



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

DPTO. ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA

TESIS DOCTORAL

**ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA ASISTENCIA
SANITARIA EN LA PANDEMIA PROVOCADA POR EL SARS-Cov-2.
RESPUESTA SANITARIA E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS SOLUCIONES.**

BEATRIZ MARÍA BERMEJO GIL

SALAMANCA 2021

DPTO. ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA

TESIS DOCTORAL

**ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN Y ADAPTACIÓN
DE LA ASISTENCIA SANITARIA EN LA
PANDEMIA PROVOCADA POR EL SARS-CoV-2.
RESPUESTA SANITARIA E IMPLEMENTACIÓN
DE NUEVAS SOLUCIONES.**

BEATRIZ MARÍA BERMEJO GIL

Directores:

Dr. D. Fausto José Barbero Iglesias

Dra. D^a. Fátima Pérez Robledo

Tutora:

Dra. D^a. Consuelo Sancho Sánchez

SALAMANCA 2021

La Tesis Doctoral titulada “**Análisis de la evolución y adaptación de la asistencia sanitaria en la pandemia provocada por el SARS-Cov-2. Respuesta sanitaria e implementación de nuevas soluciones.**” realizada por **Dña. Beatriz María Bermejo Gil**, bajo la dirección del **Dr. Fausto José Barbero Iglesias**, la **Dra. Fátima Pérez Robledo** y la tutora de la **Dra. Consuelo Sancho**, corresponde a un compendio de las publicaciones que se detallan a continuación:

1. **Bermejo Gil BM** y Pérez Robledo F. Fisioterapia en COVID-19: Revisión Sistemática del estado actual. Molero Jurado MM, editor. Investigación e intervención en Salud: Revisando la evidencia científica. DYKINSON. 2020. (Capítulo 24, pp.299-310). ISBN: 978-84-1377-136-6.
2. Pérez Robledo F y **Bermejo Gil BM**. Efectos de los ejercicios respiratorios sobre las secuelas de la COVID-19: Overview. Molero Jurado MM, editor. Investigación e intervención en Salud: Revisando la evidencia científica. DYKINSON. 2020. (Capítulo 25, pp.311-324). ISBN: 978-84-1377-136-6.
3. Llamas-Ramos R, Llamas-Ramos I, Pérez-Robledo F, **Bermejo-Gil BM**. Physiotherapy During the Covid Pandemic. Clin Case Stud Rev. 2020. 1; 001-004.
4. **Bermejo-Gil, BM.**; Pérez-Robledo, F.; Llamas-Ramos, R.; Silva, LA.; Sales-Mendes, A; Leithardt, V; Llamas-Ramos, I. RespiraConNosotros: A Viable Home-Based Tele-rehabilitation System for Respiratory Patients. Sensors 2021, 21, 3318. <https://doi.org/10.3390/s21103318>

Los siguientes coautores declaran que la doctoranda **Dña. Beatriz María Bermejo Gil** ha participado en la investigación de las publicaciones que conforman la tesis por compendio titulada **“Análisis de la evolución y adaptación de la asistencia sanitaria en la pandemia provocada por el SARS-Cov2. Respuesta sanitaria e implementación de nuevas soluciones.”** dando su visto bueno para la presentación, renunciando a presentarlos como parte de otra Tesis Doctoral, y para que así conste, firman a continuación:



Dra. Fátima Pérez Robledo



Dr. Valderi Reis Quietinho Leithardt



Dra. Inés Llamas Ramos



D. André Filipe Sales Mendes



Dra. Rocío Llamas Ramos



D. Luis Augusto Silva

12 de Mayo de 2021

Los Doctores **Dña. Consuelo Sancho Sánchez**, como tutora del Programa de Doctorado “Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar”; **D. Fausto José Barbero Iglesias** y **Dña. Fátima Pérez Robledo** Profesores de la Universidad de Salamanca como codirectores

CERTIFICAN:

Que la Tesis Doctoral titulada “**Análisis de la evolución y adaptación de la asistencia sanitaria en la pandemia provocada por el SARS-Cov-2. Respuesta sanitaria e implementación de nuevas soluciones**”, ha sido realizada bajo su dirección por Dña. Beatriz María Bermejo Gil, y cumple con todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Para que conste y en cumplimiento de la normativa vigente, firman el siguiente certificado con fecha 19 de mayo de 2021.

[Faint signature of Dra. Dña. Consuelo Sancho Sánchez]

[Faint signature of Dra. Dña. Fátima Pérez Robledo]

Dra. Dña. Consuelo Sancho Sánchez

Dra. Dña. Fátima Pérez Robledo

[Faint signature of Dr. D. Fausto José Barbero Iglesias]

Dr. D. Fausto José Barbero Iglesias

“Mucha gente pequeña, en lugares pequeños, haciendo cosas pequeñas, puede cambiar el mundo”

Eduardo Galeano

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría dar las gracias de manera especial a mis tutores, sin ellos no habría sido posible.

Como diría mi querido Profesor José Ignacio Calvo *“lo primero y principal pasar lista al personal...”* así pues, comienzo por ti. Muchas gracias por todo lo que me has enseñado a lo largo de estos años, desde el Grado, pasando por el Máster y ahora en el Doctorado. Por animarnos y acompañarnos en este proceso, por ser Maestro, Gracias.

Al Profesor Fausto José Barbero Iglesias, por la paciencia, el apoyo, por todos los quebraderos de cabeza, las horas dedicadas, por todos los proyectos en los que he tenido y tengo la suerte de colaborar, muchísimas gracias. Ya sí, por fin, me he sentado y he terminado.

A mi querida Profesora, directora, compañera y amiga, a ti, Fátima Pérez Robledo por no tirar la toalla, por animarme y regañarme cuando procrastinaba. Muchísimas gracias de corazón, por los proyectos locos en los que te acabo liando, por poner el punto de realidad.

A la Profesora Consuelo Sancho Sánchez, por acompañarme y guiarme en la recta final de este camino.

A mis profesores del Grado de Fisioterapia, del Grado de Enfermería y del Máster, porque sentaron las bases del conocimiento que hizo posible el presente trabajo.

A todos los compañeros del Área de Fisioterapia con los que he tenido la suerte de participar en el Proyecto de Investigación *“Programa de Revitalización Geriátrica”* (PReGe), sigo pasando lista, gracias a Carmen, Carlos, Roberto, Silvia, José Luis...porque influyeron en mi curiosidad por la investigación. También a

AGRADECIMIENTOS

todos mis compañeros investigadores, en especial a Ana Domínguez, y Enrique Artigas que estuvieron en los inicios.

A mis compañeros de NeuroUsal; a Ana Martín, muchísimas gracias, por tanto, por ser profesora, compañera y siempre justa, muchas gracias por tener la oportunidad de trabajar contigo; Jesús Orejuela gracias por transmitirme tus conocimientos sobre pacientes neurológicos y por seguir aprendiendo juntos con la experiencia telemática. A ti Juan Luis, también compañero de aventuras y proyectos, muchas gracias. A las hermanas Llamas-Ramos, Inés y Rocío gracias, por tanto, por hacer que lo difícil parezca fácil, por seguir sumando.

A mis compañeros y amigos de Hackáthones, en especial a André, Luis y Gabri, por enseñarme las cosas *guays* de la USAL (ESALab), por los proyectos, por el trabajo que parece ocio, por vuestro apoyo, ¡Muchísimas Gracias!

A mis compañeros del campus de Ávila, en especial a Pilar, Rocío y Leo por tener la oportunidad de trabajar con vosotros. También a mis compañeros del programa de Internalización porque fue una gran experiencia, por aprender juntos, por las risas, *because I finally finished the thesis, but it was not the research I told you about*. Gracias por vuestro apoyo y guía.

A mi familia, perfectamente imperfecta. Gracias mamá, por tu apoyo incondicional, por apoyarme en los momentos de debilidad, por enseñarme a ser fuerte, porque eres genial y había que decirlo. A mis queridos hermanos Rubén y Ramón, porque os quiero mucho, *separate but together*. A mi abuela Petri, siempre orgullosa de todos sus nietos. A mi pareja, por hacer mi vida más *brilli-brilli*, por tener paciencia, por comprenderme y apoyarme. Gracias Alberto.

A todos, ¡**Muchas gracias!**

Y lo segundo y secundario....

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO TEÓRICO.....	11
II.I. LOS VIRUS.....	13
II.I.I. LOS CORONAVIRUS	16
II.II. LA PANDEMIA DESENCADENADA POR EL SARS-Cov-2	18
II.III. - RESPUESTA SANITARIA	19
II.III. I. INTERVENCIÓN FARMACOLÓGICA	20
II.III. II. INTERVENCIÓN NO FARMACOLÓGICA EN EL SARS-COV-2	22
III. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS.....	25
III. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS.....	25
IV. RESULTADOS Y PRINCIPALES CONCLUSIONES	29
V. COPIA COMPLETA DE PUBLICACIONES ORIGINALES	35
V. COPIA COMPLETA DE PUBLICACIONES ORIGINALES	35
VI. ÍNDICES DE CALIDAD DE LAS PUBLICACIONES APORTADAS.....	99
VI. ÍNDICES DE CALIDAD DE LAS PUBLICACIONES APORTADAS.....	99
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	105
VIII. ANEXOS	111

ABREVIATURAS

AEMPS: Agencia Española de Medicamentos y productos sanitarios

COVID-19: enfermedad asociada al coronavirus SARS-CoV-2

CPAP: Presión Positiva Continúa en la Vía Aérea (Continuous Positive Airway Pressure)

DNA: ácido desoxirribonucleico

MERS: Síndrome respiratorio del medio este (middle east respiratory síndrome)

OMS: Organización Mundial de la Salud

RICE: Reposo, Hielo, Compresión y Elevación (Rest, Ice, Compression, Elevation),

RNA: ácido ribonucleico

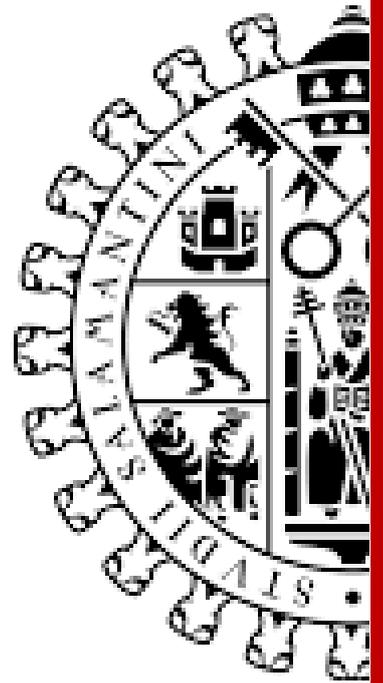
SARS: Síndrome respiratorio agudo severo (Severe Acute Respiratory Syndrome)

SARS-CoV-2: nombre del virus de la familia coronavirus causante de la enfermedad Covid-19.

TENS: Estimulación Eléctrica Transcutánea (Transcutaneous Electrical Stimulation)

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

VIH: virus de la inmunodeficiencia humana.



I. INTRODUCCIÓN

I.- INTRODUCCIÓN

El SARS-CoV-2 o COVID-19 surgió en Wuhan (China) en diciembre del 2019, alcanzando el estado de pandemia en el mes de marzo del 2020 este hecho hizo que desde un primer momento la comunidad científica volcara su investigación en este nuevo reto. No obstante, los coronavirus llevaban años siendo objeto de investigación en laboratorio, creando ahora mayor necesidad de estudio el conocer las manifestaciones clínicas de la enfermedad, así como las secuelas que puedan derivar de la misma.

Ante esta realidad en la que nos encontramos y centrándonos en el aspecto más sanitario se enmarca este trabajo de investigación. Analizando las necesidades sanitarias como consecuencia de la enfermedad producida por el SAR-CoV-2, haciendo especial hincapié en el abordaje no farmacológico y las necesidades de rehabilitación de los pacientes.

Si bien es cierto que la sintomatología de los pacientes oscila de cuadros asintomáticos a largos periodos en unidades de cuidados intensivos (UCI), hasta el momento no se han identificado los determinantes para la evolución en el desarrollo de la gravedad clínica.

Actualmente se dispone de gran información sobre las secuelas de los pacientes que han superado la enfermedad. Aunque estas secuelas al igual que los cuadros clínicos son muy variables; prevalecen la afectación de los sistemas respiratorio, cardíaco y neurológico, dando lugar a secuelas que limitan funcionalmente a los pacientes, manifestándose con debilidad y fatiga o disnea. Cabe destacar la fibrosis pulmonar como una de las secuelas a nivel pulmonar, causante de la ya descrita clínica residual del paciente.

El abordaje temprano del paciente es fundamental. Un buen control de la sintomatología mejorará el estado del paciente y disminuirá la mortalidad. La

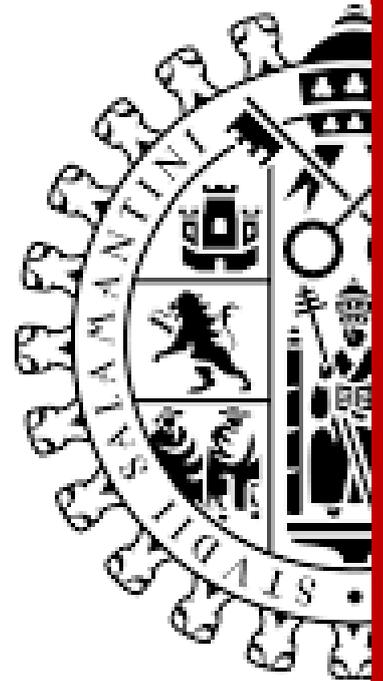
fisioterapia en UCI, así como la posterior rehabilitación de estos pacientes debe ser una prioridad para los sistemas sanitarios evitando situaciones de dependencia y mejorando la calidad de vida de los usuarios.

Los sistemas sanitarios se han volcado para enfrentar esta pandemia, si bien en un momento inicial el colapso y el desconocimiento de la propia enfermedad hizo priorizar la investigación y el tratamiento de la sintomatología aguda, así como reforzar todas las medidas para evitar los contagios. Siendo los médicos y enfermeros los profesionales de primera línea, bajo unas condiciones sin precedentes. Cabe destacar la labor de enfermería que proporciona los cuidados necesarios a los pacientes de manera ininterrumpida durante las 24 horas, en los diferentes servicios como son urgencias, planta hospitalaria, unidad de cuidados intensivos, entre otras, con la consiguiente exposición al contagio.

Ahora es el momento de mantener la atención continuada y asegurar la rehabilitación. La fisioterapia ha demostrado sus beneficios en otras patologías con clínica respiratoria y la capacidad de reacondicionamiento físico de pacientes con limitaciones funcionales, por estos motivos se convierte en un servicio de gran relevancia en estos momentos, en los que la contención de los primeros brotes se ha logrado.

El trabajo que a continuación se presenta por compendio de publicaciones, es en gran parte fruto del trabajo asistencial, de la necesidad de adaptación que hemos vivido, del vuelco que dio a nuestras vidas este momento histórico. Se ha estructurado comenzando por marco teórico, para recoger la evidencia y la justificación de la relevancia que presenta el tema, si bien es conocida por todos. A continuación, se exponen los principales resultados y conclusiones de la producción científica. Posteriormente se presentan las 4 publicaciones que forman el compendio, acompañadas del resumen en castellano cuando ha sido necesario. Finalmente se aportan los índices de calidad de las publicaciones.

Así, bajo un doble perfil investigador y asistencial, como enfermera y fisioterapeuta, se plantea esta línea de investigación en salud, desde el programa de doctorado de la Universidad de Salamanca “Salud, discapacidad, dependencia y bienestar” con el fin de aumentar la evidencia existe para dar una respuesta a este gran desafío sanitario.



II. MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

En este apartado se realizará una contextualización de los conceptos más relevantes para la presente línea de investigación, y se enmarcará el compendio de las publicaciones científicas presentadas. En primer lugar, se abordarán los virus, pasando a la categoría de los coronavirus, objeto de estudio, la pandemia provocada por el nuevo SARS-CoV-2, la respuesta sanitaria; para finalizar con las intervenciones farmacológicas y no farmacológicas.

II.I. LOS VIRUS (1)

La microbiología es la ciencia encargada del estudio de los organismos microscópicos, no fue hasta el siglo XVII con el descubrimiento del microscopio cuando comenzó su gran auge, siendo su desarrollo unido a los avances tecnológicos del momento. Actualmente la microbiología se ha desarrollado dando lugar a distintas ramas especializadas en los distintos microorganismos, destacando en este punto la virología que se centra en el estudio de los virus.

Los virus son microorganismos patógenos, capaces de producir enfermedad en el hombre. Están formados por fragmentos de ADN o de ARN, protegidos por una cubierta proteica llamada cápside, son capaces de replicarse en el interior de una célula, pero no de desarrollar la vida fuera de esta. Por este motivo no se incluyen como una agrupación en los reinos de la naturaleza. El ciclo vital de los virus se completa gracias a la inyección del genoma en una célula hospedadora que pasa a estar al servicio del virus, creando copias y produciendo las proteínas necesarias para los capsómeros. Posteriormente estas copias pasarán a células vecinas continuando el ciclo.

Para la clasificación y estudio de los virus, se tiene en cuenta el tipo de material genético (ADN o ARN; monocatenario o bicatenario), su tamaño y estructura. Hay que señalar que el tamaño de los virus oscila entre los 20-300 nm. En cuanto a la estructura, la cápside puede tomar forma esférica (icosaédrica) o alargada (helicoidal). Además, el virus puede contar con una envoltura similar a la membrana, hablando en este caso de virus envueltos.

Si bien es cierto, que en ámbito clínico se utiliza la agrupación de los virus teniendo en cuenta la patología que causan. Así encontramos:

- *Virus respiratorios*: afectan al sistema respiratorio. Grupo heterogéneo con características muy diferentes.
- *Enterovirus*: aquellos con acción patógena muy heterogénea desde parálisis, meningitis, exantemas, enantemas y afecciones respiratorias entre otras. Son virus ARN icosaédricos y desnudos.
- *Virus de las hepatitis*: afectan al hígado y producen cuadros de inflamación. Clínicamente aparece astenia, ictericia y coluria (virus de la hepatitis A, B, D, C y E).
- *Virus enteropatógenos*: causan vómitos y diarrea (los más representativos de este grupo son los rotavirus y norovirus).
- *Papilomavirus*: producen verrugas y algunos producen cáncer de cérvix uterino.
- *Retrovirus*: virus ARN monocatenarios con replicación inusual, como el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).

Algunos conceptos importantes cuando hablamos de microorganismos patógeno son reservorio, transmisibilidad y portadores. A continuación, los abordamos para presentar el modo en el que estos microorganismos patógenos sobreviven y son capaces de afectar al ser humano.

Se considera *reservorio* el lugar en el que el ser vive y se perpetúa. En el caso de los microorganismos patógenos este podría ser el medio ambiente, los animales y el hombre.

Respecto al concepto de *transmisibilidad*, hace referencia a la capacidad del microorganismo de llegar a otro organismo desde su reservorio. Dependiendo del microorganismo encontramos distintas vías de transmisión: vía aérea (aerosoles), gotas de saliva, heces, contacto directo, sexual, perinatal, parenteral, transplacentaria y artrópodos (insectos y arácnidos). Cuando el reservorio es ambiental o animal, no suele producirse transmisión persona-persona, aunque existen excepciones. Cuando el reservorio es el hombre si se produce esta transmisión, estableciéndose en función de la vía de transmisión el aislamiento pertinente como se recoge en la *Tabla 1* (2).

El término *portador* hace referencia a la persona que sin presentar clínica de la enfermedad porta el microorganismo, pudiendo transmitirlo (portador asintomático).

Transmisión	Protección respiratoria	Guantes	Bata	Traslado paciente
Aérea	Respirador de partículas	Precauciones estándar	Precauciones estándar	Respirador de partículas
Gotas	Mascarilla quirúrgica	Precauciones estándar	Precauciones estándar	Mascarilla quirúrgica
Contacto		Si	Si	

Tabla 1: Tipos de aislamientos según vía de transmisión.

Realizada esta breve contextualización de los virus cabe centrarnos en el objeto de este trabajo, los coronavirus y en concreto el nuevo coronavirus SARS-Cov-2.

II.I.I. LOS CORONAVIRUS

Los coronavirus taxonómicamente pertenecen al orden de los *Nidovirales*, a la familia *Coronaviridae* y a la subfamilia *Coronavirinae*. Esta subfamilia tiene cuatro géneros: *alfacoronavirus*, *betacoronavirus*, *gammacoronavirus* y *deltacoronavirus*. Formando un árbol filogenético con más de 50 coronavirus (Figura 1). Existe evidencia de que los alfa y beta coronavirus infectan solo mamíferos; y los gamma y delta coronavirus solo infectan aves, pero algunos también pueden infectar mamíferos(3). En ocasiones, los animales domésticos tienen un papel como huéspedes intermediarios para llegar a los humanos. Sin embargo, parece que el mayor reservorio natural de los alfa y beta coronavirus son los murciélagos(4).

Clínicamente los coronavirus causan síntomas de infección respiratoria e intestinal. Este grupo de virus tomó gran relevancia por su patogenia en el humano, en 2002 cuando debutó el SARS (*severe acute respiratory syndrome*-síndrome respiratorio agudo severo) en la provincia de Guangdong, China. Y una década después el MERS (*middle east respiratory syndrome*-síndrome respiratorio del medio este)(3).

El SARS-CoV-2 tiene origen zoonótico, es decir el reservorio es un animal el nuevo *betacoronavirus* cuyo origen aún crea controversia entre la comunidad científica. Genómicamente comparte un 79% de su secuencia con el SARS-CoV y el 50% con el MERS-CoV²⁴. De este modo está agrupado con los SARS, que se encuentran en los murciélagos. Sin embargo, el linaje se relaciona con nuevos coronavirus identificados en pangolines. Actualmente no se dispone de

evidencia suficiente para afirmar con rotundidad el origen zoonótico, por lo que continúan los estudios sobre el genoma (3,5).

