., Choi, J. P., Rhee, J. Y., Cheon, S., Lee, C. H., Park, J. S., Kim, Y., Joh, J. S., Chin, B. S., Choe, P. G., Bang, J. H., Park, S. W., Kim, N. J., Lim, D. G., Kim, Y. S., Oh, M. don, & Shin, H. S. (2018). Correlation between pneumonia severity and pulmonary complications in Middle East respiratory syndrome. *Journal of Korean Medical Science*, 33(24), 1–5. <https://doi.org/10.3346/jkms.2018.33.e169>

Pfeifer, M. (2020). COVID-19-Pneumonie. 793–803. <https://doi.org/10.1007/s00108-020-00854-5>

Properties, P. (2010). Mini-Mental State Examination MMSE - Mini-Mental State Examination Memory Changes with Aging and Dementia Neuropsychological Testing.

Rapela, L., & Capodarco, G. (2021). Rehabilitación pulmonar en un paciente internado por hipoxemia post COVID-19. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, xxxx, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.acci.2021.03.001>

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>

Rivero-Yeverino, D. (2019). Spirometry: Basic concepts. *Revista Alergia Mexico*, 66(1), 76–84. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i1.536>

Rilki R, Jones J (1998). The Reliability and Validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 6(4): 363-375. https://www.researchgate.net/publication/283837801_The_Reliability_and_Validity_of_a_6-Minute_Walk_Test_as_a_Measure_of_Physical_Endurance_in_Older_Adults

Saldías P, F., & Díaz P, O. (2012). Eficacia y seguridad de la fisioterapia respiratoria en pacientes adultos con neumonía adquirida en la comunidad. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 28(3), 189–198. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482012000300004>

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.
- Strassmann, A., Steurer-Stey, C., Lana, K. D., Zoller, M., Turk, A. J., Suter, P., & Puhan, 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>
- Tirapegui S., F., Díaz P., O., & Saldías P., F. (2018). Uso de corticoides sistémicos en pacientes adultos hospitalizados por neumonía adquirida en la comunidad. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 34(4), 236–248. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482018000400236>
- Vaquero-cristóbal, R., González-moro, I. M., Alacid, F., & Simón, R. (2015). *Revista Española de Geriátría y Gerontología en función del índice de masa corporal en mujeres mayores activas*. 48(4), 171–176.
- 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>
- Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer-Miralda, G., Quintana, J. M., Santed, R., Valderas, J. M., Ribera, A., Domingo-Salvany, A., & Alonso, J. (2005). The Spanish version of the Short Form 36 Health Survey: a decade of experience and new developments. *Gaceta Sanitaria / S.E.S.P.A.S*, 19(2), 135–150. <https://doi.org/10.1157/13074369>
- 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>
- Yurainys, A., Candelaria, B., Angie, C., Anyi, C., Liceth, G., Machado, A., Yulieth, M., Martínez, M., Orenis, U., Fabiana, P., Pineda, R., Ramirez, Y., Rodelo, M., Villegas, V., & Palacio, I. (2015). Abordaje fisioterapéutico de un paciente con neumonía adquirida en la comunidad: estudio de caso. *Rev. Salud Mov.*, 7(1), 19–32.
- Zhao, H. M., Xie, Y. X., & Wang, C. (2020). Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with coronavirus disease 2019. *Chinese Medical Journal*, 133(13), 1595–1602.

<https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000848>

Zhou, P., Yang, X., Wang, X., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Guo, H., Jiang, R., Liu, M., Chen, Y., Shen, X., Wang, X., Zhan, F., Wang, Y., Xiao, G., & Shi, Z. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579(March).
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>

11. Anexos

Anexo A. Consentimiento Informado

Consentimiento Informado para participar Voluntariamente en una investigación

Estimado Sr _____

Usted ha sido invitado a participar en el estudio titulado, “Efectos de un programa de ejercicio aeróbico combinado con terapia respiratoria sobre la condición física, calidad de vida relacionada con la salud y funciones ejecutivas en un sobreviviente de neumonía por SARS-CoV-2” realizada por, Alex Chacón Sevilla, Estudiante del Máster Universitario en Actividad Física y Calidad de Vida en personas adultas y mayores, de la Universidad de Sevilla, España.