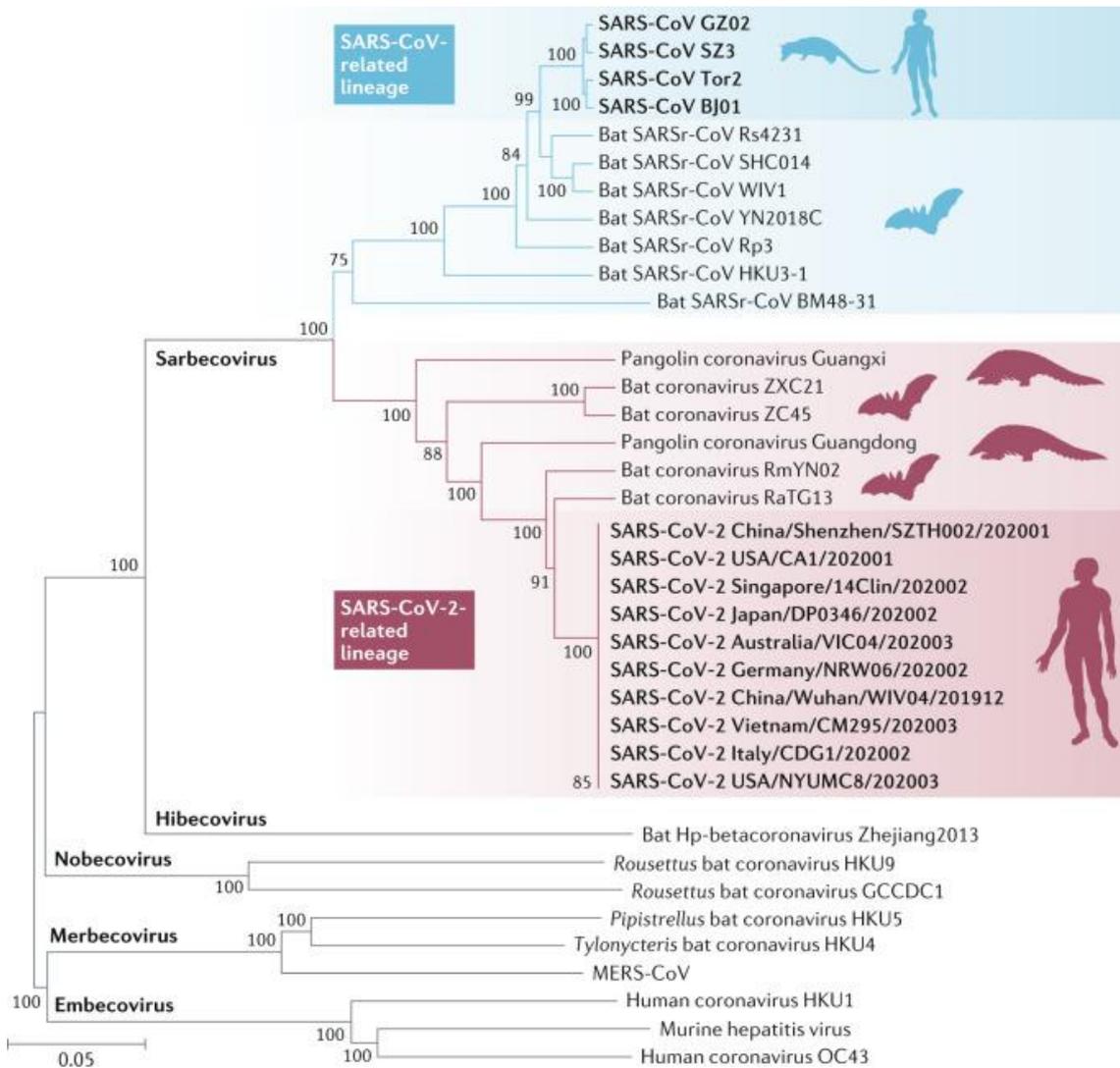


Figura1: Árbol filogenético de las secuencias genómicas completas de SARS-CoV-2, SARS-CoV y otros betacoronavirus.(5)

II.II. LA PANDEMIA DESENCADENADA POR EL SARS-CoV-2

Todos los que vivimos este momento, recordamos como en el mes de marzo del 2020 la OMS elevó a pandemia el brote provocado por el virus SARS-CoV-2, hasta entonces desconocido y cuyo origen parecía geográficamente lejano.

La OMS ha jugado un papel fundamental en el manejo de la pandemia. Al ser una entidad de reconocido prestigio ha guiado las decisiones de los países para el control de los brotes. Si bien es cierto, que en ocasiones no se disponía de toda la información necesaria, los medios o la experiencia previa. La OMS ha ofrecido una conexión global, información mundial y actualizada, así como un seguimiento continuo a través de las ruedas de prensa, las redes internacionales de expertos, la plataforma OpenWHO y los grupos consultivos(6).

Desde el inicio, la comunidad científica a nivel internacional comenzó la colaboración para combatir la pandemia, obteniéndose resultados a una velocidad nunca alcanzada, llegando a conseguir acortar los plazos de desarrollo y aplicación de la vacuna (7).

Para afrontar la emergencia sanitaria provocada por el SARS-CoV-2 el Gobierno Español ha tenido que aprobar dos estados de alarma. El primer estado de alarma se inició el 14 de marzo de 2020, restringiendo la circulación de los ciudadanos con un confinamiento estricto, suspendiendo actividades escolares y fomentando el teletrabajo. Este primer estado tuvo seis prórrogas, finalizando el 21 de junio de 2020. El segundo estado de alarma comprende el periodo del 25 de octubre del 2020 al 9 de mayo del 2021, durante este periodo se limitó la circulación de las personas por la vía pública en determinadas franjas horarias, así como la entrada y salida por territorios en función de los datos epidemiológicos. En este segundo estado de alarma, las comunidades autónomas

tenían mayor potestad para regular las medidas, teniendo en cuenta las cifras epidemiológicas para el cálculo de los niveles de riesgo (8,9).

El marco de excepcionalidad al aprobar el estado de alarma permitió al ministerio de Sanidad desarrollar la respuesta sanitaria.

II.III. - RESPUESTA SANITARIA

La gestión de la respuesta sanitaria a nivel mundial en marzo del 2020 no tenía antecedentes en la historia reciente. En un escenario de incertidumbre el control de la transmisión de la enfermedad fue el primer objetivo. Por este motivo las medidas de contención y aislamiento fueron necesarias. para contener y controlar el contagio persona-persona para dar tiempo a los sistemas sanitarios a reaccionar, a hacer acopio de equipos de protección así como tiempo para investigar el modo de tratar la clínica que producía (10).

La colaboración internacional, en todos los campos, ha sido fundamental para hacer frente a este desafío.

Dado que la clínica que presentan los pacientes con infección del SARS-CoV-2 es muy variable, así como su gravedad, desde los casos asintomáticos hasta aquellos que pasan largos periodos en UCI, la creación de protocolos de actuación, así como guías asistenciales ha tomado un tiempo. Todo ello unido a la falta de información sobre esta nueva enfermedad.

Entre la sintomatología más frecuente encontramos: fiebre, tos seca, cansancio, pérdida de olfato o gusto, congestión nasal, conjuntivitis, dolor de cabeza, dolores musculares o articulares, erupciones cutáneas, diarrea, dolores musculares, escalofríos o vértigo. Cuando la enfermedad evoluciona hacia un cuadro más grave los pacientes pueden presentar distintos grados de disnea,

confusión, dolor u opresión persistente en el pecho e incluso evolucionar estados más graves e incluso fallecer (11).

Se han postulado distintos factores de riesgo para desarrollar un cuadro grave. Entre ellos se destaca la presencia de disnea (12) la edad avanzada (mayores de 60 años con comorbilidades (11)), problemas cardiacos, vasculares o pulmonares (12).

Las secuelas del COVID-19 deben ser estudiadas desde las distintas especialidades debido a la variabilidad en la clínica y al desconocimiento de esta nueva enfermedad (13).

La fatiga, la disnea, el dolor en el pecho y la tos fueron las secuelas más frecuentes a nivel cardiorrespiratorio (14). En términos estadísticos, se estima que el 45% de los pacientes que han sufrido COVID-19 tendrán secuelas respiratorias (15). Además, debemos destacar la fibrosis pulmonar, asociándose un declive progresivo de la función pulmonar y la reducción de la calidad de vida(16), patología que puede abordarse desde un enfoque no farmacológico como se evidencia en la segunda contribución de este compendio.

En algunos casos la persistencia de la clínica da lugar al cuadro clínico denominado Long-COVID o COVID persistente con una duración de entre 3 y 24 semanas, siendo necesario estandarizar los criterios diagnósticos y la terminología (17).

II.III. I. INTERVENCIÓN FARMACOLÓGICA

El objetivo del tratamiento farmacológico es frenar la infección y tratar la sintomatología. La comunidad científica ha explorado diferentes tratamientos que podrían ser potencialmente efectivos para combatir el COVID-19. La agencia Española de Medicamentos y productos sanitarios (AEMPS), ha elaborado un

espacio en la web para guiar la actuación de los profesionales encargados de la prescripción farmacológica (18). Existe la teoría de que la enfermedad tienen distintas etapas en su progresión; una fase inicial con alta carga viral y por lo tanto los fármacos idóneos serían los antivirales; y una segunda fase en la que predominaría la respuesta inflamatoria (19). En la Figura 2 se presentan las distintas fases y los tratamientos en cada una.

Entre los fármacos antivirales cabe señalar el uso de la *cloroquina* y la *hidroxicloroquina*, ambos antimaláricos o antipalúdicos, que también se utilizan en tratamiento del lupus y la artritis reumatoide. Los estudios invitro realizados respaldan la eficacia de este tratamiento (20). También la combinación Lopinavir/*Ritonavir* utilizado en el virus de inmunodeficiencia humana que combinado con ritonavir amplía la vida media o *Remdesivir*, fármaco utilizado para el tratamiento del virus del Ébola (18,19). Si bien son necesarios ensayos clínicos y revisiones continuas de la evidencia científica para presentar el tratamiento ideal.

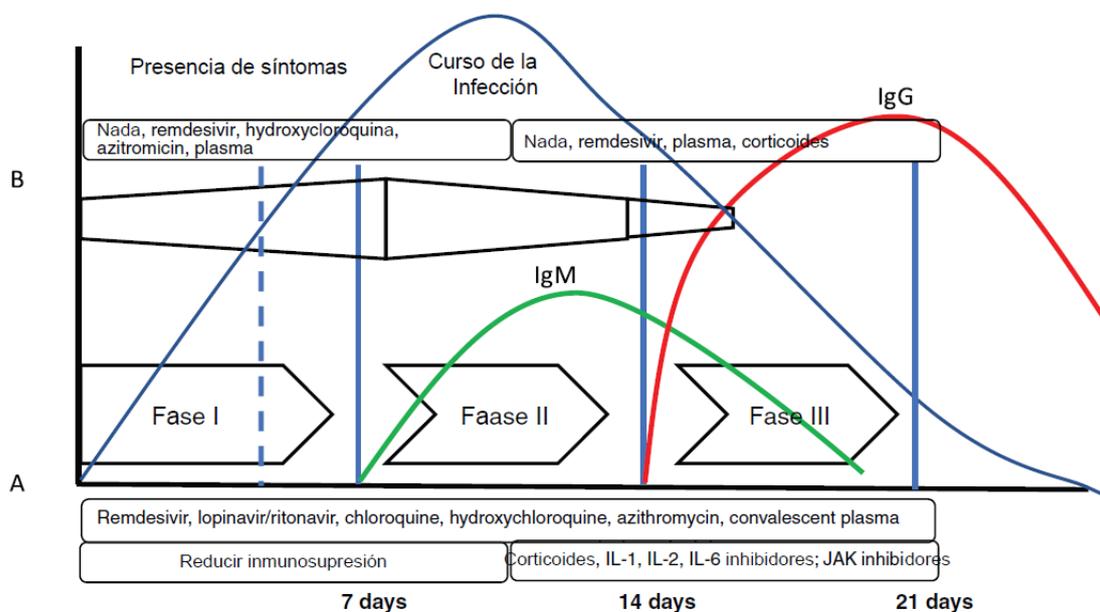


Figura 2: Evolución de la infección por SARS-CoV-2, Respuesta inmunitaria mediada por los anticuerpos y propuesta de estrategia clínica. (Traducción del artículo original (19))

II.III. II. INTERVENCIÓN NO FARMACOLÓGICA EN EL SARS-COV-2

La intervención no farmacológica comprende las estrategias de intervención no química, teóricamente sustentadas, basadas en la evidencia científica de las cuales el paciente puede obtener un beneficio relevante. La complejidad de los pacientes Covid-19 ha requerido el abordaje interdisciplinar y la combinación de intervenciones farmacológicas como no farmacológicas, tanto en el momento agudo de la enfermedad como en el momento post-agudo así como en el abordaje de las secuelas.

INTERVENCIÓN NO FARMACOLÓGICA EN PACIENTES AGUDOS

Las indicaciones para el manejo del paciente agudo incluyen la educación (sobre postura, uso de musculatura respiratoria accesoria, nutrición y peso, entre otros), recomendaciones sobre actividad física y ejercicios respiratorios, y el empleo de técnicas de aclaramiento de las vías aéreas (21).

El entrenamiento físico y de la musculatura respiratoria son técnicas que se emplean para actuar sobre la secuela de fibrosis pulmonar (22). Se recomienda la realización de actividad física de baja intensidad, en sesiones de 10 a 15 minutos, dos veces al día (21). Lo ideal es combinarlo con la realización de ejercicios respiratorios, que incluyen técnicas de expansión torácica, fortalecimiento de la musculatura torácica, control diafragmático y ejercicios con labios fruncidos (22).

Una de las intervenciones llevadas a cabo en las UCIs fue la colocación en posición prona de los pacientes con fallo respiratorio agudos intubados y con ventilación mecánica, ya que permite la ventilación de los segmentos lobulares pulmonares hipo-perfundidos, mejorando la oxigenación y el estado general de

los pacientes (23). Además, se ha observado que el uso de esta posición también beneficia a los pacientes no intubado con aumentos de la presión arterial de oxígeno superiores al 20% del estado previo, aunque la mejora no se mantenía al recuperar la posición de supino, si se observaron mejoras en la oxigenación y disminución de la mortalidad (24,25).

Entre las medidas farmacológicas tomadas en estos pacientes se incluyen la oxigenoterapia y la ventilación no invasiva, a través de metodologías como la Presión Positiva Continúa en la Vía Aérea (CPAP, de sus siglas en inglés Continuous Positive Airway Pressure) (26). Estas medidas se toman con el objetivo de reducir el riesgo de desarrollar distrés respiratorio o hipoxia.

Por último, es importante señalar que los pacientes hospitalizados en UCI presentan dolor musculoesquelético, como consecuencia de los síntomas de la enfermedad y las posiciones mantenidas. Para controlar el dolor de estos pacientes, se utilizan diferentes estrategias que han resultado ser eficaces. Entre ellas, cabe señalar el empleo de técnicas de Reposo, Hielo, Compresión y Elevación (RICE, de sus siglas en inglés Rest, Ice, Compression, Elevation), la aplicación de vendajes funcionales, la realización de cinesiterapia (activa, pasiva y asistida) y el uso de dispositivos de Estimulación Eléctrica Transcutánea (TENS, de sus siglas en inglés Transcutaneous Electrical Stimulation) (27).

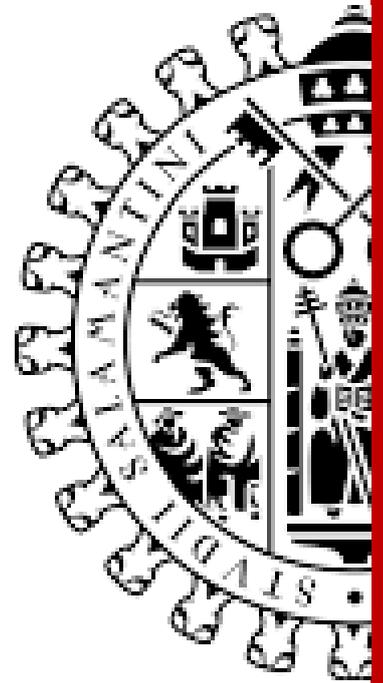
INTERVENCIÓN NO FARMACOLÓGICA EN PACIENTES POST-AGUDOS

En los pacientes post-agudos el tratamiento rehabilitador no farmacológico tiene como objetivo aumentar la capacidad de ejercicio y la oxigenación (22).

El manejo de estos pacientes sigue las siguientes indicaciones (21):

- Educación al paciente en hábitos de vida saludables.
- Recomendaciones de actividad física: Se recomienda realizar actividad física una o dos veces al día durante 15-45 minutos, con una frecuencia de tres o cuatro veces por semana. La actividad recomendada es caminar o montar en bicicleta con un nivel de esfuerzo menor o igual a 3 en la escala de Borg. A medida que avance el tratamiento se irá aumentando progresivamente la frecuencia y la intensidad del ejercicio.
- Aclaramiento de las vías aéreas: Se realizará una correcta higiene de expectoración y técnicas de espiración forzada.
- Ejercicios respiratorios: Se realizarán dos o tres veces al día durante 10-15 minutos, e irá aumentando progresivamente el tiempo dedicado a ellos. Los ejercicios más recomendados son la respiración diafragmática y la respiración con labios fruncidos.

El manejo del dolor también es indicación en estos pacientes (27). Se siguen las mismas pautas que en el paciente agudo.



III. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

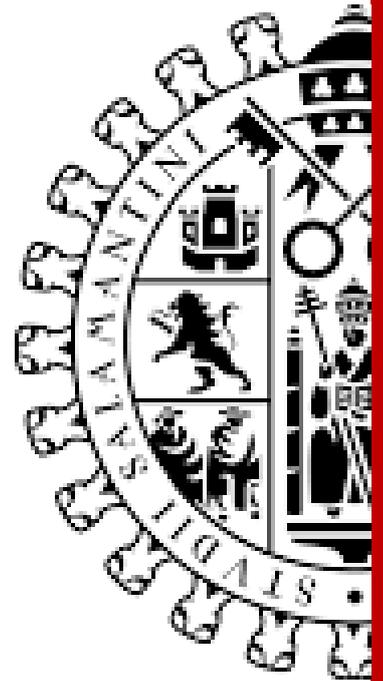
III.- HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

La **hipótesis** del presente trabajo surge de la necesidad de dar una respuesta sanitaria a la pandemia causada por el SARS-Cov-2, por ello se postula que:

- Los pacientes con secuelas del SARS-Cov-2 se beneficiarían de la atención sanitaria a través de metodologías existentes e innovadoras.

Los objetivos planteados fueron:

- Analizar los cambios y adaptaciones en las actuaciones sanitarias provocadas por la pandemia SARS-CoV-2.
- Analizar las secuelas y el tratamiento de los pacientes COVID-19.
- Valorar la evidencia de las intervenciones no farmacológicas en pacientes COVID-19 y fibrosis pulmonar.
- Evaluar la viabilidad de la aplicación de telemedicina.
- Crear recursos que faciliten el abordaje y seguimiento rehabilitador de pacientes con necesidades de fisioterapia respiratoria.
- Divulgación de los resultados obtenidos.



IV. RESULTADOS Y PRINCIPALES CONCLUSIONES

IV.- RESULTADOS Y PRINCIPALES CONCLUSIONES

La presente tesis sigue una línea de investigación novedosa, que pretende responder a la situación actual. No se centra en la búsqueda de resultados teóricos, sino en la aplicación de la evidencia científica a las necesidades sociales, por este motivo tiene un componente social enmarcable en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), concretamente en el ODS-3 Salud y Bienestar fijado en la Agenda 2030 por la Organización Mundial de la Salud. Es una muestra del aprendizaje y la ciencia al servicio de la comunidad.

Respecto a los **resultados científicos** obtenidos cabe destacar las cuatro publicaciones que forman del presente compendio; además del registro de la propiedad intelectual con número de asiento registral 00/2021/220 en el Registro General de la Propiedad Intelectual. (Anexo 2):

- Dos capítulos de libro publicados en la editorial DYKINSON indexados en el Cuartil 1º del Ranking “Scholarly Publishers Indicators, SPI” elaborado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Dos artículos científicos; uno de ellos publicado en la revista Sensors, en el cuartil 1º en el “Journal Citations Report, JCR” y otro como Short Communication en la revista Journal of Clinical Case Studies and Reviews, Open Access de reciente creación.

La comunidad científica se ha volcado en abordar este nuevo desafío. Todas las áreas de la salud se han adaptado para superar las adversidades provocadas por la pandemia; en concreto desde el campo de la fisioterapia se ha evidenciado la necesidad de tratamiento de estos pacientes en las distintas fases. La evidencia actual ha aumentado, proporcionando estrategias para futuras situaciones.

Gracias a los antecedentes de los beneficios de la rehabilitación respiratoria en pacientes con síndrome respiratorio agudo (SARS) y la fibrosis pulmonar. Por estos motivos se presenta la recopilación de la evidencia en el marco de la fisioterapia respiratoria.

Como se ha expuesto anteriormente, la fisioterapia no fue considerada como tratamiento de primera línea, pero la evidencia de los ensayos clínicos llevados a cabo demuestra la idoneidad de este tratamiento en el período agudo, es decir en las unidades de cuidados intensivos (UCI).

Además, en esta línea de investigación, se ha creado una aplicación multiplataforma que permite implementar la fisioterapia respiratoria de los pacientes COVID-19 de manera remota asegurando las medidas de contención de la propagación del virus. Esta aplicación está dotada de un conjunto de videotutoriales con distintas intensidades que guían al paciente para su rehabilitación. También permite la conexión mediante videollamada integrada, aporta consejos a los usuarios y resuelve dudas frecuentes. Cuenta con un sistema de recordatorio para realizar la sesión y de seguimiento del paciente, a través de un *chatbot* (una conversación programada emergente con respuestas automáticas en función de las elecciones del usuario), para pasar al siguiente nivel. En ningún momento se muestra como una sustitución directa al tratamiento de fisioterapia, pero sí como un complemento ya que es necesaria la valoración por parte de los profesionales.

Entre las ventajas encontradas en el estudio de viabilidad, cabe destacar la satisfacción de los participantes tanto con la conexión (80% la clasificaron como buena o muy buena), la adecuación del nivel de esfuerzo de los ejercicios (47% de los participantes consideró los ejercicios muy fáciles de realizar, el 40% los considero fáciles y el resto percibió un esfuerzo medio), así como con la dificultad para realizar los ejercicios (el 67% no tuvo dificultad y el resto muy poca

dificultad). Respecto al contacto con los fisioterapeutas, el 73% estableció contacto para realizar sesiones online con los fisioterapeutas y resolver dudas. Siendo estos contactos más frecuentes en las primeras semanas y disminuyendo a medida que avanzaba el programa, es decir el paciente ganaba autonomía.

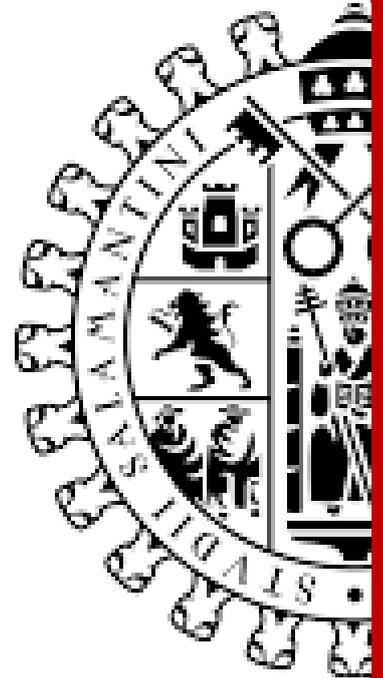
Considerando los efectos del programa, todos los participantes mejoraron su nivel funcional, mejorando la puntuación en la escala de esfuerzo percibido de Borg después de la intervención.

Las **principales conclusiones** tras la realización de la presente investigación son:

- Los pacientes COVID-19 deben recibir un tratamiento rehabilitador hasta recuperar su estado funcional. Este tratamiento debe tener en cuenta las distintas fases de la evolución del paciente: fase aguda, fase ambulatoria/post-aguda, fase de cuarentena y fase de alta hospitalaria con seguimiento telemático.
- Existe evidencia del beneficio de la fisioterapia respiratoria en pacientes con fibrosis pulmonar, secuela residual de la COVID-19.
- Son necesarios protocolos de rehabilitación que permitan dar una respuesta rápida y eficaz.
- La fisioterapia respiratoria ha tomado una relevancia a nivel internacional.
- La teleasistencia ha tomado un papel crucial en el manejo de salud por su costo eficiencia, ya que permite llegar a un mayor número de población diana además de mantener las medidas de seguridad para evitar la propagación de la enfermedad. Por estos motivos debe ser un complemento a las terapias convencionales.

Como **futuras líneas de investigación** se plantea la realización de un ensayo clínico aleatorizado con pacientes post COVID-19 con necesidad de rehabilitación funcional respiratoria; basado en la utilización de la aplicación RespiraConNosotros.

Actualmente, registrado en ClinicalTrials ID: NCT04703478 y aprobado por el comité de bioética de la Universidad de Salamanca 591.



V. COPIA COMPLETA DE
PUBLICACIONES
ORIGINALES

5.- COPIA COMPLETA DE PUBLICACIONES ORIGINALES

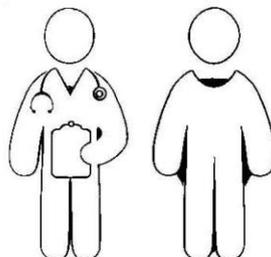
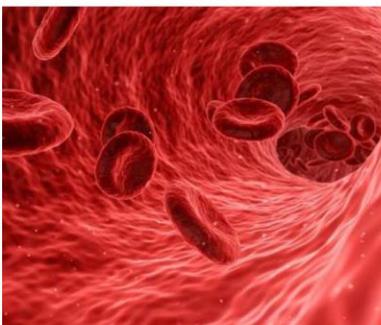
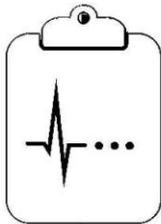
INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN SALUD: REVISANDO LA EVIDENCIA CIENTÍFICA

Comps.

María del Carmen Pérez-Fuentes
María del Mar Molero Jurado
África Martos Martínez
Ana Belén Barragán Martín
María del Mar Simón Márquez
Nieves Fátima Orpessa Ruiz
María Sisto
José Jesús Gázquez Linares

Dykinson, S.L.

ISBN: 978-84-1377-136-6



**Investigación e Intervención en Salud:
Revisando la evidencia científica**

Comps.

María del Carmen Pérez-Fuentes

María del Mar Molero Jurado

África Martos Martínez

Ana Belén Barragán Martín

María del Mar Simón Márquez

Nieves Fátima Oropesa Ruiz

María Sisto

José Jesús Gázquez Linares

© Los autores. NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en el libro “Investigación e Intervención en Salud: Revisando la evidencia científica”, son responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar, así como los referentes a su investigación.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

ISBN: 978-84-1377-136-6

Editorial Dykinson
C/ Meléndez Valdés, 61
28015 - Madrid
info@dykinson.com - www.dykinson.com

Fecha de publicación: 2020

CAPÍTULO 24

FISIOTERAPIA EN COVID-19: REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL ESTADO ACTUAL

BEATRIZ MARÍA BERMEJO GIL Y FÁTIMA PÉREZ ROBLEDO
Universidad de Salamanca

INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre de 2019 surge en Whuan (China) el nuevo coronavirus COVID-19 (OMS, 2020). El 11 de marzo de 2020 la OMS elevó a pandemia el estado del COVID-19. Desatando una conmoción generalizada en los sistemas de salud mundiales sin precedentes en esta lucha global.

La enfermedad COVID-19 tiene síntomas similares a los del SARS-CoV (Kannan et al., 2020). Los síntomas más comunes incluyen fiebre, tos y sensación de falta de aire. En algunos casos puede aparecer disminución de olfato y gusto, escalofríos, dolor de garganta, dolor de cabeza, debilidad general, diarrea o vómitos. La mayoría de los casos son leves; pero en los casos más graves puede causar neumonía, dificultad respiratoria, fallo renal e incluso la muerte (Candan et al., 2020; Iannaccone et al., 2020).

Los datos epidemiológicos actuales aportados por el ministerio de sanidad del gobierno de España presentan 247.086 casos confirmados en España, 2.528.562 de casos confirmados en Europa y 9.071.475 en el mundo (Ministerio de Sanidad, 2020).

Los conocimientos sobre el COVID-19 avanzan rápidamente, y las guías clínicas están en constante creación y actualización (Lazzeri et al., 2020; Tomas et al., 2020). Sin embargo, no existen suficientes estudios sobre la rehabilitación de los pacientes COVID tras el periodo agudo (Sheehy, 2020).

En países con sistemas sanitarios débiles, esta crisis pone de manifiesto necesidades a todos los niveles; este es el caso del continente africano donde la ratio fisioterapeuta-habitante es muy bajo y la actualización de los profesionales se ve dificultada por la falta de recursos como internet (Gopaul, Manie, y Amosun, 2020).

La situación de pandemia por COVID-19 ha provocado situaciones de estrés psicológico y alteraciones del sueño en los profesionales sanitarios en primera línea (Pedersini et al., 2020). Evidenciando la necesidad de que los propios hospitales cuiden de sus trabajadores implementando medidas para mejorar el afrontamiento y fomentar el ejercicio, técnicas de fisioterapia como son los estiramientos, el control

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

de la respiración, las técnicas de relajación entre otras; para así mejorar la calidad del sueño y la salud mental (Wu y Wei, 2020).

Ante la presente cantidad de información diseminada desde fuentes de rigurosidad científica variable, se presenta la necesidad de aglutinar y sintetizar la evidencia disponible, poniendo de manifiesto las fortalezas y necesidades de futuras líneas de investigación.

Hipótesis

El tratamiento de fisioterapia en pacientes con COVID-19 es beneficioso para superar las secuelas de la enfermedad.

Objetivos

El objetivo de esta revisión sistemática es analizar la literatura existente con el fin de conocer la importancia del tratamiento de fisioterapia en el paciente con COVID-19.

Además, esta revisión pretende presentar un esbozo de la evidencia actual para que el fisioterapeuta clínico pueda acceder fácilmente a la información más relevante.

METODOLOGÍA

Se realiza búsqueda simultánea en Pubmed y Web of Science (WOS). En la **primera búsqueda en Pubmed se utiliza "physiotherapy[Title/Abstract] AND covid-19[Title/Abstract]"** obteniéndose **12 resultados**; en **segunda búsqueda simultánea en PUBMED** ("physical therapy modalities"[MeSH Terms] OR ("physical"[Title/Abstract] AND "therapy"[Title/Abstract] AND "modalities"[Title/Abstract]) OR "physical therapy modalities"[Title/Abstract] OR "physiotherapy"[Title/Abstract]) AND ("COVID-19"[All Fields] OR "COVID-2019"[Title/Abstract] OR "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2"[Supplementary Concept] OR "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2"[Title/Abstract] OR "2019-nCoV"[Title/Abstract] OR "SARS-CoV-2"[Title/Abstract] OR "2019nCoV"[Title/Abstract] OR (("Wuhan"[Title/Abstract] AND ("coronavirus"[MeSH Terms] OR "coronavirus"[Title/Abstract])) AND (2019/12[PDAT] OR 2020[PDAT]))) obteniéndose 10 resultados.

En la búsqueda realizada en WOS "physiotherapy and covid-19" se obtienen 14 resultados.

El objetivo de las tres líneas de búsqueda es obtener información específica respecto a los tratamientos de fisioterapia en el covid-19.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

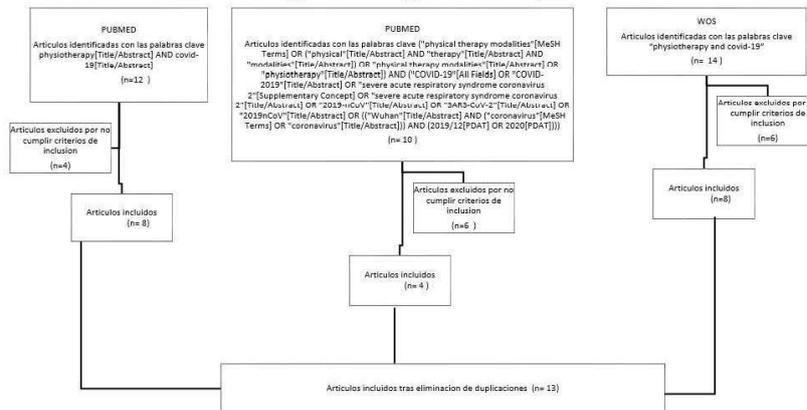
Debido a la relevancia y actualidad del tema se decide no acotar la revisión en tiempo ni tipo de estudio, incluyéndose todos los artículos que cumplen criterios de inclusión hasta la fecha junio 2020.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron todos los artículos cuyo contenido estaba relacionado con la intervención fisioterápica en el paciente COVID-19, en inglés o español; con texto completo disponible.

Se descartaron artículos cuyo contenido no estaba relacionado con la intervención fisioterápica, o no cumplían criterios de inclusión (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo



RESULTADOS

Se realizaron tres líneas paralelas de búsqueda bibliográfica, obteniendo un total de 13 artículos tras someter a los mismos a los mismos a los criterios de inclusión/exclusión y eliminación de duplicaciones.

La lectura y análisis de los artículos incluidos arroja los siguientes resultados (Tabla 1):

En primer lugar, cabe destacar la heterogeneidad de tipos de estudios publicados.

Por un lado los autores Pedersini, Corbellini, y Villafañe (2020) y Vitacca et al. (2020) muestran la experiencia italiana, uno de los países con más casos iniciales. En sus artículos expresan como el servicio de fisioterapia se reestructuro volcándose por la causa, transformando todos los tratamientos no esenciales a la modalidad de telerehabilitación; focalizándose en la atención al paciente COVID-19 tanto en su

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

etapa aguda, como en el seguimiento de la enfermedad. Formando y actualizando a los profesionales para tal fin. Además, basándose en su experiencia refuerzan la necesidad de protección personal de los profesionales sanitarios para el desempeño con éxito de su labor.

Tabla 1. Artículos analizados

Autor (año)	Título	Tipo de estudio	Tratamiento de Fisioterapia	Conclusiones
Candan <i>et al.</i> (Jun.2020)	Consideración de la prevención y el manejo de las consecuencias a largo plazo del síndrome de dificultad respiratoria post-aguda en pacientes con COVID-19.	Comunicación	Rehabilitación funcional y respiratoria	La intervención temprana para el manejo de la UCI de pacientes con SDRA secundario al COVID-19 debe centrarse en reducir los contribuyentes a la función deteriorada a largo plazo, con atención directa sobre la debilidad adquirida en la UCI, el desacondicionamiento y las miopatías y neuropatías, junto con el cuidado respiratorio.
Iannaccone <i>et al.</i> (Jun.2020)	Papel del departamento de rehabilitación para cone <i>et</i> pacientes adultos de covid-19: la experiencia del Hospital San Raffaele De Milán	Comunicación	Rehabilitación fisioterápica 1.Cuidados agudos 2.Unidades de rehabilitación COVID-19 3.Unidades de rehabilitación post-COVID-19 4.Unidades de cuarentena/observación 5.Alta hospitalaria y telemedicina de seguimiento	La comunicación presenta las vías clínicas utilizadas en el abordaje del paciente COVID-19 en las que se deben incluir equipos multidisciplinares dedicados compuestos por neumólogos, neurólogos, psiquiatras, cardiólogos, fisioterapeutas, neuropsicólogos, terapeutas ocupacionales, logopedas y nutricionistas.
Lazzeri <i>et al.</i> (Mar.2020)	Fisioterapia respiratoria en pacientes con infección por COVID-19 en situación aguda: un documento de posición de la Asociación Italiana de Fisioterapeutas Respiratorios (ARIR).	Guía Clínica	Basado en la experiencia de los fisioterapeutas italianos con pacientes COVID-19 se estructura en 10 consejos diferenciando intervención en pacientes con ventilación mecánica invasiva y no invasiva.	Los hospitales han tenido que dar una rápida respuesta a la pandemia COVID-19. Los fisioterapeutas disponen de esta guía como referencia para implantar los tratamientos y realizar una correcta autoprotección.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

Tabla 1. Artículos analizados (continuación)

Autor (año)	Título	Tipo de estudio	Tratamiento de Fisioterapia	Conclusiones
Landry <i>et al.</i> (2020)	Reflexión temprana sobre el impacto global de COVID-19 y las implicaciones para la fisioterapia.	Comunicación	Fisioterapia en la trayectoria de la enfermedad: atención aguda, ambulatoria y comunitaria.	La rehabilitación debe considerarse durante la planificación y asignación de los recursos utilizados para combatir el brote de la enfermedad.
Liu <i>et al.</i> (Abr.2020)	Rehabilitación respiratoria en pacientes de edad avanzada con COVID-19: un estudio controlado aleatorio.	Ensayo controlado aleatorio (n=76)	Fisioterapia respiratoria de 6 semanas sobre la función respiratoria, la calidad de vida, la movilidad y la función psicológica en pacientes de edad avanzada con COVID-19.	La rehabilitación respiratoria de seis semanas puede mejorar la función respiratoria, la calidad de vida y la ansiedad de los pacientes de edad avanzada con COVID-19, pero tiene poca mejoría significativa en la depresión en los ancianos.
Nakamura <i>et al.</i> (Jun.2020)	Rehabilitación temprana con uso dedicado de estimulación muscular eléctrica tipo cinturón para pacientes con COVID-19 grave.	Carta	Electroterapia: estimulación muscular eléctrica (EMS) tipo cinturón	Se propone el uso de EMS tipo cinturón en rehabilitación temprana en COVID-19 grave. Un ventilador con un EMS instalado sería ideal, no solo para los pacientes con COVID-19, sino también para todos los futuros pacientes ventilados.
Özkeskin <i>et al.</i> (Jun.2020)	Riesgo de enfermedad por COVID-19 en la población anciana y fisioterapia.	Carta al Editor	Fisioterapia respiratoria temprana Movilizaciones pasivas Rehabilitación a largo plazo	Los pacientes de edad avanzada deben recibir tratamiento de fisioterapia temprano con tratamiento médico, para mejorar el estado funcional y la calidad de vida de los ancianos.
Pedersini <i>et al.</i> (Abr.2020)	Respuesta de los fisioterapeutas italianos a la nueva emergencia COVID-19.	Comunicación	Fisioterapia respiratoria, posición de prono, cinesiterapia activa/pasiva Rehabilitación funcional	El manuscrito recoge la experiencia de la respuesta italiana al COVID-19 puntualizando en los reajustes de organización, la protección personal y la necesidad de rehabilitación de los pacientes COVID-19.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

Tabla 1. Artículos analizados (continuación)

Autor (año)	Título	Tipo de estudio	Tratamiento de Fisioterapia	Conclusiones
Sañudo <i>et al.</i> (May.2020)	Aplicación potencial del ejercicio de vibración de todo el cuerpo para mejorar las condiciones clínicas de individuos infectados con COVID-19: una revisión narrativa del panel de la Asociación Mundial de Expertos en Ejercicio de Vibración (WAVex).	Revisión Narrativa	Ejercicio de vibración de todo el cuerpo (Whole Body Vibration).	Se espera que la aplicación de vibración en todo el cuerpo podría ayudar a las personas infectadas a atenuar la disminución de la función física, mejora la recuperación post COVID-19 y reducir el tiempo en UCI.
Sheehy (May.2020)	Consideraciones para la rehabilitación postaguda para sobrevivientes de COVID-19	Revisión	Tratamiento ambulatorio: movilizaciones, fisioterapia respiratoria, cinesiterapia activa. Tratamiento domiciliario: Telerehabilitación Tratamiento post COVID-19: Rehabilitación respiratoria y rehabilitación funcional.	La rehabilitación post COVID-19 es similar a la proporcionada en muchas unidades de rehabilitación geriátrica. Pueden asociarse secuelas de una estancia prolongada en UCI, ventilación mecánica y comorbilidades preexistentes. Se debe realizar una recuperación del sistema respiratorio así como de la movilidad y funcionalidad; basada en una evaluación exhaustiva y un plan de tratamiento individualizado y progresivo centrado en la función y calidad de vida; considerando cuidadosamente el entorno seguro de la rehabilitación.
Thomas <i>et al.</i> (Mar.2020)	Manejo de fisioterapia para COVID-19 en el entorno hospitalario agudo: recomendaciones de práctica clínica.	Revisión de expertos	Plan de recursos en UCI Movilizaciones y Ejercicio: movilidad en la cama, sedestación, equilibrio, cinesiterapia activa/pasiva y programas de ejercicio. Rehabilitación musculoesquelética, neurológica y cardiopulmonar. Fisioterapia respiratoria.	Las recomendaciones en la práctica clínica guían al fisioterapeuta desde recomendaciones para la planificación laboral, evaluación/screening de la necesidad de tratamiento de fisioterapia del paciente COVID-19; aportando un plan de recursos en UCI y recomendaciones para la protección personal.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

Tabla 1. Artículos analizados (continuación)

Autor (año)	Título	Tipo de estudio	Tratamiento de Fisioterapia	Conclusiones
Vitacca <i>et al.</i> (May.2020)	Declaración conjunta sobre el papel de la rehabilitación respiratoria en la crisis COVID-19: el documento de posición italiano.	Comunicación	Fisioterapia respiratoria y rehabilitación funcional.	El documento presenta el consenso de las sociedades italianas de profesionales de la salud respiratoria respecto al tratamiento y rehabilitación de COVID-19. Identificando dos áreas principales: organización y tratamiento (con programas de rehabilitación y planificación)
Yu, <i>et al.</i> (Abr.2020)	Diatermia de onda ultracorta: un nuevo tratamiento para el tratamiento de pacientes con COVID-19.	Revisión	Electroterapia: Diatermia	Debido a la falta de evidencia sobre los efectos beneficiosos del USWD en pacientes con COVID-19, y el riesgo de infección cruzada entre el personal y los pacientes que usan los dispositivos, recomendamos que el USWD no se implemente como una modalidad de tratamiento clínico 'recomendado' para pacientes con COVID-19.

En la revisión, se encontraron dos guías clínicas para ayudar al fisioterapeuta a mejorar la atención de pacientes COVID-19. La propuesta por la Asociación Italiana de Fisioterapeutas Respiratorios, centrada en la atención aguda al paciente en UCI con ventilación mecánica invasiva y no invasiva; así como en la protección personal (Lazzeri et al., 2020). Y la de Thomas et al. (2020) presenta en su guía una serie de recomendaciones para el fisioterapeuta clínico que abarca desde la planificación y cribado de pacientes, pasando por recomendaciones específicas de protección personal en función de la situación de paciente, así como de su tratamiento. Esta última se ha elaborado recopilando información desde diferentes fuentes, presentada uniformemente tras ser consensuada por un grupo de expertos. Ambas guías coinciden en la atención temprana al paciente, así como otros autores que enfatizan este punto del tratamiento para evitar secuelas derivadas de la sintomatología de la enfermedad (Candan et al., 2020).

Teniendo en cuenta la evolución sintomática de los pacientes con COVID-19 se caracteriza por dos fases: una fase aguda en la que prevalecen los síntomas respiratorios, y una fase post-aguda en la que los pacientes pueden mostrar síntomas relacionados con la inmovilización prolongada, disfunciones respiratorias previas y actuales, así como cognitivas y trastornos emocionales. Por lo tanto, existe la necesidad de atención de rehabilitación especializada para estos pacientes. Se deben establecer vías clínicas en las que participen equipos multidisciplinares dedicados compuestos por neumólogos, neurólogos, psiquiatras, cardiólogos, fisioterapeutas, neuropsicólogos, terapeutas ocupacionales, logopedas y nutricionistas (Iannaccone et al., 2020). Además, muchos pacientes con COVID-19

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

tienen comorbilidades cardiovasculares, respiratorias, renales y neurológicas, que tienen un impacto en su capacidad funcional.

Los pacientes con edad avanzada pueden desarrollar sarcopenia debido al encamamiento por COVID-19 y actuar como factor agravante en términos de debilidad. Se debe tener en cuenta la comorbilidad acompañante a la edad avanzada, considera factor de riesgo como la hipertensión, la diabetes o la obesidad. Además, la recuperación neuromuscular después de la ventilación mecánica es prolongada e incompleta pudiendo apareciendo limitaciones funcionales en el paciente. Por todo ello la intervención de fisioterapia se hace necesaria aún más en pacientes de edad **avanzada (Özkeskin, Elibol, y Bakırhan, 2020)**.

En el abordaje del paciente COVID-19 post agudo Sheehy (2020) presenta tres puntos principales: El primero, la presentación del paciente, es decir la atención individualizada a la sintomatología residual presente; el segundo los procedimientos para el diseño de unidades de rehabilitación de pacientes hospitalizados por COVID-19 considerando la rehabilitación ambulatoria; y, en tercer lugar, las pautas para la rehabilitación (fisioterapia, terapia ocupacional y logopedia) después del COVID-19 con respecto a la recuperación del sistema respiratorio, así como la movilidad y funcionalidad. También presenta un plan de evaluación e individualización de tratamiento centrado en la función, para evitar la discapacidad y maximizar la calidad de vida.

Respecto a tratamientos distintos a la intervención con fisioterapia respiratoria y cinesiterapia, Nakamura et al. (2020) presenta el uso de la estimulación muscular eléctrica (EMS) como un método eficaz en fase aguda temprana que puede contrarrestar la debilidad adquirida en UCI, combinada con una intervención en la ingesta nutricional con la administración de proteínas adecuada. La EMS tipo cinturón aplicada tres veces al día durante 50 minutos logró mejores resultados. Otras técnicas de las que se han encontrado artículos, son las vibraciones de todo el cuerpo. Estas vibraciones activan los músculos con un patrón de activación cercano a la marcha humana; por tanto, en una postura casi vertical obliga la activación del control postural. Además, tiene efectos fisiológicos antiinflamatorios y de estimulación del cerebro. Considerándose una ventaja para los pacientes COVID-19 que no son capaces de realizar ejercicio activo (Sañudo et al., 2020). En el estudio de Yu et al. (2020) la diatermia no pudo mostrar evidencia científica como tratamiento agudo.

El único ensayo aleatorizado controlado encontrado, fue el de Liu et al. (2020) con una muestra de 72 participantes (36 con intervención de rehabilitación respiratoria) presenta los resultados de la rehabilitación respiratoria en pacientes post COVID-19 ancianos evidenciando mejora en la función respiratoria, la calidad de vida y la ansiedad.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

Así pues, tras el primer enfoque urgente global “aplanar la curva” para reducir el aumento de nuevos casos, se pone de manifiesto la necesidad de expandir la visión de la situación y considerar la magnitud del impacto a largo plazo del deterioro físico, mental y emocional. La salud pública debe desarrollar estrategias amplias e inclusivas donde estos pacientes sean rehabilitados completamente (Landry et al., 2020).

DISCUSIÓN/CONCLUSIONES

La evidencia científica es limitada solamente se encontró un estudio de casos, la mayoría han sido revisiones basadas en búsquedas, reflexiones y experiencias de los autores. Gran parte de la bibliografía estudiada está relacionada con experiencias en el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SRAS) producido por otro microorganismo de la familia de los coronavirus.

En líneas generales los autores coinciden en la necesidad de implementar un tratamiento rehabilitador para COVID-19. Con diferentes fases en función del desarrollo del paciente (fase aguda, fase ambulatoria/post-aguda, fase cuarentena y fase de alta hospitalaria con teleasistencia), por lo tanto, se deben crear equipos y unidades que aseguren la recuperación funcional de los pacientes, evitando posibles discapacidades y mejorando la calidad de vida.

Los protocolos propuestos se basan en técnicas de fisioterapia tradicionales enfocadas a la rehabilitación respiratoria, el tratamiento de complicaciones del paciente encamado y rehabilitación funcional. Otros procedimientos como la estimulación muscular eléctrica o las vibraciones toman fuerza como tratamientos recomendables añadidos a los anteriores; frente a otros como la diatermia que parece que pierdan fuerza a nivel de recomendación.

Los pacientes de edad avanzada son más vulnerables al COVID-19 y a las secuelas tras sobrevivir a la enfermedad. Necesitan tratamiento y valoración especial.

La fisioterapia ha tenido que reinventar su modo de intervención, actualizando conocimientos de profesionales dedicados a otros campos de la fisioterapia para afrontar la crisis sanitaria. La teleasistencia ha tomado un papel crucial para el manejo de pacientes.

Futuras líneas de investigación

Como futuras líneas de investigación se presenta la necesidad de estudios de casos, metodológicamente bien estructurados, en los que se comparen distintos tratamientos rehabilitadores para obtener evidencia del tratamiento óptimo. No serían éticamente recomendables estudios de tratamiento frente a no intervención, por haberse demostrado los beneficios de las distintas modalidades de fisioterapia.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

También se ha mostrado más un campo de gran interés, la telerehabilitación; para el que sería de gran interés el intercambio de experiencias y su contraste con la rehabilitación habitual.

Son necesarios más estudios que evalúen en profundidad las intervenciones rehabilitadoras en fisioterapia para dar fuerza a las mismas.