El objetivo de esta investigación es, Determinar los efectos de un Programa de Ejercicio Aeróbico moderado combinado con Terapia Respiratoria, para mejorar la capacidad cardiopulmonar, la fuerza muscular, funciones ejecutivas y calidad vida relacionada con la salud, en un sobreviviente de neumonía atípica bilateral inducida por SARS-CoV-2, tras su alta hospitalaria.

En este estudio nos ayudará a comprender más sobre, como el ejercicio físico aeróbico puede tener un efecto sobre las capacidades cardiopulmonares y la fuerza muscular. Los resultados de esta investigación podrían mejorar la condición física de los pacientes que hoy están padeciendo el mismo problema de salud al suyo.

Su participación es totalmente voluntaria y puede tomarse el tiempo que requiera para decidir participar. Durante todo el estudio, el personal que desarrolla el proyecto, está a su disposición para aclarar cualquier duda o inquietud que usted tenga.

Aunque haya decidido participar, usted puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin explicación. Su atención médica presente y futura no cambiará de ninguna manera, si usted decide no participar.

La participación consistirá en un estudio de caso. Usted será la única persona que participará en dicha investigación. El procedimiento se realizará en primer lugar en su domicilio y en segundo lugar en el Gimnasio de la ciudad, y en tercer lugar en los espacios abiertos de su comunidad. Dicho programa lo llevara a cabo el investigador a cargo y tiene una duración de 8 semanas con una frecuencia de 3 días semanales.

Los datos obtenidos serán de carácter confidencial, se guardará el anonimato en el ordenador del investigador, la identidad de su persona estará disponible sólo para el personal del proyecto y se mantendrá completamente privado. Los datos estarán a cargo del investigador responsable y de su tutor de investigación y para el posterior desarrollo de informes y publicaciones dentro de revistas científicas. Todos los nuevos resultados significativos desarrollados durante el curso de la investigación, le serán entregados a Usted. Además, se entregará un informe con los resultados generales sin identificar su nombre.

Si Usted no desea participar no implicará sanción. Usted tiene el derecho a negarse a responder a preguntas concretas, también puede optar por retirarse de este estudio en cualquier momento y la información que hemos recogido será descartada del estudio y eliminada.

También para esta investigación existen riesgos que son particulares de la práctica del ejercicio físico (Fatiga muscular, lesiones, caídas, cansancio). Si así lo desea, puede dejar de participar en las actividades que considere un riesgo para su salud, sin que signifique sanción para Usted. De participar de todo el estudio los beneficios directos serán; Su recuperación física, enfermedad, condición o síntomas secundarios, sin embargo, no existen garantías que ello ocurra, además otro beneficio es mejorar su capacidad cardiopulmonar y la fuerza muscular y la posibilidad de ayudar a desarrollar programas de intervención para personas en su misma situación de salud. No se contemplan ningún otro tipo de beneficios.

Las informaciones recolectadas no serán usadas para ningún otro propósito, además de los señalados anteriormente, sin su autorización previa y por escrito.

Por último, informarle que para esta investigación se tomaran en cuenta todas las medidas de seguridad ante el contagio de la COVID-19 (uso de mascarilla, lavado de manos con gel hidroalcohólico o con agua y jabón, desinfección de los instrumentos utilizados, distancia de seguridad, entre otras).

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar con el responsable de dicho estudio; Alex Chacón Sevilla, Estudiante del Máster Universitario en Actividad Física y Calidad de Vida de Personas Adultas y Mayores de la Universidad de Sevilla.

Correo electrónico: jose88danli@gmail.com, en horario de 09:00 a 20:00 horas, de lunes a sábados. **Agradezco desde ya su colaboración DNI/NIE Participante Firma**

Anexo B



Figura B 1. Nota. Toma de Presión y SatO₂ antes del Test 6 de caminata de los 6 minutos.



Figura B 2 Nota. Realización del test de los 6 min, los conos son indicadores de distancia.



Figura B 3. Nota. Espirómetro de incentivo utilizado para la terapia respiratoria.



Figura B 4. Nota. Realización de la espirometría forzada.



Figura B 5. Nota. Control manual de la FC.



Figura B 6. Nota. Pulsioxímetro, para el control de la SatO₂ y la FC.