Las limitaciones para la realización de la revisión son las mismas que la necesidad de la misma, se trata de una realidad actual, en continua investigación y con literatura científica reciente y creciente.

REFERENCIAS

- Candan, S.A., Elibol, N., y Abdullahi, A. (2020). Consideration of prevention and management of long-term consequences of post-acute respiratory distress syndrome in patients with COVID-19. *Physiotherapy Theory and Practice*, **36**(6), 663–668.
- Gopaul, U., Manie, S., y Amosun, S.L. (2020). Is physiotherapy ready for the management of COVID-19 in Africa? - Snippets of anecdotal evidences in two African countries. Physiotherapy Research International, e1847. Advance online publication.
- Iannaccone, S., Castellazzi, P., Tettamanti, A., Houdayer, E., Brugliera, L., de Blasio, F... Scarpellini, P. (2020). Role of rehabilitation department for adult covid-19 patients: the experience of the san Raffaele hospital of Milan. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **s0003-9993(20)30365-8**. Advance online publication.
- Kannan, S., Shaik, P., Sheeza, A., y Hemalatha, K. (2020). COVID-19 (Novel Coronavirus 2019) - recent trends. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **24**(4), 2006–2011.
- Landry, M.D., Landry, M.D., Geddes, L., Park, A., Lefler, J.P., Raman, S.R., y Wijchen, J.V. (2020). Early reflection on the global impact of COVID19, and implications for physiotherapy. *Physiotherapy*, **107**, A1–A3.
- Lazzeri, M., Lanza, A., Bellini, R., Bellofiore, A., Cecchetto, S., Colombo, A., ... Frigerio, P. (2020). Respiratory physiotherapy in patients with COVID-19 infection in acute setting: a Position Paper of the Italian Association of Respiratory Physiotherapists (ARIR). *Monaldi Archives for Chest Disease = Archivio Monaldi per le Malattie del Torace*, **90**(1). doi:10.4081/monaldi.2020.1285.
- Liu, K., Zhang, W., Yang, Y., Zhang, J., Li, Y., y Chen, Y. (2020). Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, **39**, 101166.
- Ministerio de Sanidad (2020). Enfermedad por nuevo coronavirus, COVID-19. Recuperado de: <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/situacionActual.htm>.
- Nakamura, K., Nakano, H., Naraba, H., Mochizuki, M., y Hashimoto, H. (2020). Early rehabilitation with dedicated use of belt-type electrical muscle stimulation for severe COVID-19 patients. *Critical care (London, England)*, **24**(1), 342.

Fisioterapia en covid-19: Revisión sistemática del estado actual

OMS. Organización mundial de la salud (2020). *Diseases*. Recuperado de: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>. 2020

Özkeskin, M., Elibol, N., y Bakırhan, S. (2020). *Risk of COVID-19* Disease in the Elderly Population and Physiotherapy. *Physiotherapy*, **2**, 1-10.

Pedersini, P., Corbellini, C., y Villafañe, J.H. (2020). Italian Physical Therapists' Response to the Novel COVID-19 Emergency. *Physical Therapy*, **1**, pzaa060.

Sañudo, B., Seixas, A., Gloeckl, R., Rittweger, J., Rawer, R., Taiar, R., ... Bernardo-Filho, M. (2020). Potential Application of Whole Body Vibration Exercise for Improving The Clinical Conditions of COVID-19 Infected Individuals: A Narrative Review From the World Association of Vibration Exercise Experts (WAVex) Panel. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**(10), 3650.

Sheehy L.M. (2020). Considerations for Postacute Rehabilitation for Survivors of COVID-19. *JMIR Public Health and Surveillance*, **6**(2), e19462.

Thomas, P., Baldwin, C., Bissett, B., Boden, I., Gosselink, R., Granger, C.L., ...van der Lee, L. (2020). Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting: clinical practice recommendations. *Journal of Physiotherapy*, **66**(2), 73-82.

Vitacca, M., Carone, M., Clini, E.M., Paneroni, M., Lazzeri, M., Lanza, A., ... ITS - AIPO, the ARIR and the SIP/IRS (2020). Joint Statement on the Role of Respiratory Rehabilitation in the COVID-19 Crisis: The Italian Position Paper. *Respiration; International Review of Thoracic Diseases*, **1**, 1-7.

Wu, K., y Wei, X. (2020). Analysis of Psychological and Sleep Status and Exercise Rehabilitation of Front-Line Clinical Staff in the Fight Against COVID-19 in China. *Medical Science Monitor Basic Research*, **26**, e924085.

Yu, H.P.M., Jones, A.Y., Dean, E., y Liisa, E. (2020). Ultra-shortwave diathermy-a new purported treatment for management of patients with COVID-19. *Physiotherapy Theory and Practice*, **1**, 1-5. doi:10.1080/09593985.2020.1757264

Yu, H.P.M., Jones, A.Y.M., Dean, E., y Laakso, E.L. (2020). Ultra-shortwave diathermy-a new purported treatment for management of patients with COVID-19. *Physiotherapy Theory and Practice*, **2**, 1-5.

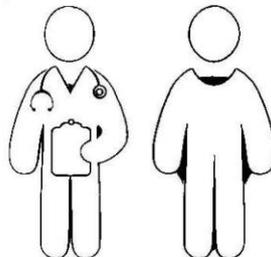
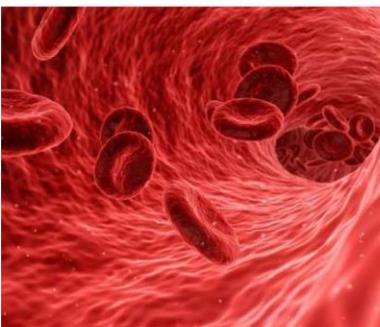
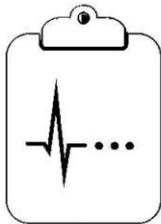
INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN SALUD: REVISANDO LA EVIDENCIA CIENTÍFICA

Comps.

María del Carmen Pérez-Fuentes
María del Mar Molero Jurado
África Martos Martínez
Ana Belén Barragán Martín
María del Mar Simón Márquez
Nieves Fátima Oropesa Ruiz
María Sisto
José Jesús Gázquez Linares

Dykinson, S.L.

ISBN: 978-84-1377-136-6



**Investigación e Intervención en Salud:
Revisando la evidencia científica**

Comps.

María del Carmen Pérez-Fuentes

María del Mar Molero Jurado

África Martos Martínez

Ana Belén Barragán Martín

María del Mar Simón Márquez

Nieves Fátima Oropesa Ruiz

María Sisto

José Jesús Gázquez Linares

© Los autores. NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en el libro “Investigación e Intervención en Salud: Revisando la evidencia científica”, son responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar, así como los referentes a su investigación.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

ISBN: 978-84-1377-136-6

Editorial Dykinson
C/ Meléndez Valdés, 61
28015 - Madrid
info@dykinson.com - www.dykinson.com

Fecha de publicación: 2020

CAPÍTULO 25

EFFECTO DE LOS EJERCICIOS RESPIRATORIOS SOBRE LAS SECUELAS DE LA COVID-19: OVERVIEW

FÁTIMA PÉREZ ROBLEDO Y BEATRIZ MARÍA BERMEJO GIL
Universidad de Salamanca

INTRODUCCIÓN

La enfermedad producida por el nuevo coronavirus Sars-cov-2, llamada COVID-19 surge en Wuhan (China) a finales de diciembre de 2019 (World Health Organization, 2020).

Esta enfermedad elevó su estado a pandemia en poco más de dos meses, colapsando los sistemas sanitarios a nivel mundial y haciendo que los países tuvieran que adaptarse a esta situación de la mejor manera posible.

Los datos epidemiológicos actuales presentan 247.086 casos confirmados en España, 2.528.562 de casos confirmados en Europa y 9.071.475 en el mundo (Ministerio de Sanidad, 2020).

Los síntomas principales de la COVID-19 son fiebre, tos, mialgia o fatiga, expectoración y disnea. Otros síntomas que pueden aparecer con menor frecuencia son: dolor de cabeza o mareo, diarrea o vómitos (Li et al., 2020).

La mayoría de casos son leves, pero en algunos casos los pacientes pueden acabar en las unidades de cuidados intensivos e incluso morir. Los pacientes con mayor riesgo de una enfermedad severa son los que presentan comorbilidades de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedad cardiovascular e hipertensión (Jain y Yuan, 2020).

Sin embargo, se ha visto que además de los síntomas producidos durante el proceso patológico, la enfermedad puede dejar secuelas que se hacen patentes a largo plazo.

Una de ellas es la fibrosis pulmonar. Se ha visto en algunos pacientes, unas marcas de cicatrización pulmonar después de haber pasado la COVID-19.

Como consecuencia, estos pacientes tendrán asociado un declive progresivo de la función pulmonar y una reducción en su calidad de vida (Wang et al., 2020).

La disnea y la tos son los síntomas principales de la fibrosis pulmonar. Los pacientes con esta patología también pueden experimentar fatiga, ansiedad y depresión.

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Además se produce una reducción del oxígeno en sangre (Pulmonary Fibrosis Foundation, 2016).

Teniendo en cuenta estos síntomas la persona con fibrosis pulmonar se verá afectada a nivel respiratorio, pero también en cuanto a su capacidad física y su calidad de vida relacionada con la salud.

Entre las terapias que se pueden emplear para el manejo de la fibrosis pulmonar están las terapias farmacológicas, que incluyen medicamentos como los corticoesteroides o las ciclosporinas, y las terapias no farmacológicas, entre las que se encuentran la oxigenoterapia, la ventilación mecánica y la rehabilitación pulmonar (Raghu et al., 2011).

Entre ventajas que ofrece la rehabilitación pulmonar encontramos la facilidad de aplicación sobre pacientes hospitalizados, ambulatorios o personas no institucionalizadas. Esto permite su aplicación de una forma relativamente sencilla a todo tipo de pacientes, mejorando así la capacidad de hacer ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud de muchas personas que padecen fibrosis pulmonar (Pulmonary Fibrosis Foundation, 2016).

Dada la relevancia de la situación actual, es necesario conocer los mecanismos que pueden ayudar a mejorar las secuelas derivadas de la COVID-19.

Muchas personas a nivel mundial se van a ver afectadas por estas secuelas en los próximos meses. Ello hace necesaria una revisión de las terapias efectivas sobre los síntomas, una actualización de los contenidos y la elaboración de trabajos que faciliten la toma de decisiones por parte de los sanitarios.

Además, teniendo en cuenta la prevalencia de la enfermedad, se hace necesario conocer la efectividad de técnicas que se puedan aplicar de manera ambulatoria o domiciliaria y que sean costo-efectivas para el manejo de los síntomas. En este punto, las intervenciones no farmacológicas toman un papel fundamental.

La intervención para mejorar la función pulmonar a través de ejercicios respiratorios ya ha sido empleada en otras poblaciones y se conoce su eficacia (Orejuela-Rodríguez et al., 2020).

No solo es efectiva en personas con fibrosis pulmonar sino que ayuda en el manejo de la función respiratoria en personas mayores, las más afectadas por la enfermedad.

Una de las grandes ventajas que presentan este tipo de técnicas, es que no son invasivas, se pueden realizar con materiales económicos e implican al paciente de una manera activa.

Además, el efecto que tiene sobre la depresión y la ansiedad (Beserra et al., 2018) lo convierten en una medida eficaz para el manejo de los síntomas de la enfermedad.

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Por ello, se propone una revisión para conocer el estado de la literatura científica en este aspecto, que pueda ser accesible para los profesionales de la salud, y que ofrezca una forma de intervención de fácil aplicación y eficaz para el manejo de los síntomas de la fibrosis pulmonar provocada por la COVID-19.

Hipótesis

La intervención terapéutica con ejercicios respiratorios es beneficiosa en el tratamiento de la fibrosis pulmonar.

Objetivos

El objetivo de esta revisión sistemática es contrastar el estado de las anteriores revisiones sistemáticas sobre el tema para analizar los resultados y de ese modo, determinar estrategias que permitan al clínico conocer los riesgos y beneficios de la prescripción de ejercicios respiratorios para la fibrosis quística.

METODOLOGÍA

Bases de datos

Se realiza búsqueda simultánea en PUBMED y Web of Science (WOS) de revisiones sistemáticas y meta-análisis.

En la primera búsqueda en PUBMED se utiliza (("breathing exercises"[MeSH Terms] OR ("breathing"[All Fields] AND "exercises"[All Fields])) OR "breathing exercises"[All Fields] AND (("pulmonary fibrosis"[MeSH Terms] OR ("pulmonary"[All Fields] AND "fibrosis"[All Fields])) OR "pulmonary fibrosis"[All Fields]).

Obteniéndose 11 resultados.

En la segunda búsqueda simultánea en PUBMED: (((("breathing exercises"[MeSH Terms] OR ("breathing"[All Fields] AND "exercises"[All Fields])) OR "breathing exercises"[All Fields] OR (((("lung"[MeSH Terms] OR "lung"[All Fields] OR "pulmonary"[All Fields] AND (((((((((((("rehabilitant"[All Fields] OR "rehabilitants"[All Fields] OR "rehabilitate"[All Fields] OR "rehabilitated"[All Fields] OR "rehabilitates"[All Fields] OR "rehabilitating"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitations"[All Fields] OR "rehabilitative"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Subheading] OR "rehabilitation s"[All Fields] OR "rehabilitational"[All Fields] OR "rehabilitator"[All Fields] OR "rehabilitators"[All Fields]))) OR ("respiratory"[All Fields] AND (((((((((((("exercise"[MeSH Terms] OR "exercise"[All Fields] OR "exercises"[All Fields] OR "exercise therapy"[MeSH Terms] OR ("exercise"[All Fields] AND "therapy"[All Fields])) OR "exercise therapy"[All Fields] OR "exercise s"[All Fields] OR "exercised"[All Fields] OR

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

"exerciser"[All Fields] OR "exercisers"[All Fields] OR "exercising"[All Fields])) OR ((("lung"[MeSH Terms] OR "lung"[All Fields] OR "pulmonary"[All Fields] AND (((((((("exercise"[MeSH Terms] OR "exercise"[All Fields] OR "exercises"[All Fields] OR "exercise therapy"[MeSH Terms] OR ("exercise"[All Fields] AND "therapy"[All Fields])) OR "exercise therapy"[All Fields] OR "exercise s"[All Fields] OR "exercised"[All Fields] OR "exerciser"[All Fields] OR "exercisers"[All Fields] OR "exercising"[All Fields])))) AND (((("pulmonary fibrosis"[MeSH Terms] OR ("pulmonary"[All Fields] AND "fibrosis"[All Fields])) OR "pulmonary fibrosis"[All Fields] OR ("cystic fibrosis"[MeSH Terms] OR ("cystic"[All Fields] AND "fibrosis"[All Fields])) OR "cystic fibrosis"[All Fields])) OR (("idiopathic pulmonary fibrosis"[MeSH Terms] OR ("idiopathic"[All Fields] AND "pulmonary"[All Fields] AND "fibrosis"[All Fields])) OR "idiopathic pulmonary fibrosis"[All Fields])) OR (((("lung diseases, interstitial"[MeSH Terms] OR ("lung"[All Fields] AND "diseases"[All Fields] AND "interstitial"[All Fields])) OR "interstitial lung diseases"[All Fields] OR ("interstitial"[All Fields] AND "lung"[All Fields] AND "disease"[All Fields])) OR "interstitial lung disease"[All Fields])) OR ("fibrotic"[All Fields] OR "fibrotics"[All Fields] AND (((("lung diseases, interstitial"[MeSH Terms] OR ("lung"[All Fields] AND "diseases"[All Fields] AND "interstitial"[All Fields])) OR "interstitial lung diseases"[All Fields] OR ("interstitial"[All Fields] AND "lung"[All Fields] AND "disease"[All Fields])) OR "interstitial lung disease"[All Fields]))).

Obteniéndose 133 resultados.

En la tercera búsqueda realizada en WOS ("breathing exercises and pulmonary fibrosis") se obtienen 76 resultados.

El objetivo de las tres líneas de búsqueda es obtener información específica respecto a los tratamientos de fisioterapia con ejercicios respiratorios en el tratamiento de la fibrosis pulmonar, y así poder analizar la eficacia que podría tener sobre las secuelas de la COVID-19.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron todos los estudios que se estructuraran como revisión sistemática o meta-análisis y, entre ellos, aquellos cuyo contenido estaba relacionado con la intervención mediante ejercicios respiratorios en pacientes con fibrosis pulmonar; en inglés o español; con texto completo disponible.

Se descartaron artículos cuyo contenido no estaba relacionado con la intervención mediante ejercicios respiratorios o se realizaron sobre pacientes que no tenían fibrosis pulmonar.

No se incluyeron aquellas revisiones que no seguían una estructura sistemática.

También, se excluyeron aquellos artículos que no cumplían los criterios de inclusión.

Descripción de los resultados encontrados

En la primera búsqueda PUBMED con los descriptores “breathing exercises” y “pulmonary fibrosis”.

Se obtuvieron 11 revisiones sistemáticas, de las que seis fueron eliminadas por no cumplir los filtros del estudio.

Finalmente, tres revisiones fueron seleccionadas por cumplir los criterios de inclusión.

En una segunda búsqueda bajo términos más amplios se obtuvieron un total de 133 revisiones sistemáticas, de las cuales 60 fueron incluidas en el estudio para revisar.

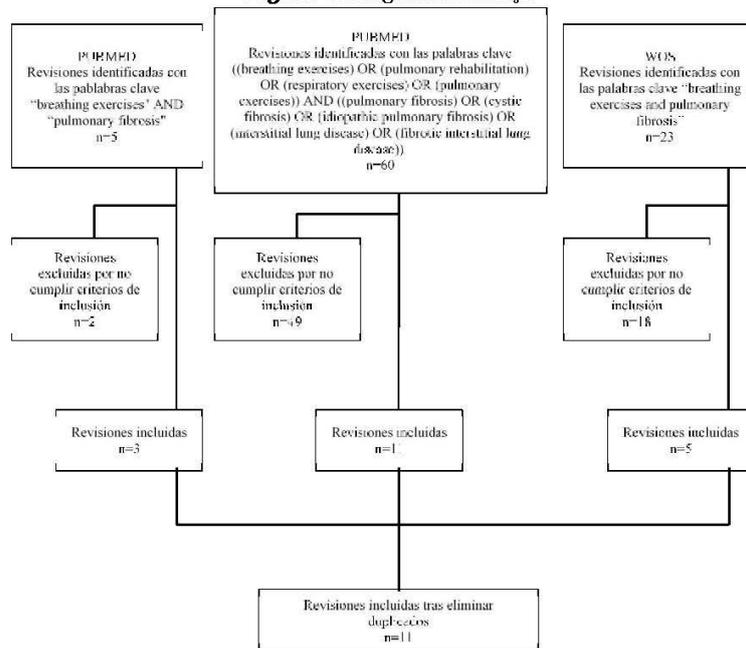
Tras su lectura, 11 revisiones fueron incluidas por superar los criterios de inclusión.

En la búsqueda realizada en WOS se obtuvieron 76 revisiones, de las que 23 cumplían con los filtros establecidos.

Tras su revisión se seleccionaron 5 revisiones que cumplían los criterios de inclusión.

Tras comprobar la duplicación de resultados 11 revisiones sistemáticas fueron analizadas (Tabla 1).

Figura 1. Diagrama de flujo



Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Tabla 1. Revisiones sistemáticas y meta-análisis analizados

Autor (año)	Título	Numero de estudios	Resultados principales	Conclusiones
(Hanada et al., 2020)	Los ejercicios aeróbicos y de respiración mejoran la disnea, la capacidad de ejercicio y la calidad de vida en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática.	14 estudios (4 ECA* y 10 estudios prospectivos pre-post)	Los pacientes que realizaron ejercicios mejoraron la capacidad física, las puntuaciones en disnea y la calidad de vida. El ejercicio aeróbico, solo o combinado con ejercicios respiratorios mejora la capacidad física.	Los ejercicios respiratorios complementan el entrenamiento físico para mejorar disnea y la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática.
(Yu et al., 2019)	Rehabilitación pulmonar para la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática.	7 ECA*	La rehabilitación pulmonar mejora la capacidad física, la capacidad vital forzada y los resultados en el Cuestionario Respiratorio de St. George. No hay efectos significativos en la capacidad de difusión pulmonar.	La rehabilitación pulmonar puede mejorar la capacidad física y la calidad de vida en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática. Además, puede retrasar el declive de la función pulmonar. Es necesaria más investigación.
(Wilson et al., 2019)	Técnicas de depuración de las vías respiratorias en fibrosis quística.	6 Revisiones (1 compara con control, 5 comparan diferentes técnicas)	Los estudios muestran resultados positivos en todas las técnicas pero no permiten mostrar una superior.	Hay poca evidencia que apoye el uso de una técnica frente a otra en términos de función respiratoria, preferencia del paciente y calidad de vida. Las personas con fibrosis quística pueden elegir la técnica en relación con la comodidad, conveniencia, flexibilidad, practicidad, costo u otro factor.

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Tabla 1. Revisiones sistemáticas y meta-análisis analizados (continuación)

Autor (año)	Título	Numero de estudios	Resultados principales	Conclusiones
(Irons et al., 2019)	Cantar como terapia complementaria para niños y adultos con fibrosis quística.	1 estudio pequeño (grupo Cantar y grupo otras actividades no respiratorias)	No hay diferencias en las funciones respiratorias entre grupos en el post ni durante el seguimiento. Los dos grupos mejoraron algunos dominios del Cuestionario Revisado de Fibrosis Quística. El grupo que canta presenta mejores resultados en los índices de fuerza de la musculatura respiratoria.	No hay evidencia suficiente para determinar los efectos de cantar sobre la calidad de vida o las funciones respiratorias en personas con fibrosis quística. Es necesaria más investigación, ya que es una terapia económica y con beneficios psicosociales.
(Hilton y Solis-Moya, 2018)	Entrenamiento muscular respiratorio para la fibrosis quística.	9 estudios (4 solo presenta resumen; 7 estudios paralelos)	No se mostraron diferencias significativas en variables relacionadas con la función pulmonar. Mejoraron la duración del ejercicio pero no la capacidad física. Un estudio mostró un cambio significativo en la presión intramural, la capacidad funcional residual y la presión inspiratoria máxima. En otro estudio, la resistencia muscular respiratoria fue significativamente más larga que en el grupo control.	No hay evidencia suficiente para determinar si hay un efecto beneficioso sobre la fibrosis quística. El personal sanitario debería considerar el empleo de entrenamiento muscular respiratorio caso por caso.

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Tabla 1. Revisiones sistemáticas y meta-análisis analizados (continuación)

Autor (año)	Título	Numero de estudios	Resultados principales	Conclusiones
(McCormack et al., 2017)	Drenaje autógeno para el despeje de las vías respiratorias en fibrosis quística.	7 estudios (1 con diseño en paralelo, 6 con diseño cruzado).	No se encontraron diferencias significativas entre técnicas en parámetros de FEV1 y calidad de vida, aunque todos los pacientes mejoraron. No se presentaron efectos adversos y las preferencias de los pacientes son para el drenaje autógeno frente a la fisioterapia convencional. Se redujo el número de hospitalizaciones y mejoró la producción de esputo.	El drenaje autógeno es eficaz para la depuración de las vías respiratorias, aunque no es superior a otras técnicas.
(Irons et al., 2016)	Cantar como terapia complementaria para niños y adultos con fibrosis quística.	1 estudio pequeño (grupo Cantar y grupo otras actividades no respiratorias)	No hay diferencias en las funciones respiratorias entre grupos en el post ni durante el seguimiento. Los dos grupos mejoraron algunos dominios del Cuestionario Revisado de Fibrosis Quística. El grupo que canta presenta mejores resultados en los índices de fuerza de la musculatura respiratoria.	No hay evidencia suficiente para determinar los efectos de cantar sobre la calidad de vida o las funciones respiratorias en personas con fibrosis quística. Es necesaria más investigación, ya que es una terapia económica y con beneficios psicosociales.
(Warnock y Gates, 2015)	Fisioterapia torácica comparada con la fisioterapia no torácica para la fibrosis quística.	8 estudios (diseño cruzado)	Mayor cantidad de secreciones expectoradas en fisioterapia torácica frente a los controles. No se vieron diferencias en el peso del esputo. La fisioterapia torácica, incluida la tos, aumentó el aclaramiento radiactivo de las vías respiratorias. Un estudio halló diferencias en la función pulmonar en grupos de intervención.	Las técnicas de fisioterapia torácica tienen efecto a corto plazo en el incremento del transporte del moco. No hay evidencia suficiente para sacar conclusiones a largo plazo.

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Tabla 1. Revisiones sistemáticas y meta-análisis analizados (continuación)

Autor (año)	Título	Numero de estudios	Resultados principales	Conclusiones
(Loveman et al., 2014)	La efectividad y la rentabilidad de los tratamientos para la fibrosis pulmonar idiopática.	14 estudios (2 de ellos sobre rehabilitación pulmonar)	Los estudios sobre intervenciones no farmacológicas se realizaron en pacientes con fibrosis de moderada a severa. Los resultados no son concluyentes, aunque algunas variables son favorables a la rehabilitación pulmonar.	No hay evidencia suficiente para determinar que la rehabilitación pulmonar sea efectiva. Los resultados son favorables pero inconcluyentes.
(Bausewein et al., 2013)	Intervenciones no farmacológicas para la disnea en etapas avanzadas de enfermedades malignas y no malignas.	47 estudios (3 sobre entrenamiento respiratorio)	Los pacientes que realizaron entrenamiento respiratorio redujeron la disnea, mejoraron su tasa respiratoria y disminuyeron de recuperación post-ejercicio significativamente.	El entrenamiento respiratorio, junto con otras intervenciones no farmacológicas, parece ser efectiva para aliviar la disnea en etapas avanzadas de enfermedad.
(Ryerson et al., 2012)	Disnea en la fibrosis pulmonar idiopática.	29 estudios (2 estudios sobre rehabilitación pulmonar)	La disnea mejoró en los pacientes que realizaron la rehabilitación pulmonar, así como la distancia caminada y la calidad de vida.	La rehabilitación pulmonar debería ser considerada como una terapia potencial para la disnea en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática. La evidencia que lo apoya es débil por lo que es necesaria investigación adicional.

Notas: *ECA=Ensayo controlado aleatorizado.

RESULTADOS

Las intervenciones terapéuticas sobre la fibrosis pulmonar basadas en ejercicios respiratorios han mostrado ser beneficiosas en las diferentes etapas de la enfermedad (Loveman et al., 2014). Los estudios que lo han investigado, coinciden en la falta de efectos adversos sobre la enfermedad (McCormack, Burnham, y Southern, 2017), haciendo de la terapia a través de ejercicios una forma segura de tratamiento.

Entre los beneficios más destacados se encuentra el control y la mejora de la disnea (Bausewein, Booth, Gysels, y Higginson, 2013; Hanada et al., 2020; Ryerson, Donesky, Pantilat, y Collard, 2012), que permite mejorar la respiración de estos pacientes y su calidad de vida relacionada con la salud (Hanada et al., 2020; Ryerson

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

et al., 2012; Yu et al., 2019). De esta manera, se evidencia que los ejercicios respiratorios son una forma eficaz de manejar las ya citadas complicaciones más importantes de la fibrosis pulmonar, la disminución de la capacidad pulmonar y la calidad de vida.

Algunos estudios han mostrado además una mejoría en la capacidad de hacer ejercicio de los pacientes que reciben esta terapia (Hanada et al., 2020; Ryerson et al., 2012; Yu et al., 2019). Se ha visto que los ejercicios respiratorios pueden reducir el tiempo de recuperación respiratoria después de realizar el ejercicio y aumentar la tasa respiratoria de estos pacientes (Bausewein et al., 2013). Aunque no son pruebas suficientes para afirmar que sea la terapia más efectiva en este campo, sus efectos no son concluyentes debido a la debilidad metodológica de los estudios revisados. Sin embargo, estos resultados sugieren la necesidad de ampliar la investigación para determinar el efecto sobre la capacidad de hacer ejercicio de los pacientes con fibrosis.

Además, se ha visto que influye de manera significativa en la depuración de las vías respiratorias (McCormack et al., 2017; Warnock y Gates, 2015; Wilson, Morrison, y Robinson, 2019), así como en el transporte de las secreciones mucosas (McCormack et al., 2017; Warnock y Gates, 2015). A la larga, estos efectos pueden evitar infecciones y complicaciones en la enfermedad. Uno de los estudios, incluso mostró la relación que existe entre la realización de ejercicios respiratorios y un menor número de ingresos hospitalarios en los siguientes 12 meses (McCormack et al., 2017).

Dentro de los efectos más significativos que tiene este tipo de tratamiento está el retraso en el declive de la función pulmonar como consecuencia de la enfermedad (Yu et al., 2019). Se ha demostrado la eficacia que tiene mejorando la función pulmonar (Hilton y Solis-Moya, 2018; Warnock y Gates, 2015; Yu et al., 2019), lo que supone un mantenimiento de las capacidades de los pacientes, evitando de este modo un avance más rápido en la cicatrización de los tejidos.

Sin embargo, existen discrepancias con respecto a la técnica más indicada. Existen numerosas formas de aplicar los ejercicios respiratorios y, parece que todas técnicas que se realizan respiratorios tienen efecto beneficioso sobre la salud de las personas con fibrosis pulmonar, pero no hay ninguna que parezca ser superior a las demás en cuanto a efectividad (Hilton y Solis-Moya, 2018; McCormack et al., 2017; Wilson et al., 2019). Por ello, se recomienda el uso de ejercicios respiratorios, pero no se indica qué técnica es la más adecuada. Para su indicación, los profesionales sanitarios deberían seleccionarla atendiendo a las características de cada caso (Hilton y Solis-Moya, 2018).

Además de las técnicas de rehabilitación tradicional, también se ha investigado el empleo de otras técnicas que no son tan convencionales. Los estudios presentados

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

por Irons, Petocz, Kenny, y Chang (2019), presentan los efectos beneficiosos que podría tener cantar sobre las secuelas de la fibrosis pulmonar. Es cierto que existe poca literatura al respecto, pero podría ser una alternativa barata y motivadora para este tipo de pacientes, que conllevaría una serie de consecuencias positivas sobre su bienestar físico y psicosocial.

En líneas generales, todas las revisiones estudiadas muestran numerosos beneficios de los ejercicios respiratorios sobre la fibrosis pulmonar. Sin embargo, la mayoría coinciden en que no existe suficiente evidencia científica para asegurar de manera contundente el efecto real que tienen sobre la enfermedad (Hilton y Solis-Moya, 2018; Irons et al., 2019; Ryerson et al., 2012; Warnock y Gates, 2015; Yu et al., 2019). Es necesaria más investigación para poner de manifiesto todos los beneficios reales que tiene este tipo de terapia en el tratamiento de la fibrosis pulmonar.

DISCUSIÓN/CONCLUSIONES

La intervención no farmacológica basada en ejercicios respiratorios es beneficiosa para el control de las secuelas de la fibrosis pulmonar.

Los beneficios más marcados son los que se producen sobre la disnea, la pérdida de capacidad física, la falta de depuración en vías respiratorias, el declive de la función pulmonar y la reducción de calidad de vida relacionada con la salud.

No existe un modelo claro para elegir una técnica de ejercicios frente a otra, por lo que los profesionales sanitarios son los que deben seleccionar la más indicada en función del caso.

En resumen, los ejercicios respiratorios son una terapia beneficiosa, de fácil aplicación y sin efectos adversos, siendo un tratamiento a considerar para la fibrosis pulmonar, secuela residual de la COVID-19.

Futuras líneas de investigación

Es necesaria la ampliación de los estudios realizados para conocer con más profundidad los efectos conseguidos. La literatura revisada coincide en la falta de un conocimiento sólido sobre el tema, ya que los estudios presentados no tienen suficiente validez metodológica. Sin embargo, los hallazgos encontrados son prometedores, por lo que sería interesante el esfuerzo para determinar el efecto real de esta terapia.

Dada la relevancia de la situación actual, se hace más notoria la necesidad de ampliar conocimientos en este campo. De este modo, no solo se sugiere la ampliación de los estudios ya realizados, sino también la investigación directa con las personas afectadas por fibrosis pulmonar como consecuencia de la COVID-19. La situación actual ha precipitado una investigación exhaustiva sobre el tema, para tratar de paliar los efectos y controlar la propagación de la enfermedad.

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

Actualmente, todos los esfuerzos están centrados en la consecución de una vacuna o un tratamiento eficaz pero, una vez que esto se consiga, será necesario valorar cómo se aborda el tratamiento de las secuelas que haya dejado. Una gran parte de la población mundial se va a ver afectada por estas secuelas, por lo que es necesario que se conozcan y se valoren aquellas terapias que podrían funcionar para controlar los síntomas, sobre todo aquellas que sean costo-efectivas para poder llegar al mayor número de población posible. En este sentido, las intervenciones no farmacológicas llevadas a cabo a través de ejercicios son una alternativa muy eficiente para tomar desde los sistemas sanitarios. Por ello, se sugiere la realización de estudios que valoren las técnicas de respiración como una medida para el control de la fibrosis pulmonar como una secuela secundaria de la COVID-19.

REFERENCIAS

- Bausewein, C., Booth, S., Gysels, M., y Higginson, I.J. (2013). Non-pharmacological interventions for breathlessness in advanced stages of malignant and non-malignant diseases. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005623.pub3>
- Beserra, A.H.N., Kameda, P., Deslandes, A.C., Schuch, F.B., Laks, J., y Moraes, H.S. (2018). Can physical exercise modulate cortisol level in subjects with depression? A systematic review and meta-analysis. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, *40*(4), 360-368. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2017-0155>
- Hanada, M., Kasawara, K.T., Mathur, S., Rozenberg, D., Kozu, R., Hassan, S., y Reid, W.D. (2020). Aerobic and breathing exercises improve dyspnea, exercise capacity and quality of life in idiopathic pulmonary fibrosis patients: systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Disease*, *12*(3), 1041-1055. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.12.27>
- Hilton, N., y Solis-Moya, A. (2018). Respiratory muscle training for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006112.pub4>
- Irons, J.Y., Petocz, P., Kenny, D.T., y Chang, A.B. (2019). Singing as an adjunct therapy for children and adults with cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008036.pub4>
- Jain, V., y Yuan, J.M. (2020). Predictive symptoms and comorbidities for severe COVID-19 and intensive care unit admission: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Public Health*, *65*(5), 533-546. <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01390-7>
- Li, L., Huang, T., Wang, Y., Wang, Z., Liang, Y., Huang, T., Zhang, H., Sun, W., y Wang, Y. (2020). COVID-19 patients' clinical characteristics, discharge rate, and fatality rate of meta-analysis. *Journal of Medical Virology*, *92*(6), 577-583. <https://doi.org/10.1002/jmv.25757>
- Loveman, E., Copley, V.R., Colquitt, J.L., Scott, D.A., Clegg, A.J., Jones, J., ... Wells, A. (2014). The effectiveness and cost-effectiveness of treatments for idiopathic pulmonary fibrosis: systematic review, network meta-analysis and health economic evaluation. *BMC Pharmacology and Toxicology*, *15*(63), 1-13. <https://doi.org/10.1186/2050-6511-15-63>

Efecto de los ejercicios respiratorios sobre las...

McCormack, P., Burnham, P., y Southern, K.W. (2017). Autogenic drainage for airway clearance in cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009595.pub2>

Ministerio de Sanidad (2020). Enfermedad por nuevo coronavirus, COVID-19. Situación actual [internet]. Recuperado de <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/situacionActual.htm>

Orejuela-Rodríguez, J., Pérez-Robledo, F., Sánchez-González, J.L., Calvo-Arenillas, J.I., Cruz-Hernández, J.J., y Martín-Nogueras, A.M. (2020). Fortalecimiento de la musculatura respiratoria en mujeres mayores en Atención Primaria. *Fisioterapia*, **42**(5), 260-266. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2020.03.005>

Pulmonary Fibrosis Foundation (2016). Guía de información sobre la fibrosis pulmonar [internet]. Recuperado de https://www.pulmonaryfibrosis.org/docs/default-source/patient-information-guides/pf-info-guide_spanish_post_2017.pdf?sfvrsn=a539958d_0

Raghu, G., Collard, H.R., Egan, J.J., Martínez, F.J., Behr, J., Brown, K.K., ... Schönemann, H.J. (2011). An Official ATS/ERS/JRS/ALAT Statement: Idiopathic Pulmonary Fibrosis: Evidence-based Guidelines for Diagnosis and Management. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **183**(6), 788-824. <https://doi.org/10.1164/rccm.2009-040GL>

Ryerson, C.J., Donesky, D., Pantilat, S.Z., y Collard, H.R. (2012). Dyspnea in Idiopathic Pulmonary Fibrosis: A Systematic Review. *Journal of Pain and Symptom Management*, **43**(4), 771-782. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2011.04.026>

Wang, J., Wang, B.J., Yang, J.C., Wang, M.Y., Chen, C., Luo, G.X., y He, W.F. (2020). Advances in the research of mechanism of pulmonary fibrosis induced by Corona Virus Disease 2019 and the corresponding therapeutic measures. *Zhonghua Shaoshang Zazhi: Chinese Journal of Burns*, **36**(8), 691-697. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn501120-20200307-00132>

Warnock, L., y Gates, A. (2015). Chest physiotherapy compared to no chest physiotherapy for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001401.pub3>

Wilson, L.M., Morrison, L., y Robinson, K.A. (2019). Airway clearance techniques for cystic fibrosis: an overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011231.pub2>

World Health Organization (2020). Novel Coronavirus (2019-nCoV). Situation Report-1 n.1 [internet]. Recuperado de https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10_4

Yu, X., Li, X., Wang, L., Liu, R., Xie, Y., Li, S., y Li, J. (2019). Pulmonary rehabilitation for exercise tolerance and quality of life in IPF patients: a systematic review and meta-analysis. *BioMed Research International*, 2019(ID8498603), 1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/8498603>



Fisioterapia Durante la Pandemia del Covid-19

Rocio Llamas-Ramos, Ines Llamas-Ramos, Fatima Perez-Robledo and Beatriz Maria Bermejo-Gil

Faculty of Nursing and Physiotherapy, University of Salamanca, Salamanca, Spain

*Correspondence to: RocioLlamas-Ramos, Faculty of Nursing and Physiotherapy, University of Salamanca, Salamanca, Spain, E-mail: rociollamas@usal.es

Received: 17 September 2020; Accepted: 09 October 2020; Published: 16 October 2020

Copyright: © 2020 Llamas-Ramos R, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Resumen

La enfermedad por coronavirus (COVID-19), esta causada por la infección del coronavirus responsable de Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV-2) el cual ha generado una crisis de salud pública a nivel mundial. las secuelas que provoca esta patología requieren consideración y el tratamiento de fisioterapia han mostrado su efectividad. Aunque no existe un tratamiento estandarizado, la fisioterapia debe incluirse en el abordaje multidisciplinario para la recuperación completa de estos pacientes.

Palabras Clave: Fisioterapia; Enfermedad por Coronavirus.

Short Communication

En los últimos años la crisis del SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Severo), H1N1, la Gripe A y el Síndrome Respiratorio del Medio Oriente (MERS) han mostrado el poderoso daño de los eventos de transmisión entre especies animales y las nuevas enfermedades humanas con un impacto global [1].

La enfermedad por coronavirus (COVID-19), la infección causada por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2), es "la nueva" crisis mundial y de salud pública [2-3]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) elevó el estado del COVID-19 a pandemia el 11 de marzo de 2020 [1]. El manejo y control de COVID-19 depende de los sistemas de salud de los países, ha tenido un gran impacto en la sociedad, los servicios y los profesionales de la salud, incluidos los fisioterapeutas [2, 4].

Las vías de infección del SARS-CoV-2 son las gotitas respiratorias y el contacto de persona a persona [5]. Unos días después (generalmente entre 8 y 12 días), aparece una enfermedad febril leve, con tos seca y dificultad respiratoria de moderada a grave. Los más graves pueden experimentar insuficiencia respiratoria hipoxémica [5-6]. Este virus afecta a múltiples sistemas: sistema cardiaco, neurológico, cognitiva y mental [7]. El daño de las células alveolares puede provocar problemas respiratorios, otras manifestaciones sistémicas y, finalmente, la muerte [6].

COVID-19 tiene varios síntomas: fiebre, tos seca, mialgia, fatiga, neumonía, disnea complicada, debilidad muscular y deterioro de la función corporal. El curso clínico de la infección por COVID-19, desarrolla rápidamente alteraciones respiratorias que pueden requerir intubación y ventilación mecánica.

El envejecimiento, la diabetes mellitus, la hipertensión, las enfermedades cerebrovasculares, las enfermedades respiratorias crónicas y el cáncer son enfermedades que aumentan los factores de riesgo de muerte en estos pacientes [1-8].

La mayoría de las personas infectadas (80%) experimentarán síntomas leves a moderados que requieren pocas intervenciones, pero la OMS informa un 3,4% de una tasa de mortalidad; lamentablemente, las personas mayores de 80 años aumentan la tasa más cerca del 15% [1]. Las personas mayores de 50 años y los ancianos en general parecen ser la población más afectada por las posibles comorbilidades que pudieran tener. Experimentan la enfermedad de forma más grave y su riesgo de mortalidad es mayor [1, 8].

Una vez que la infección viral se contrae, puede causar complicaciones físicas y psicológicas [6]. La supervivencia es sólo el primer paso, pero sus secuelas pueden provocar un deterioro a largo plazo y una limitación funcional [1]. Los servicios de fisioterapia son necesarios tanto para los pacientes hospitalizados por COVID-19 como para los pacientes crónicos [9]. Hace años, otras infecciones informaron discapacidad pulmonar a largo plazo y deterioro psicológico incluso dos años después del alta (gripe A); un año después de la supervivencia, los individuos continuaron con niveles elevados de estrés, depresión y ansiedad, limitación de la función física y debilidad, lo que dificulta la participación ocupacional y social (Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS) que es otro contagio en la familia de los coronavirus) [1, 8].

Deben tenerse en cuenta las secuelas y los efectos a largo plazo de las enfermedades infecciosas. La rehabilitación en general (fisioterapia, terapia ocupacional, patología del habla y el lenguaje) después del COVID-19 se debe intentar recuperar la función respiratoria [3]. Evaluación individualizada



Physiotherapy During the Covid-19 Pandemic

Rocio Llamas-Ramos, Ines Llamas-Ramos, Fatima Perez-Robledo and Beatriz Maria Bermejo-Gil

Faculty of Nursing and Physiotherapy, University of Salamanca, Salamanca, Spain

*Correspondence to: Rocio Llamas-Ramos, Faculty of Nursing and Physiotherapy, University of Salamanca, Salamanca, Spain, E-mail: rociollamas@usal.es

Received: 17 September 2020; Accepted: 09 October 2020; Published: 16 October 2020

Copyright: © 2020 Llamas-Ramos R, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Abstract

Coronavirus disease (COVID-19), the infection caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) has generated a public health crisis all over the world. The sequelae of these pathologies cause need considerations and Physiotherapy treatments have shown to be effective. Although there is not a gold standard treatment, Physiotherapy should be included into the multidisciplinary medical team for the restoration of these patients.

Keywords: Physiotherapy; Coronavirus disease; Pulmonary

Short Communication

Over the last years the crisis of SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome), H1N1, Influenza A and Middle Eastern Respiratory Syndrome (MERS) had shown the powerful damage that cross-species transmission events have led to novel human disease and its consequential global impact [1].

Coronavirus disease (COVID-19), the infection caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), is "The new" world and public health crisis [2,3]. The World Health Organization (WHO) elevated the status of the COVID-19 to a pandemic on March 11, 2020 [1]. The management and control of COVID-19 depends on countries' health systems, it has been had a great impact on society, services and health professionals, including physiotherapists [2, 4]

The infection routes for SARS-CoV-2 are through respiratory droplets and by human-to-human contact [5]. A few days later (usually between 8 and 12 days), a mild febrile illness appears, with dry cough and moderate to severe respiratory distress. The severe ones could experiment hypoxemic respiratory failure [5-6]. This virus affects multiple body systems: cardiac, neurological, cognitive, and mental health [7]. The alveolar cells damage may result in respiratory problems, other systemic manifestations, and eventually death [6].

COVID-19 has several symptoms: fever, dry cough, myalgia, fatigue, pneumonia, complicated dyspnea, muscle weakness, and body function impairment. The clinical course of COVID-19 infection, rapidly develop respiratory alterations which could require intubation and mechanical ventilation. Aging, diabetes mellitus,

hypertension, cerebrovascular diseases, chronic respiratory diseases, cancer are comorbid diseases which increase death risk factors in these patients [1-8].

Most of infected people (80%) will experience mild to moderate symptoms requiring few interventions, but the WHO reports a 3,4% of a fatal rate; unfortunately people over 80 year increase the rate closer to 15% [1]. People older than 50 years and elderly in general seem to be the population most affected due to the potential comorbid diseases they could have. They experience the disease more severely and their mortality risk is higher [1, 8].

Once viral infection contracted, it can cause physical and psychological complications [6]. Survival is only the first step, but its sequelae can lead long term impairment and function limitation [1]. Physiotherapy services are necessary for hospitalized patients of COVID-19 as well as chronic patients [9]. Years ago others infections has reported long-term lung disability and psychological impairment even two years post discharge (influenza A); one-year post survival, individuals continued with elevated levels of stress, depression and anxiety, physical function limitation and weakness, which difficult occupational and social participation (Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) which is another contagion in the coronavirus family) [1, 8].

The sequelae and long term effects of infectious disease should be taken into account. Rehabilitation in general (physiotherapy, occupational therapy, speech-language pathology) after COVID-19 should try to recover respiratory and function [3]. Individualized assessment and progressive treatment for function, disability will

be prescribed to maximize the quality of life [3]. After 14 days of intubation, physiotherapy has demonstrated positive results in 10 days in an elderly woman [10]. Pulmonary rehabilitation (respiratory muscle training, cough exercise, diaphragmatic training, stretching exercise, and home exercise) is important to improve functional exercise capacity, aerobic capacity, anxiety reduction and depression symptoms [6]. Also, early mobilization and rehabilitation may help prevent or mitigate sequel related to bed rest, improving physical function [5, 10]. A literature search in PubMed was done in order to find the best treatment for this illness. We found 186 articles which exposed different treatments applied. After an abstract examination only physiotherapy treatments were taking into account.

While Health Services prevent patients from dying, early physiotherapy management of COVID-19 patients in Intensive Care Unit (ICU) and post-discharge should be considered). In the ICU, COVID-19 patients are immobilized due to mechanical ventilation or intubation. Immobilization causes weakness, neuromuscular disorders and functional limitations like muscle atrophy and paresis between others. Passive-active mobilization with specific muscle training is required for COVID-19 patients, not only respiratory training [8].

Physiotherapy for COVID-19 patients has been highlighted by international guidelines [11]. Physiotherapists are key health-care team members in the management of conditions associated with cardiorespiratory and musculoskeletal disorders, long-term hospital admission and critical care management [2]. An early mobilization in hospitalized patients could be essential to avoid the functional deterioration this patients have [12-13]. Showed this evidence with a case; they conclude that these patients will require respiratory physiotherapy and mobilization in the acute phase to restore pulmonary and physical function [14].

The most applied treatment is respiratory physiotherapy techniques [15-17]. Advised quick respiratory physiotherapy since the acute stage [16]. Pulmonary rehabilitation accelerates the recovery and social integration increasing mobility, autonomy and quality of life [17]. Authors recommended adapting the exercise taking into account the stage of the disease, age, sex, lifestyle, hobbies, occupation and patient's condition [15-19]. They stated that this method reduces the mortality rate of patients, hospital admission time and medical expenses, save medical resources, reduce personal and national economic losses, and the probability of adverse social stability events (collapses) [15].

Electrotherapy treatments or electrical muscle stimulation with belts has been investigated [20]. They have published 2 letters respectively [21]. They recognized that although this method needs more investigation, it could improve oxygenation and ventilation in Covid patients [22]. In this line, proposed whole body vibration exercise in order to minimize the sequel that inactivity generates, reducing ICU time. Reviews about exercise safety and effect have been published. Both manuscripts agree about positive and beneficial effects: rehabilitation exercises improved respiratory system,

cardiorespiratory endurance and immune system avoiding infections [23-24]. Massage techniques improves quality of life in patients recovering, however, these results needs more investigation [25].

Qigong seems to be beneficial for elderly COVID patients due to its regulation of breath rhythm, body movement, posture and movement. This modality had good results in stress reduction, improvement in the strength of respiratory muscles, emotion regulation, inflammation reduction and immune function improvement [26,27]. Other authors have also thought that meditation and yoga could be a potential adjunctive treatment for COVID patients and Tai chi had positive evidence in COVID recovery period [28, 29].

Several publications have reported recommendations which can serve as clinical practice guidelines for physiotherapists. Infection should be avoided during physiotherapy treatments. Hand washing, mask use, material disinfection and glove use are some measures adopted by physical therapists. Others have implemented "Tele-Physiotherapy" in order to continue monitoring their patients at a distance: written treatment prescription, making explanatory videos and synchronous video conference treatment [9]. Telehealth, defined as the "delivery of healthcare at a distance using information and communication technology" has been use during this time. This use is very controversial, some authors argued physiotherapy, focus on hands-on assessment and interventions, is not appropriate via Telehealth; however, contemporary physiotherapists support the role in education, reassurance and screening for these patients [30]. It could be a solution combined with technology advances, but trained physiotherapist should be decided when Tele-physiotherapy could be used [30-31]. We have also found a guide for "digital practice" with recommendations and the limitations of this variety have [32]. In general authors emphasized the importance of rehabilitation treatment in pandemics [33-34]. Finally, exposed the different rehabilitation stages and the need of rehabilitation programs into COVID treatment [35].

Conclusion

As a conclusion there is not a gold standard treatment for COVID-19, it is a new pandemic which needs investigation. However there is a lot of treatment for its sequel. Physiotherapy treatment should be included into the multidisciplinary medical team for the restoration of these patients.

References

1. Landry MD, Landry MD, Geddes L, Park Moseman A, Lefler JP, et al. "Early reflection on the global impact of COVID19, and implications for physiotherapy". *Physiother* 107(2020): 1-3.
2. Abdullahi A, Bello B, Mukhtar NB, Kaka B, Abba MA, et al. "Physiotherapy management of COVID-19 in Africa: Ongoing efforts, challenges, and future directions". *Physiother Theory Pract* 36 (2020): 871-872.
3. Sheehy LM. "Considerations for postacute rehabilitation for

- survivors of COVID-19. *JMIR Public Health Surveill*. *JMIR Public Health Surveill* 6(2020): 19462.
4. Pegorari MS, Ohara DG, Matos AP, Iosimuta NCR, Ferreira VTK, et al. "Barriers and challenges faced by Brazilian physiotherapists during the COVID-19 pandemic and innovative solutions: lessons learned and to be shared with other countries". *Physiother Theory Pract* 36(2020): 1-8.
 5. Battaglini D, Robba C, Caiffa S, Ball L, Brunetti I, et al. "Chest physiotherapy: An important adjuvant in critically ill mechanically ventilated patients with COVID-19". *Respir Physiol Neurobiol* 282(2020): 103529.
 6. Abdullahi A. "Safety and Efficacy of Chest Physiotherapy in Patients With COVID-19 A Critical Review". *Front Med* 7(2020): 454.
 7. Righetti RF, Onoue MA, Politi FVA, Teixeira DT, Souza PN, et al. "Physiotherapy Care of Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) - A Brazilian Experience". *Clinics* 75(2020): 2017.
 8. Ozkeskin M, Elibol N, Bakirhan S. "Risk of COVID-19 disease in the elderly population and physiotherapy". *Physiother* 108(2020): 76-77.
 9. Minghelli B, Soares A, Guerreiro A, Ribeiro A, Cabrita C, et al. "Physiotherapy services in the Face of a Pandemic". *Rev Assoc Med Bras* 66 (2020): 491-497.
 10. Shan MX, Tran YM, Vu KT, Eapen BC. "Postacute inpatient rehabilitation for COVID-19". *BMJ Case Rep* 13(2020): 1-4.
 11. Lee AJY, Chung CLH, Young BE, Ling LM, Ho BCH, et al. "Clinical Course and Physiotherapy Intervention in 9 Patients with COVID-19". *Physiother* 109(2020): 1-3.
 12. Valenzuela PL, Joyner M, Lucia A. "Early mobilization in hospitalized patients with COVID-19". *Ann Phys Rehabil Med* 63(2020): 384-385.
 13. Masiero S, Zampieri D, Del Felice A. "The Place of Early Rehabilitation in Intensive Care Unit for COVID-19". *Am J Phys Med Rehabil* 99(2020): 677-678.
 14. Saeki T, Ogawa F, Chiba R, Nonogaki M, Uesugi J, et al. "Rehabilitation Therapy for a COVID-19 patient who received mechanical ventilation in Japan". *Am J Phys Med Rehabil* 99(2020): 873-875.
 15. Zhu Y, Wang Z, Zhou Y, Onoda K, Maruyama H, et al. "Summary of respiratory rehabilitation and physical therapy guidelines for patients with COVID-19 based on recommendations of World Confederation for Physical Therapy and National Association of Physical Therapy". *J Phys Ther Sci* 32(2020): 545-549.
 16. Lazzari M, Lanza A, Bellini R, Bellofiore A, Cecchetto S, et al. "Respiratory physiotherapy in patients with COVID-19 infection in acute setting: a Position Paper of the Italian Association of Respiratory Physiotherapists (ARIR)". *Monaldi Arch Chest Dis* 90(2020): 1-10.
 17. Vitacca M, Lazzari M, Guffanti E, Frigerio P, Abrosca FD, et al. "Italian suggestions for pulmonary rehabilitation in COVID-19 patients recovering from acute respiratory failure: results of a Delphi process". *Monaldi Arch Chest Dis* 90(2020): 1444.
 18. Sheehy LM. "Considerations for postacute rehabilitation for survivors of COVID-19". *JMIR Public Health Surveill* 6(2020): 19462.
 19. Sun T, Guo L, Tian F, Dai T, Xing X, et al. "Rehabilitation of patients with COVID-19". *Expert Rev Respir Med* (2020): 1-8.
 20. Nakamura K, Nakano H, Naraba H, Mochizuki M, Hashimoto H, et al. "Early Rehabilitation with dedicated use of belt-type electrical muscle stimulation for severe COVID-19 Patients". *Crit Care* 24(2020): 342.
 21. Sancho PT, Gandarias PA, Gonzalez RS, Gurumeta AA. "Respiratory physiotherapy with Vibration belts in the critical patient Covid-19 in the prone position". *Rev Esp Anestesiol Reanim* 67(2020): 481-482.
 22. Sanudo B, Seixas A, Gloeckl R, Rittweger J, Rawer R, et al. "Potential Application of Whole Body Vibration Exercise For Improving The Clinical Conditions of COVID-19 Infected Individuals: A Narrative Review From the World Association of Vibration Exercise Experts (WAVex) Panel". *Int J Environ Res Public Health* 17(2020): 3650.
 23. Gu R, Xu S, Li Z, Gu Y, Sun Z, et al. "The safety and effectiveness of rehabilitation exercises on COVID-19 patients: A protocol for systematic review and meta-analysis". *Medicine* 99(2020): 21373.
 24. Xu Z, Chen Y, Yu D, Mao D, Wang T, et al. "The effects of exercise on COVID-19 therapeutics: A protocol for systematic review and meta-analysis". *Medicine* 99(2020): 22345.
 25. Wu L, Dong Y, Li J, Huang J, Wen D, et al. "The effect of massage on the quality of life in patients recovering from COVID-19: A systematic review protocol". *Medicine* 99 (2020): 20529.
 26. Feng F, Tuchman S, Denninger JW, Fricchione GL, Yeung A, et al. "Qigong for the Prevention, Treatment, and Rehabilitation of COVID-19 Infection in Older Adults". *Am J Geriatr Psychiatry* 28(2020): 812-819.
 27. Peng J, Wu Z, Zhong H, Zhou Y, Wang L, et al. "The effect of qigong for pulmonary function and quality of life in patients with covid-19: A protocol for systematic review and meta-analysis". *Medicine* 99(2020): 22041.
 28. Bushell W, Castle R, Williams MA, Brouwer KC, Tanzi RE, et al. "Meditation and Yoga Practices as Potential Adjunctive Treatment of SARS-CoV-2 Infection and COVID-19: A Brief Overview of Key Subjects". *J Altern Complement Med* 26(2020): 547-556.
 29. Shi Y, Wen D, Wang H, Zhang P, Zhong Y, et al. "Tai Chi for coronavirus disease 2019 in recovery period: A protocol for systematic review and meta-analysis". *Medicine* 99(2020): 21459.
 30. Stanhope J, Weinstein P. "Learning from COVID-19 to improve access to physiotherapy". *Aust J Prim Health* 26(2020): 271-272.
 31. Cottrell MA, Russell TG. "Telehealth for musculoskeletal physiotherapy". *Musculoskelet Sci Pract* 48(2020): 102193.

32. Lee AC. "COVID-19 and the Advancement of Digital Physical Therapist Practice and Telehealth". *Phys Ther* 100(2020): 1054-1057.
33. Amatya B, Khan F. "Rehabilitation Response in Pandemic" .*Am J Phys Med Rehabil* 99(2020): 663-668.
34. Iannaccone S, Castellazzi P, Tettamanti A, Houdayer E, Brugliera L, et al. "Role of Rehabilitation Department for Adult Individuals With COVID-19: The Experience of the San Raffaele Hospital of Milan". *Arch Phys Med Rehabil* 101(2020): 1656-1661.
35. Li J. "Rehabilitation management of patients with COVID-19: lessons learned from the first experience in China". *Eur J Phys Rehabil Med* 56(2020): 335-338.

Citation: Llamas-Ramos R, Llamas-Ramos I, Perez-Robledo F and Bermejo-Gil BM "Physiotherapy During the Covid-19 Pandemic" *J Clin Case Stud Rev* (2020) 1:001-004

Article

RespiraConNosotros: Un sistema de tele-rehabilitación domiciliar viable de fisioterapia respiratoria

Beatriz María Bermejo-Gil ¹, Fátima Pérez-Robledo ¹, Rocío Llamas-Ramos ^{1,*}, Luís Augusto Silva ^{2,*}, André Sales-Mendes ², Valderi Reis Quietinho Leithardt ^{3,4} and Inés Llamas-Ramos ¹

¹ Department of Nursery and Physiotherapy, Faculty of Nursing and Physiotherapy, University of Salamanca, 37008 Salamanca, Spain; beatriz.bermejo@usal.es (B.M.B.-G.); fatima_pr@usal.es (F.P.-R.); inesllamas@usal.es (I.L.-R.)

² Expert Systems and Applications Lab (ESALAB), Faculty of Science, University of Salamanca, 37008 Salamanca, Spain; andremendes@usal.es

³ COPELABS, University Lusófona - ULHT, 1749-024 Lisbon, Portugal.

⁴ VALORIZA, Research Center for Endogenous Resources Valorization, Institute Polytechnic of Portalegre, 7300-555 Portalegre, Portugal; valderi@ippportalegre.pt

* Correspondence: rociollamas@usal.es (R.L.-R.); luisaugustos@usal.es (L.A.S.)

Resumen: En la actualidad hay más de 1,55 millones de casos de infección por SARS-CoV-2 en España. De los cuales, se estima que alrededor del 45% presentará complicaciones respiratorias, lo que representaría aproximadamente 620,000 pacientes con necesidad de rehabilitación. El sistema sanitario de salud no tiene suficientes recursos para el gran número de pacientes que después de la alta hospitalaria requiere rehabilitación para su recuperación completa, evitando la cronicación de síntomas. Proponemos la aplicación RespiraConNosotros. The application has been created and designed to guide users in performing respiratory rehabilitation exercises, especially for COVID-19 patients, and it also facilitates patient–physiotherapist contact via chat or video calling to help patients. It is accessible for all users and on all devices. All exercises would be guided and supervised by a specialized physiotherapist who suggests, adapts, and guides the exercise according to the function level of each patient. Data obtained was satisfactory; all patients pointed out the easy access, the intuitive format, and the advantage of communicating with an expert. Concerning functional assessment, all participants improved their score on the Borg scale after performing the intervention with the application. This platform would help respiratory patients to make rehabilitation treatments to recover their pulmonary function and to decrease or eliminate the possible complications they have. It never substitutes any prescribed treatment. In conclusion, RespiraConNosotros is a simple, viable, and safe alternative for the improvement and maintenance of respiratory capacity and patient's functionality affected by COVID-19. It could be used as a complement to face-to-face treatment when the situation allows it.

Palabras clave: COVID-19; home therapy; pulmonary; respiratory exercises; SARS-CoV-2; telerehabilitation



Citation: Bermejo-Gil, B.M.; Pérez-Robledo, F.; Llamas-Ramos, R.; Silva, L.A.; Sales-Mendes, A.; Leithardt, V.; Llamas-Ramos, I. RespiraConNosotros: Un sistema de tele-rehabilitación domiciliar viable de fisioterapia respiratoria. *Sensors* **2021**, *11*, 0. <https://doi.org/>

Academic Editor: Ivan Miguel Serrano Pires

Received: 2 April 2021
Accepted: 6 May 2021
Published:

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

La tele-rehabilitación es una nueva modalidad de tratamiento muy investigada en los últimos años. Esta opción consiste en la prestación de servicios de rehabilitación a través de medios telemáticos de comunicación a través de las redes e internet de una manera remota [1].

Desde que surgió el SARS-CoV-2, ocasionando el colapso de los sistemas sanitarios en 2020, muchos tratamientos presenciales se han suspendido. La nueva situación provocada por este virus ha acelerado la implementación de la tele-rehabilitación en diversos puntos de los sistemas de atención a la salud, desde las consultas médicas telefónicas, a la realización de tratamientos de rehabilitación de patologías musculoesqueléticas.

Article

RespiraConNosotros: A Viable Home-Based Telerehabilitation System for Respiratory Patients

Beatriz María Bermejo-Gil ¹, Fátima Pérez-Robledo ¹, Rocío Llamas-Ramos ^{1,*}, Luís Augusto Silva ^{2,*}, André Sales-Mendes ², Valderi Reis Quietinho Leithardt ^{3,4} and Inés Llamas-Ramos ¹

¹ Department of Nursery and Physiotherapy, Faculty of Nursing and Physiotherapy, University of Salamanca, 37008 Salamanca, Spain; beatriz.bermejo@usal.es (B.M.B.-G.); fatima_pr@usal.es (F.P.-R.); inesllamas@usal.es (I.L.-R.)

² Expert Systems and Applications Lab (ESALAB), Faculty of Science, University of Salamanca, 37008 Salamanca, Spain; andremendes@usal.es

³ COPELABS, University Lusófona—ULHT, 1749-024 Lisbon, Portugal

⁴ VALORIZA, Research Center for Endogenous Resources Valorization, Institute Polytechnic of Portalegre, 7300-555 Portalegre, Portugal; valderi@ippportalegre.pt

* Correspondence: rociollamas@usal.es (R.L.-R.); luisaugustos@usal.es (L.A.S.)

Abstract: Currently, there are more than 1.55 million cases of SARS-CoV-2 infection in Spain. Of these, it is estimated that around 45% will present respiratory complications, which represents approximately 620,000 patients who will need respiratory rehabilitation. The health system has no resources for this huge quantity of patients after the hospital discharge to finish the complete recovery and avoid the chronicity of the symptoms. We propose an application named RespiraConNosotros. The application has been created and designed to guide users in performing respiratory rehabilitation exercises, especially for COVID-19 patients, and it also facilitates patient–physiotherapist contact via chat or video calling to help patients. It is accessible for all users and on all devices. All exercises would be guided and supervised by a specialized physiotherapist who suggests, adapts, and guides the exercise according to the function level of each patient. Data obtained was satisfactory; all patients pointed out the easy access, the intuitive format, and the advantage of communicating with an expert. Concerning functional assessment, all participants improved their score on the Borg scale after performing the intervention with the application. This platform would help respiratory patients to make rehabilitation treatments to recover their pulmonary function and to decrease or eliminate the possible complications they have. It never substitutes any prescribed treatment. In conclusion, RespiraConNosotros is a simple, viable, and safe alternative for the improvement and maintenance of respiratory capacity and patient’s functionality affected by COVID-19. It could be used as a complement to face-to-face treatment when the situation allows it.

Keywords: COVID-19; home therapy; pulmonary; respiratory exercises; SARS-CoV-2; telerehabilitation



Citation: Bermejo-Gil, B.M.; Pérez-Robledo, F.; Llamas-Ramos, R.; Silva, L.A.; Sales-Mendes, A.; Leithardt, V.R.Q.; Llamas-Ramos, I. RespiraConNosotros: A Viable Home-Based Telerehabilitation System for Respiratory Patients. *Sensors* **2021**, *21*, 3318. <https://doi.org/10.3390/s21103318>

Academic Editor: Ivan Miguel Serrano Pires

Received: 2 April 2021
Accepted: 6 May 2021
Published: 11 May 2021

Publisher’s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Telerehabilitation has been a highly researched new treatment modality in recent years. This option consists of the provision of rehabilitation services through telecommunications networks or the Internet offering remote treatments [1]. Since SARS-CoV-2 emerged and caused the collapse of health systems in 2020, people are not able to receive their face-to-face treatments, chronic patients are unable to continue them, and professionals could not attend all of the consultations. The new situation caused by this virus has accelerated the implementation of telerehabilitation in various systems of health care, from medical consultations to the performance of rehabilitation treatments in musculoskeletal pathologies [2].

Concerning this new modality of treatment, new technologies have been incorporated into our daily lives through applications that allow us to register different aspects of

our everyday life and have been demonstrated to be effective for promoting the general population's health [3]. In recent years, there have been many mobile applications that try to promote users' health with the aim of giving feedback on their health status and providing health information. They were focused especially on physical activity and diet-like "SoSu-life" application. This application was related with personalized feedback, practical tips, and tricks to reduce weight in specific groups of employees within workplace settings. Other applications related to lifestyle improvement and health-promoting behaviors such as "Solar Cell" for sun protection, an application to control vitamin D and calcium intake, and applications related to improving bone health, among others, have been investigated [3]. The most widely used applications are those related to physical activity and weight control. These applications monitor the user activity as well as their changes in habits, giving feedback on the individual's health status. However, this application has not been tested in people with pathologies [3,4].

Several studies have focused on applications related to alcohol and smoking; other studies have detailed applications for pathologies such as asthma, breastfeeding, cancer, depression, diabetes, headaches, heart disease, HIV, hypertension, iron deficiency/anemia, low vision, and pain. Studies have also focused on applications to control obesity, weight management, physical activity, mindfulness, general health and fitness, and women's health. All of these applications have been used to improve health [5]. Physicians point out the advantages of e-health. In general, professionals with experience are more open to appreciating the benefits and advantages of this technology, which outweigh the difficulties, although they ask for training to improve their technology skills [6]. Mobile applications and computer programs have been used for different purposes, such as disease prevention, diagnosis or treatment [7–9].

Furthermore, the scientific literature has explored the effectiveness of these treatments in different chronic pathologies as diabetes mellitus, chronic lung disease, and cardiovascular disease with interventions which range from 3 months to 1 year [10]. One of the fields in which applications have been used is respiratory conditions, such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [11] or cystic fibrosis [12]. All the applications used have demonstrated their effectiveness, although some authors highlighted the need for more research to determine the real effects that they have on pathologies [13].

Considering this new technology's application, the idea of applying it in the current situation caused by the pandemic arises. Currently, there are more than 1.55 million cases of SARS-CoV-2 infection in Spain [14]. Of these, it is estimated that around 45% will present respiratory complications [15], which represents approximately 620,000 patients who will need respiratory rehabilitation. Once these patients are discharged from hospitals, they did not have rehabilitation programs due to clinical collapse and the impossibility to guarantee the safest conditions for their implementation.

Faced with this health emergency, a change in the treatment protocols and follow-ups carried out on these patients is necessary. Some authors propose mobile applications to fill resource deficits and access a larger population in this uncontrolled situation. They highlighted the urgent need for applications to monitor and control the patient's symptoms or patients' health in general, who are clustered at home and also in intensive unit care to obtain as much as possible information about the most people [16].

As it has already been mentioned, one of the main sequelae is respiratory involvement. Patients who have overcome COVID-19, the SARS-CoV-2 disease, often report dyspnea or shortness of breath, a sensation that is reflected in alterations of respiratory capacity or function [17]. A correct physiotherapy treatment focused on pulmonary training and pulmonary function restoration will improve these sequelae; however, its face-to-face rehabilitation is a high risk. Despite this, the ratio of patients needing rehabilitation has increased the need for a viable and safe alternative treatment. In this contextual framework, the use of new technologies for the patient's treatment with the respiratory sequela is proposed as an alternative, since they have been used for other symptom management with effective results [18]. This solution would respond to outpatient treatment, but it

could also improve early rehabilitation, which is necessary in the treatment of this disease. Authors support the importance of early pulmonary rehabilitation during the hospital admission and even 6 to 8 weeks after discharge [19].

The study reason was to propose a therapeutic alternative to help respiratory rehabilitation and patient's functional recovery. The proposal was a newly implemented platform that responds to current needs. The platform was designed by experts: a doctor in physiotherapy, a nurse, and computer engineers. It was a powerful and complete research group. The health-related members found and researched the rehabilitation needs of these patients, as well as the need for remote assistance. Furthermore, physiotherapists selected the best exercises for rehabilitation and performed the video guide. Computer engineers were able to identify to develop the needed connection between patients and caregivers throughout this easy and intuitive platform.

In this study, we aimed to evaluate the viability of the platform as well as present its development. Regarding viability, health-related results were evaluated on voluntary participants with dyspnea and fatigue complaints after COVID-19.

With regard to patient data privacy, GDPR addresses the need to protect sensitive data and the inevitable risk of data theft. Encryption reinforces that all sensitive information must be covered by an acceptable level of security at both its source and destination [8]. According to Ibraimi et al. [20], patient confidentiality is one of the significant obstacles in obtaining medical data, as some information is not shared for fear of being stored in databases that do not comply with security regulations. The HIPAA Privacy Rule [21] deals with the security of sensitive patient information in the medical field. It is a United States federal law created in 1996 to impose standards to protect such information and prevent its sharing without the patient's consent.

The target of this project is to contribute to health improvements, through an application with respiratory exercises and physiotherapists follow-up, to improve the rehabilitation of patients who have suffered from COVID-19 disease, achieving cardiorespiratory improvements that increase their functional level. One of the main advantages is offered by its applicability both in the hospital environment and at home. Furthermore, it also facilitates communication between patients and health care providers.

The rest of the paper is organized as follows. In Section 2, we introduce the methodology for an application, enhancing the telerehabilitation exercises and the proposed application. In Section 3, we show the results and the evaluation. In Sections 4 and 5, we present the discussion about the application and conclusion, respectively.

2. Methodology

In this section, we present the proposed system. The first consideration to be taken when developing collaborative applications where users can have different roles with responsibilities, in this case clinical, within the application, is that the skills must be validated by an administrator user. To explain the methodology used to develop this application, we will start by explaining how the respiratory rehabilitation exercises were chosen and how the technologies, methods, and mechanisms for the design and implementation of the collaborative platform were used.

2.1. Respiratory Exercises

The method chosen to guide the user in carrying out the exercises has been by use of video. This method is extensively used for teaching because it allows having the same information in a redundant way such as audio instructions, visual instructions, or subtitles. Apart from this, the use of video as a means to guide the user to perform the exercises allows the user to perform the exercise more successfully because he has to try to repeat only the exercises that are already at the specified time indications.

The videos included in the application present different breathing exercises to work and strengthen the respiratory muscles and increase ventilation. These exercises are designed following the main action guidelines for patients with different respiratory patholo-

gies from acute conditions such as COVID-19 to chronic conditions such as COPD [22]. These guidelines determine that therapy through respiratory exercises is effective and highly recommended, which justifies the implementation of ventilatory training programs. In all of them, respiratory exercise programs that start easily and progress are established. For this reason, it was decided to divide the exercises and establish an order for the patients to progressively increase the difficulty of their training.

Usually, the workouts begin with the simple learning of the breathing rhythm, in which air is taken in through the nose and exhaled through the mouth [23,24]. The RespiraConNosotros application also includes this section. The first exercises are based on becoming aware of the body's breathing, learning an adequate rhythm and differentiating between costal and diaphragmatic breathing, both important in ventilator mechanics. The ventilation rhythm is set by the physiotherapist who takes the video, with inspiration pauses of 2–3 s to achieve a thoracic expansion (fibrosis). The physiotherapist insists on postural control—specifically, on maintaining the best possible position and paying special attention to the exercise performed—to integrate the movement and automate it. In addition, they are asked to place their hands on the chest or abdomen to get feedback on how they are performing the exercise. When they do it correctly, they will feel how these areas swell with the entry of air and they will understand that the exercises are well done [24].

The position of the exercises varies; it is not advisable to do them always in the same position, but the ideal is to do them lying down, sitting, and standing [25]. The RespiraConNosotros application has several videos in each of these positions.

The next level of difficulty is established by adding the movement of the limbs while taking the breaths. It is more difficult because it requires a great coordination between the respiratory and arms movements, but it is a notable benefit, because it more greatly affects the mobilization and flexibilization of the limbs. In many respiratory diseases, thoracic movements are usually restricted due to lack of mobility, deformation, or the appearance of stiffness [26]. Because of this, it is necessary to flex the rib cage and maintain mobility of the upper limbs.

For this, different exercises are proposed in all the positions mentioned above (lying down, sitting, and standing) in which they are asked to move their arms while breathing. These movements, as suggested by the treatment guidelines for respiratory patients, occur according to this principle: the opening movements (spread arms, trunk tilt, shoulders flexion) occur during inspiration, and during expiration, there is return to rest or initial position [22].

Again, it is pointed constantly in controlling posture and awareness of the movement performed. The errors that occur most frequently are explained in the video to prevent them from occurring in patients who view the activity.

As the training progresses, resistance exercises are also added. They are indicated for different respiratory diseases [22] and can be performed with weights or elastic bands. In the videos presented, they are proposed with elastic bands, although they could be perfectly performed with dumbbells in the hands instead of the elastic band. These exercises are intended to enhance the respiratory muscles, give it strength and functionality. It is necessary to have previously carried out the previous exercises to avoid alterations in the movement or compensations when making the effort. The majority of the proposed exercises were performed without resistance previously; patients already know them and know what the dynamics of movement are like. This helps that when it comes to performing them against resistance, they are performed with the same accuracy. The rest of the videos are focused once again on postural control, attention to exercise, and possible errors that may appear are explained to prevent patients from commenting on them.

Finally, functional exercises have also been designed. These exercises imply that the patient recognizes them, they are habitual for him or her, and this makes it easier for him or her to perform them correctly. Other action guidelines also include exercises of this type [27]. In our case, drinking straws and balloons have been used as materials. Balloon exercises have been placed at the end of training, since they require breathing force

and overcome the resistance offered by the material to be inflated. These exercises are effective and motivate patients more, so they are also applied to avoid problems of lack of adherence.

These exercises have great health benefits for respiratory patients because they reduce the severity of symptoms, medication relief, and emergency room visits [23]. For this reason, they have been selected for this respiratory rehabilitation application program.

2.2. Application

This platform is available for all devices and has been designed for patients who need rehabilitation of the respiratory system but cannot access face-to-face treatment due to the collapse of clinical resources, people who have been forced to quarantine, or people who are not feeling safe outside home. Although the objective has been to explain, teach, and guide users in the performance of respiratory rehabilitation exercises, especially for COVID patients, the application can be applied in different areas of rehabilitation where users have to perform daily exercises for the recovery of any type of physical injury. It also facilitates patient–physiotherapist contact every time they need using devices that both already have through message or video calling. It should be noted that this application does not replace any prescribed treatment; it is a complement.

Figure 1 can show the different roles of the *RespiraConNosotros* collaborative platform. From the beginning, this platform has been designed in a collaborative way between different departments of the University of Salamanca such as the Department of Nursing and Physiotherapy and the department of Informatics. It has also been designed to be scalable by collaboratively increasing the number of physiotherapists to assist patients that join the application. In the figure, we can see the roles of admin and exercise creation specialist that would be at an initial point would be permanently fixed. The administrator users would be responsible for validating that the physiotherapists meet the required requirements to be able to attend to the patients, in addition to generating the interactions of the chatbot with the patients of the application. Users with the role of exercise creation specialist are responsible for studying which exercises are appropriate to incorporate into the application and carry out the creation of the audiovisual content and its subtitles on the platform. There are possibilities of sending notifications and alerts directed according to the application's criteria, as described in [28] and in [29].

The number of users with patient roles and physiotherapist collaborators is increasing with the use and dissemination within the application. Patients can determine which level of exercises they need or are ready to perform inside the application. They can also watch videos that allow them to perform the exercises, interact with the chatbot to solve doubts, or contact the physiotherapists via chat or video conference. The physiotherapist users, when they join the application, can request validation so that they have access to the role of the physiotherapist. Once they have been granted the physiotherapist permission, they can guide the different patients who need help with the performance of exercises. Furthermore, each of the physiotherapists can keep track of their patients by recommending to each of them which exercises they should perform. They can also keep track of progress through the means of contacts that are allowed within the application.

Currently, in the application market, there are several methods available when launching an application to the market. These applications can be developed for a series of devices or a specific operating system, or we can focus the development on a technology that allows it to be used in most devices without having to carry out custom development for each type of device. For this reason, it has been determined to develop a progressive web app. The main characteristic of this technology is that we offer an application through the web with the same common web technologies such as HTML, CSS, and JavaScript, making the application compatible with any device that can render a web page, be it a computer, tablet, mobile, or even television with a web browser.

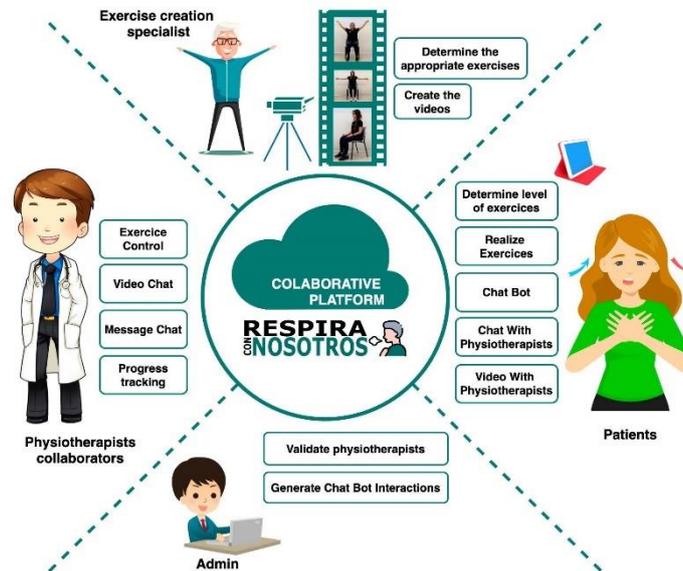


Figure 1. Collaborative platform roles.

Within web development technologies, we have chosen VueJs [30], a web application development framework that is currently in fashion and allows for rapid and modular development, allowing the addition and integration of functionalities already developed by the community. On the server-side, use is made of a nonrelational MongoDB [31] database that allows simply modifying the data schemata with the integration of new functionalities. For the creation of the API that allows storage and obtains all the data of the application securely, NodeJS [32] is used. Apart from this, NodeJS also allows the creation of a WebSocket to carry out instant communications of the chat integrated into the application. Finally, Nginx [33] is used as a web application server and load balancer. Application deployment architecture can be seen in Figure 2.

In the application presented here, patient identification is stored as a unique ID, and managed by a data privacy middleware called UbiPri [34]. This middleware presents an implementation of algorithms that best fit the criteria, parameters, and information for handling data privacy based on patient history in the virtual environment.

Next, we proceed to a more detailed use explanation of the application. First, the application location; It can be done through the domain respiraconnosotros.es (accessed on 20 April 2021) or through a QR Code (Figure 3).

Through this link, the application will redirect users to the main page. A notice will advise if patients want to anchor a shortcut on our device. Initially, four tabs synthesize the information about the application; the first: an application brief description; the second: application objectives; the third indicates the expert contact possibility (specialized physiotherapist in this case) through a chat or video call, and the fourth, informs professionals who want to help patients.

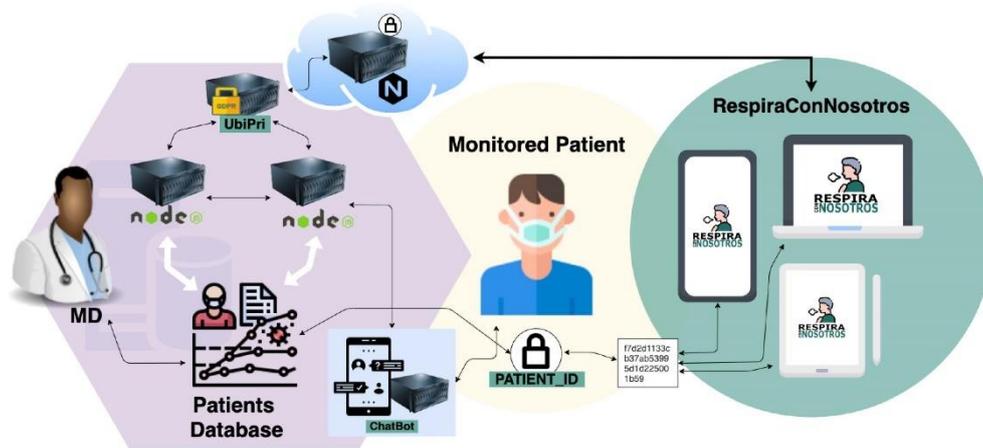


Figure 2. Architecture of rehabilitation application.



Figure 3. QR Code from the application.

The next step will be the registration to access. There are two types of registration, one for patient users and one for professional users. In both, users will be asked for a name, an email, a password, and password confirmation. The registration is also free.

Before describing each of the sections of the application, the functionality of the chatbot within the application will be explained in detail. The first interaction is realized by the user with the app; the user is invited to interact with the chatbot that will help him to determine which is the user's starting level in the exercise performance. To determine the starting point level, the chatbot asks the user several questions to determine how they feel about doing daily tasks and thus determine the appropriate level.

Apart from this, we have added to the chatbot the extra functionality of reminding the user for every 3 days of inactivity within the application to perform the exercises daily to achieve the goals. In this case, the user is allowed to deactivate this option in case they do not want to be disturbed by this.

Each week, the bot will also ask the user a few questions to see if the user has improved from the previous week. These questions are configurable by the system managers.

Finally, the chatbot is also allowed to remind the user that the level of the exercises can be increased if the user can perform the repetitions of the exercises at the current level without fatigue.

The chatbot diagram can be seen in Figure 4.

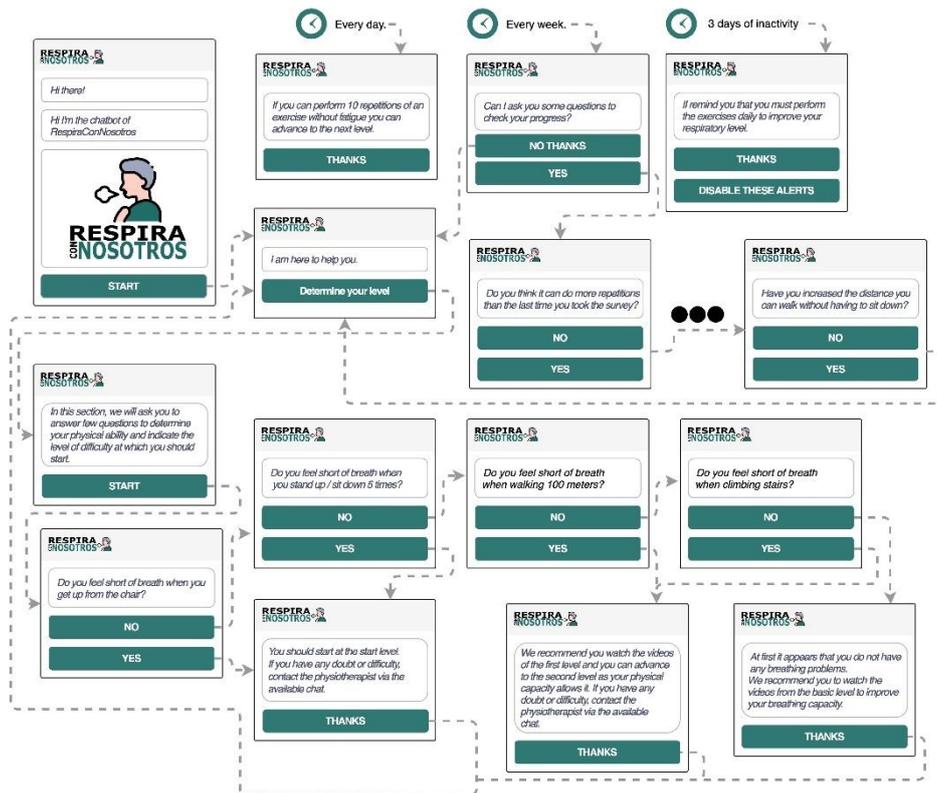


Figure 4. Chatbot interactions.

The main page contains the videos and offers several options to move within the page. They are located at the bottom of the screen and five options appear: "Home", "FAQ" (frequent answer questions), "Chat", "Can I help?", and "Exit" from the left to the right side.

The first tab directs the user to the respiratory exercise section where we can observe three exercise levels in which we find a total of 20 respiratory exercises. In this exercise guide, the levels correspond to three difficulty levels (low, medium, and difficult) to allow personal adaptation to the personal patient functional status. By clicking on the video, it will start playing. All videos have an oral explanation during their implementation to improve their comprehension and reproduction by the patient. There is no limit to the reproduction number and the user can stop and review it as many times as they need to understand the exercise. Details can be seen in Figure 5.

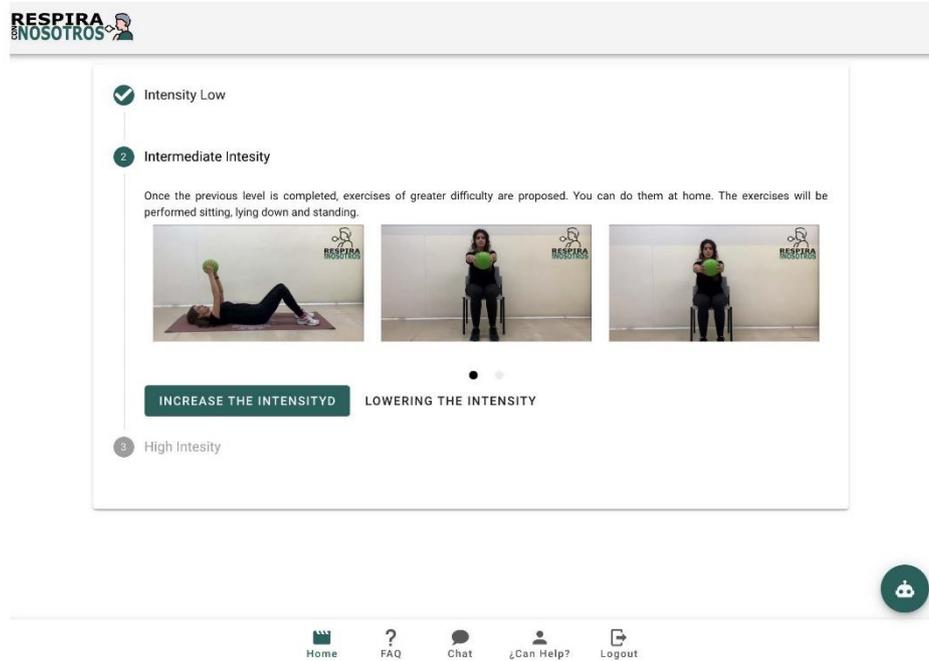


Figure 5. Home tab.

The second tab at the bottom is the FAQ section; this is a space where some frequently asked questions have been included to solve common doubts. These questions are concerning the most suitable frequency to implement exercise, the number of repetitions they must do, or indications to select the appropriate level in which the patient should start their program. All of these questions or doubts have a short explanation to clarify and solve them.

The third is the Chat tab. This space is aimed to ask questions with personalized attention through chat. Users could write their questions and a physiotherapist will solve the questions through this chat. A physiotherapist will solve your questions through this chat. If questions persist and the written communication is not enough, there is the video calling option where users could ask the professional and the physiotherapist can answer, explain, or show through the camera the exercise in which the patients have difficulties. These tabs are presented in Figure 6.

Finally, the fifth section of the bottom line corresponds to “exit” to leave the application. In Figure 7, a flow diagram about the complete procedure is shown.

There is a considerable number of patients that need these services; to expand service coverage to help as many patients as possible, and to offer the chance to collaborate in these treatments, professional registration was created. At first, the same personal data will be required as in the case of user registration: name, email, password, and password confirmation. Once located on the main page, we will click on the fourth tab. Professionals will be redirected to a screen whose title is “Do you think you can help?” with a short description. To complete the registration, professionals must click on the green box: “Start helping”.

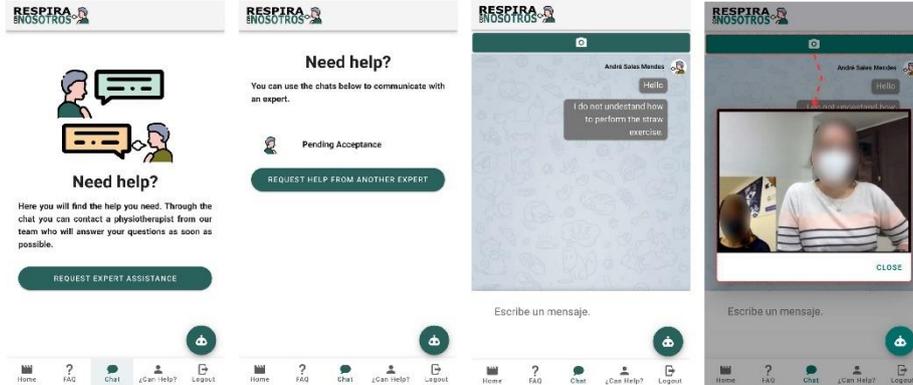


Figure 6. Chat tabs.

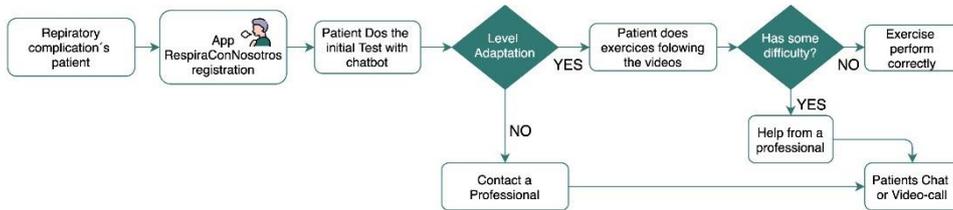


Figure 7. Diagram flow.

At this time, a membership number and a supporting document will be requested to justify their training. Health is an important issue because an official training certificate will be required to be admitted. Our team will validate the request and if it is correct, it will be registered in the system to begin the collaboration (Figure 8).

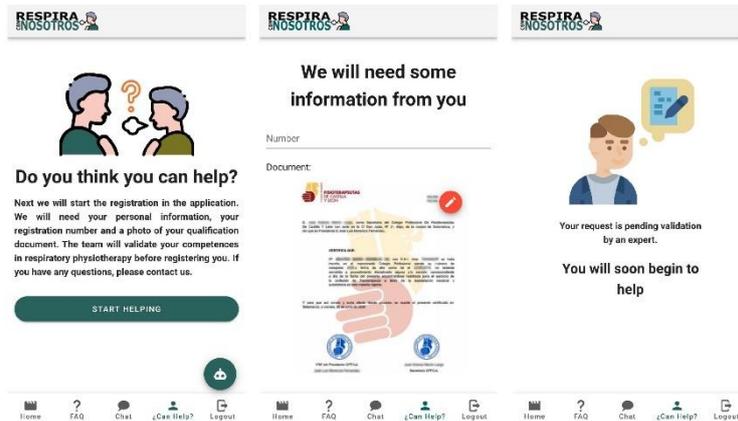


Figure 8. Professional registration.

As a registered professional, you will receive notification when there is a pending request and he must accept it to contact the user. Initially, it will do through the chat available, but he can also make a video call. The application diffusion will be carried out by several sources. The health system will be contacted through medical consultations and with posters; in the same way, it will be offered to COVID-19 patients and respiratory diseases associations (ASACOVID, FENAER, SEPAR). Outreach campaigns are carried out on the media and social networks.

2.3. Patients Recruitment and Exercise Prescription

The recruitment of volunteers was carried out by physiotherapists, who offered the program to patients who had suffered from COVID-19 reported complaints of fatigue and dyspnea. The volunteers were evaluated by the physiotherapists using the Borg Scale tool, widely used to know the level of referred effort [35,36]. To this end, the volunteers were asked to mark the effort perceived when climbing on floor stairs at the beginning of the program and the end of it. The Borg scale is really useful to measure exercise intensity and cardio-respiratory function [36]. Regarding the Borg scale results, volunteers' functional level was assessed and the physiotherapists made proper recommendations.

To evaluate viability, volunteers and physiotherapist were asked to complete a satisfactory questionnaire (it has been included as Appendix A).

3. Results

The tool was created and previously tested in healthy subjects to determine the type of exercise and their adaptations for respiratory patients, to correct potential bias, and to test the viability of the application. After that, a pilot study with post-COVID-19 patients was implemented to test it. All the patients voluntarily agreed to carry out the study and were duly informed about the objectives and development of the study. This process was carried out following the Helsinki Declaration of 1964, Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. A total of 15 subjects participated in the study, eight men (between the ages of 28 and 38) and seven women (between 29 and 37 years old). The study was carried out for a month; at the beginning, the intervention guidelines were explained to the participants, which consisted of performing the exercises three times a week, with a duration of 20 min each time. They were instructed on how to enter the application and navigate its contents. They were explained that they should start with easy-level exercises and progress according to their abilities, without feeling fatigued after performing any of the exercises. Communication with physiotherapists was also explained and was carried out thanks to the collaboration of four expert physiotherapists in the field available to solve any doubts they could have during the exercise implementation.

After carrying out the intervention for a month, in which the participants performed the exercises at their homes and contacted the collaborating physiotherapists as many times as they believed necessary, a new evaluation of the intervention was carried out. To attempt our aim, a survey was conducted to evaluate the satisfaction and the effect of the program on the participants. A satisfaction survey was also carried out for the collaborating physiotherapists to collect professionals feedback. Attending to participants' answers/As for the participants, the majority had a good or very good connection to the platform (80%); only 20% valued the connection as normal. Only one of the participants found connecting problems, but they were solved by the platform's technical team on the same day.

About exercise exertion, 47% of the participants considered the exercises as very easy to perform, 40% considered it easy, and the rest perceived medium ease. Regarding the material needed to carry out the exercises, the participants considered that it was accessible (53%) or very accessible (47%) material.

Most of the participants had no difficulty performing the exercises (67%) and the rest had very little difficulty. However, the vast majority contacted the collaborating physiotherapists (73%), and all of those who did so considered that their doubts had been

solved. Most of the contacts were established during the first weeks and they declined as the intervention time progressed as we can see in Graph in Figure 9.

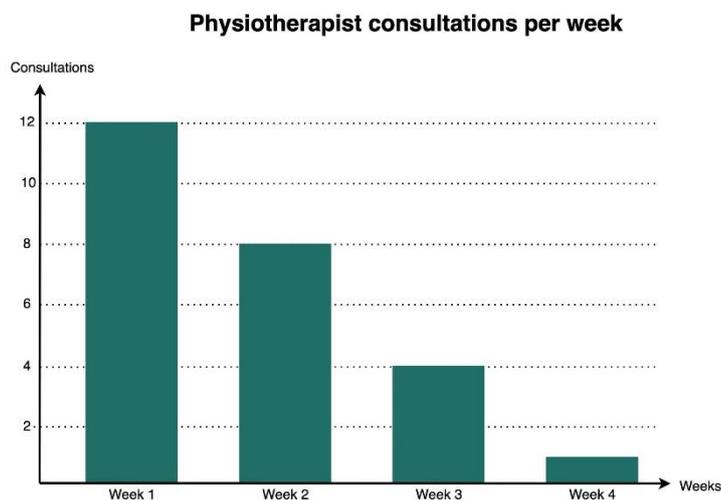


Figure 9. Physiotherapist consultations per week.

Regarding the effect of the program, it was clearly seen how the level of effort perceived subjectively by the participants was increasing, which implies that the respiratory function was better as the weeks progressed Graph in Figure 10. All participants improved by at least two points from baseline. Concerning functional assessment, all participants improved their score on the Borg scale after performing the intervention with the application.

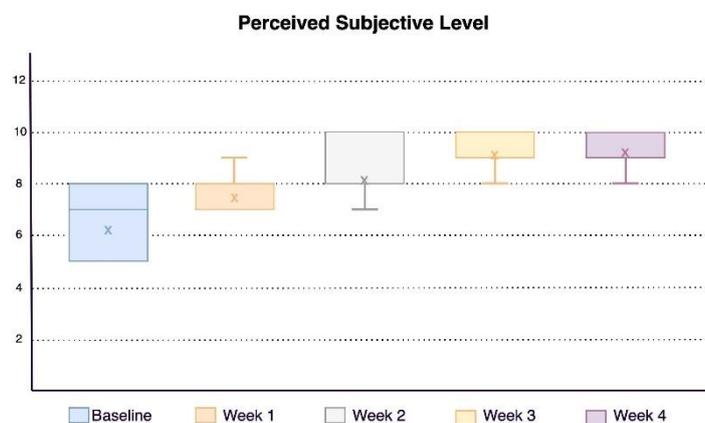


Figure 10. Perceived subjective level.

All 15 participants agreed that they would recommend the application to family and friends in their situation, as they felt it was beneficial to their health. In the collaborating physiotherapists survey, it was determined that 75% of them had a very good connec-

tion and 25% good. 50% indicated the material used as accessible and the rest as very accessible. All pointed out the absence of technical problems during the intervention and the usefulness of the application in clinical practice.

Among the greatest advantages they pointed out are the accessibility to a greater number of patients, the possibility of contacting them during periods of isolation, the possibility of monitoring home-based programs, and the greater adherence that this can lead to. After conducting the pilot phase, it is completed with a fully functional and accessible application, with a high degree of satisfaction from the study subjects. Currently, it is in the clinical trial process with a randomized and controlled trial with 12 weeks duration, a frequency of three weekly sessions, and a follow-up at 3 months. This trial is registered with NCT number: NCT04703478. Patients with COVID-19 complications are invited to participate.

4. Discussion

Digital health care developing solutions have faced the COVID-19 pandemic situation. Application developing has been one of the most popular ways to connect people. Different applications have been implemented since the COVID-19 disrupt.

Some authors highlight the need to create mobile applications to assist in the symptoms self-assessment compatible with COVID-19 as well as for the notification of hospitalizations to control and combat the pandemic [16]. It should be noted that most of the applications created during the pandemic were developed by government entities. Regarding the purposes, general information about COVID-19, collection of symptoms, and follow-up of contacts predominated [37].

It seems clear that the close contacts control contributes to the control of the COVID spread. Applications based on contact tracing seem to have good acceptance in European countries where the willingness to install the application is high [38]. However, protecting citizens' privacy guarantees is necessary, which is why ethical guidelines are necessary to regulate these applications that process sensitive health-related data [39].

The development of applications for pandemic control and case tracking continues to be a basic need [16]. Telemedicine has advanced throughout the pandemic through tele-education, multidisciplinary groups creation and medical equipment, psychological telecare, prescription and distribution of drugs, and telemedical care through telephone consultation [40]. The creation of applications that allow a safe treatments for patients as well as an optimization of resources from health professionals are part of the ethical approach from health in order to reach a greater number of users and the community benefit. Applications monitoring physical rehabilitation [41] are focused on combating the possible consequences or complications of COVID-19 or other issues, as improving the lung capacity of all users who wish to use it from the safe environment of e-health, even at home.

Yerrakalva et al. [42], in their recently published article, investigated the interventions effects with mobile applications on sedentary lifestyle and physical activity in older people. These applications have shown great potential to promote changes in health status and better health in users who used them compared to those who did not [3]. In this sense, mobile applications to promote healthy style changes have been part of our lives for years; however, there is no guide to help the user on which application is more convenient or applications regulation focused on health [5]. Point that in our application is solved since it has been created by health experts who have developed the content specifically for this purpose. Furthermore, user satisfaction and the perception of improvement reinforce and support this argument.

In other applications for patients health monitoring, specifically cancer patients, different scenarios have been used, such as screening patients and preparing the face-to-face visit in which the measures relating to the prevention of transmission are reported as well such as remote monitoring scenarios and even monitoring in the hospital [43,44].

The possibilities of RespiraConNosotros application are not limited to home environment, it can be used in the hospital environment and in the follow-up to hospital discharge.

As different authors point out, pulmonary rehabilitation is the nucleus of medical rehabilitation in COVID patients. Different respiratory exercise work must be done depending on symptoms intensity and period of illness; on these way, patients are rate on outpatient mild disease, acute inpatients, and post-acute patients [45]. All of them could benefit from the use of RespiraConNosotros application following the physiotherapist instructions because of the gradation that the exercises selected have from low to high intensity.

RespiraConNosotros application is a viable and important guide to patients who have suffered COVID disease to recover their respiratory function complications. Patients with respiratory sequelae, especially these COVID patients who need professional supervision of their treatments, to indicate and graduate the exercises that patients must do to achieve the greatest functional recovery could improve their health with this application. There is no access limitation by sex, age, culture, or cultural level. All people with access to a mobile phone and an Internet connection will be able to benefit from this technology; it can also be integrated with other devices and Internet [46].

The application potential is enormous since it is available for all platforms (PC, Android, iOS), it has a simple use, and it does not require installation. It is accessible to the population and is a good complement to face-to-face therapies to the extent that they can be performed again. However, it is not intended to replace any therapy. One of the points pending attention in this work is about performance and scalability in cloud computing since the application uses video calls for patient care. For this, we should follow a bandwidth reduction model as presented in [47], which shows in experiments that it can reduce execution time by up to 77% and improve CPU efficiency by up to 49%.

Furthermore, the exercises can always be supervised and the patients/user can contact a physiotherapist who will guide them during the exercise, their evolution, or for the resolution of any doubts that may arise. Among the possible limitations that we can mention are the limited number of exercises, only Spanish language and the access impediment to visual impairment people.

5. Conclusions

In this article, the development, implementation, and viability of a home-based telerehabilitation system for respiratory patients is presented. The development is based on a Progressive Web App, with the same common web technologies (HTML, CSS, and JavaScript) making the application compatible with any device that can render a web page. The respiratory rehabilitation exercise has been designed by experts based on clinical guides and evidence. Important health and safety recommendations are included, guiding the users through their progress.

It is important to clarify that users are always supervised and guided by physiotherapists. The audiovisual content has been created by health care experts, becoming a great complement to previously prescribed therapies. Additionally, chat and private video call are available.

As health care providers have been one of the most affected groups by the COVID-19 and the rehabilitation programs have been stopped, the RespiraConNosotros application is the newest tool for physicians giving the safest solution to continue treatments. However, its applicability is not only reduced during quarantine periods; it is also a good asset to improve adherence and motivation in traditional rehabilitation programs (as a complement or patients follow-up).

Comparing this application with similar ones, the contribution becomes clear. Most applications developed to face the COVID-19 situation are based on contact tracing and health information. Our project gives a viable solution to a great current problem, the incoming number of people who need to improve their respiratory performance due to the COVID-19 situation.

As a final conclusion, It can be highlighted that RespiraConNosotros application is a simple, viable, and safe alternative for the improvement and maintenance of respiratory capacity and patient's functionality affected by SARS-CoV-2.

In future lines, full implementation of the app is planned with more language integration to favor access worldwide. Furthermore, a greater respiratory exercise variety ranked by category is considered introduced, as well as other therapies addition (such as stretching exercises or strength exercises among others). Considering functional diversity adaptation, subtitles and voice commands are required to ensure accessibility. This line of investigation will be developed under the registry NCT04703478 and following the ethical considerations established.

The performance and scalability of the application are points to be improved with new variables, in addition to those already used in the related work and the UbiPri middleware platform used.

Author Contributions: Conceptualization, B.M.B.-G., F.P.-R., R.L.-R. and I.L.-R.; methodology, B.M.B.-G., F.P.-R., R.L.-R., A.S.-M., L.A.S. and I.L.-R.; software, A.S.-M. and L.A.S.; validation, formal analysis, investigation, resources, and writing—original draft preparation, B.M.B.-G., F.P.-R., R.L.-R., A.S.-M., L.A.S. and I.L.-R.; writing—review and editing, B.M.B.-G., F.P.-R., R.L.-R., A.S.-M., L.A.S., V.R.Q.L. and I.L.-R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding. André Filipe Sales Mendes's have scholarship from the European Social Fund and Junta de Castilla y León (Operational Programme 2014–2020 for Castilla y León, EDU/556/2019 BOCYL).

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee of the University of Salamanca (registry number 591).

Informed Consent Statement: This project has followed the Helsinki ethical considerations during its creation, all users will be informed and signed an informed consent to participate. Besides, its future implementation has the ethical approval of the Ethical Committee of the University of Salamanca (registry number 591).

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to this research is ongoing.

Conflicts of Interest: B.M.B.-G., F.P.-R., R.L.-R., A.S.-L., L.A.S., and I.L.-R. have an intellectual property of this application (registry number 00/2021/220). V.R.Q.L. declare no conflict of interest.

Acknowledgments: We would like to thank to Seed Funding ILIND—Instituto Lusófono de Investigação e Desenvolvimento, COPELABS. Al Proyecto: Uso de algoritmos y protocolos de comunicación en dispositivos con énfasis en la privacidad de los datos. The authors are grateful to University of Salamanca and the users who collaborate with us to implement and correct bias to obtain the final version of *RespiraConNosotros* application.

Abbreviations

The following abbreviations are used in this manuscript:

ASACOVID	Asociación Afectados por Coronavirus
API	Application Programming Interface
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
CSS	Cascading Style Sheets
FAQ	Frequent Answer Questions
FENAER	Federación Española de Asociaciones de Pacientes Alérgicos y con Enfermedades Respiratorias
GDPR	General Data Protection Regulation
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
HTML	Hyper Text Markup Language

HIV Human Immunodeficiency Virus
 iOS iPhone Operative System
 NCT Number of Clinical Trial
 PC Personal Computer
 SARS-CoV-2 Severe Acute Respiratory Syndrome—Coronavirus
 SEPAR Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica

Appendix A



Patient data collection

User Data		
Identification number		
Date of birth		
Sex		
Health Assessment		
	Pre-intervention	Post-intervention
Health subjective perception (0-10)		
Borg scale punctuation		
App Satisfaction		
Connection	Very good	
	Good	
	Normal	
	Bad	
	Very bad	
Technical problems	Yes	
	No	
Exercise facility	Very easy	
	Easy	
	Normal	
	Difficult	
	Very difficult	
Materials accessibility	Very accessible	
	Accessible	
	Not very accessible	
	Not accessible	
Exercise performing difficulties	None	
	Some	
	Enough	
	Many	
Did you contact physiotherapists?	Yes	
	No	
How many times did you contact during these weeks?	First week	
	Second week	
	Third week	
	Fourth week	
Physiotherapists solved your doubts	Yes	
	No	

Figure A1. Patient data collection survey.



Physiotherapist data collection

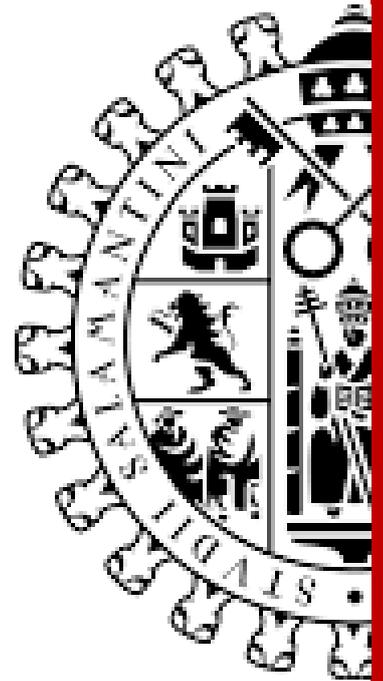
User Data	
Identification number	
App Satisfaction	
Connection	<i>Very good</i>
	<i>Good</i>
	<i>Normal</i>
	<i>Bad</i>
Technical problems	<i>Yes</i>
	<i>No</i>
	<i>Very easy</i>
	<i>Easy</i>
Exercise facility	<i>Normal</i>
	<i>Difficult</i>
	<i>Very difficult</i>
	<i>Very accessible</i>
Materials accessibility	<i>Accessible</i>
	<i>Not very accessible</i>
	<i>Not accessible</i>
	<i>None</i>
Exercise performing difficulties	<i>Some</i>
	<i>Enough</i>
	<i>Many</i>
	<i>Yes</i>
Consider it a useful application	<i>No</i>
Point out the advantages it presents	
Point out the disadvantages that it presents	

Figure A2. Physiotherapist data collection survey.

References

1. Van Egmond, M.; Van Der Schaaf, M.; Vredevelde, T.; Vollenbroek-Hutten, M.; van Berge Henegouwen, M.; Klinkenbijn, J.; Engelbert, R. Effectiveness of physiotherapy with telerehabilitation in surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy* **2018**, *104*, 277–298, doi:10.1016/j.physio.2018.04.004.
2. Grona, S.L.; Bath, B.; Busch, A.; Rotter, T.; Trask, C.; Harrison, E. Use of videoconferencing for physical therapy in people with musculoskeletal conditions: a systematic review. *J. Telemed. Telecare* **2018**, *24*, 341–355, doi:10.1177/1357633X17700781.
3. Lee, M.; Lee, H.; Kim, Y.; Kim, J.; Cho, M.; Jang, J.; Jang, H. Mobile app-based health promotion programs: A systematic review of the literature. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 2838, doi:10.3390/ijerph15122838.
4. Mateo, G.F.; Granado-Font, E.; Ferré-Grau, C.; Montaña-Carreras, X. Mobile phone apps to promote weight loss and increase physical activity: A systematic review and meta-analysis. *J. Med. Internet Res.* **2015**, *17*, e253, doi:10.2196/jmir.4836.
5. McKay, F.H.; Cheng, C.; Wright, A.; Shill, J.; Stephens, H.; Uccellini, M. Evaluating mobile phone applications for health behaviour change: a systematic review. *J. Telemed. Telecare* **2018**, *24*, 22–30, doi:10.1177/1357633X16673538.
6. Morilla, M.D.R.; Sans, M.; Casasa, A.; Giménez, N. Implementing technology in healthcare: insights from physicians. *BMC Med. Inf. Decis. Making* **2017**, *17*, 1–9, doi:10.1186/s12911-017-0489-2.
7. Prados-Torres, J.; Vidal-España, F.; Barnestein-Fonseca, P.; Gallo-García, C.; Irastorza-Aldasoro, A.; Leiva-Fernández, F. Evaluación de tecnologías sanitarias nuevas y emergentes. Propuesta de clasificación. *Revista de Calidad Asistencial* **2011**, *26*, 123–131, doi:10.1016/j.cali.2010.11.010.
8. Verri Lucca, A.; Augusto Silva, L.; Luchtenberg, R.; Garcez, L.; Mao, X.; García Ovejero, R.; Miguel Pires, I.; Luis Victória Barbosa, J.; Reis Quietinho Leithardt, V. A Case Study on the Development of a Data Privacy Management Solution Based on Patient Information. *Sensors* **2020**, *20*, doi:10.3390/s20216030.
9. Salazar, L.H.; Fernandes, A.M.R.; Dazzi, R.; Raduenz, J.; Garcia, N.M.; Leithardt, V.R.Q. Prediction of Attendance at Medical Appointments Based on Machine Learning. In Proceedings of the 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Seville, Spain, 24–27 June 2020; pp. 1–6, doi:10.23919/CISTI49556.2020.9140973.
10. Whitehead, L.; Seaton, P. The effectiveness of self-management mobile phone and tablet apps in long-term condition management: A systematic review. *J. Med. Internet Res.* **2016**, *18*, e97, doi:10.2196/jmir.4883.
11. McCabe, C.; McCann, M.; Brady, A.M. Computer and mobile technology interventions for self-management in chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2017**, doi:10.1002/14651858.CD011425.pub2.
12. Rudolf, I.; Pieper, K.; Nolte, H.; Junge, S.; Dopfer, C.; Sauer-Heilborn, A.; Ringshausen, F.C.; Tümmler, B.; von Jan, U.; Albrecht, U.V.; et al. Assessment of a Mobile App by Adolescents and Young Adults With Cystic Fibrosis: Pilot Evaluation. *JMIR mHealth uHealth* **2019**, *7*, e12442, doi:10.2196/12442.
13. Wu, Y.; Yao, X.; Vespasiani, G.; Nicolucci, A.; Dong, Y.; Kwong, J.; Li, L.; Sun, X.; Tian, H.; Li, S. Mobile app-based interventions to support diabetes self-management: a systematic review of randomized controlled trials to identify functions associated with glycaemic efficacy. *JMIR mHealth uHealth* **2017**, *5*, e35, doi:10.3390/ijerph15122838.
14. De Sanidad, M. Centro de Comunicación de Alertas y Emergencias Sanitarias. Situación Actual. 2020. Available online: <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/situacionActual.htm3> (accessed on 10 May 2021).
15. Falcón, L.S.L. Secuelas a largo plazo de COVID-19 2020. Available online: https://www.msbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/Suplementos/Perspectivas/perspectivas12_llamosas.pdf (accessed on 10 May 2021).
16. McCullough, P.A.; Eidt, J.; Rangaswami, J.; Lerma, E.; Tumlin, J.; Wheelan, K.; Katz, N.; Lepor, N.E.; Vijay, K.; Soman, S.; et al. Urgent need for individual mobile phone and institutional reporting of at home, hospitalized, and intensive care unit cases of SARS-CoV-2 (COVID-19) infection. *Rev. Cardiovasc. Med.* **2020**, *21*, 1–7, doi:10.31083/j.rcm.2020.01.42.
17. Molina-Molina, M. Secuelas y consecuencias de la COVID-19. *Med. Respir.* **2020**, *13*, 71–77; Available online: <http://www.neumologiaysalud.es/descargas/R13/R132-8.pdf> (accessed on 10 May 2021).
18. Boulos, M.N.K.; Geraghty, E.M. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: How 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics, 2020. *Int. J. Health Geogr.* **2020**, doi:10.1186/s12942-020-00202-8.
19. Spruit, M.A.; Holland, A.E.; Singh, S.J.; Tonia, T.; Wilson, K.C.; Troosters, T. COVID-19: Interim guidance on rehabilitation in the hospital and post-hospital phase from a European Respiratory Society-and American Thoracic Society-coordinated international task force. *Eur. Respir. J.* **2020**, *56*, doi:10.1183/13993003.02197-2020.
20. Ibraimi, L.; Asim, M.; Petković, M. Secure Management of Personal Health Records by Applying Attribute-Based Encryption. In Proceedings of the 6th International Workshop on Wearable, Micro, and Nano Technologies for Personalized Health, Oslo, Norway, 24–26 June 2009; pp. 71–74, doi:10.1109/PHEALTH.2009.5754828.
21. Centers for Medicare & Medicaid Services. The Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA). 1996. Available online: <http://www.cms.hhs.gov/hipaa/> (accessed on 10 May 2021).
22. Priego Jiménez, S.; Torrijos Laín, T.; Carrascosa Martínez, A. Guía de Rehabilitación respiratoria en pacientes con EPOC. ISBN: 978-84-09-05061-1. Available online: <https://escueladesalud.castillalamancha.es/cuidados/guia-de-rehabilitacion-respiratoria-para-personas-con-epoc> (accessed on 10 May 2021).

23. Vilaró, J.; Gimeno-Santos, E. Eficacia de la fisioterapia respiratoria en el asma: Técnicas respiratorias. *Revista de Asma SEPAR* **2016**, *1*, 41–45.
24. Estrella Muñoz, C.N.; Godoy Segura, E.T. Fisioterapia respiratoria en pacientes post operatorio cirugía cardíaca: Guía de cuidados respiratorios dirigidos a pacientes post operatorio de cirugía cardíaca. Ph.D. Thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas, Guayaquil, 2018.
25. Pazmiño Aroca, E.; Vargas Obando, M. Aplicación de técnicas no instrumentales en rehabilitación respiratoria para pacientes traqueostomizados adultos post destete, guía de técnicas no instrumentales. Ph.D. Thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas, 2018.
26. Leelarungrayub, D.; Pothongsunon, P.; Yankai, A.; Pratanaphon, S. Acute clinical benefits of chest wall-stretching exercise on expired tidal volume, dyspnea and chest expansion in a patient with chronic obstructive pulmonary disease: A single case study. *J. Bodywork Mov. Ther.* **2009**, *13*, 338–343, doi:10.1016/j.jbmt.2008.11.004.
27. De Pediatría, S.A.; Subcomisiones, C. Guía de diagnóstico y tratamiento de pacientes con Fibrosis Quística. Actualización. Resumen ejecutivo. *Arch Argent Pediatr.* **2014**, *112*, 291–292, doi:10.5546/aap.2021.S17.
28. Dos Santos, D.; Dazzi, R.; Valderi, J.S.; Leithardt, L.S. PRISER—Utilização de BLE para localização e notificação com base na privacidade de dados. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação* **2018**, *2*, doi:10.5281/zenodo.1336806.
29. Rolim, C.O.; Schubert, F.; Rossetto, A.G.; Leithardt, V.R.; Geyer, C.F.; Westphall, C. Comparison of a multi output adaptative neuro-fuzzy inference system (manfis) and multi layer perceptron (mlp) in cloud computing provisioning. In Proceedings of the 29th Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC), Ouro Preto (MG), Brazil, 30 April 2012.
30. You, E. Vue.js: The Progressive Javascript Framework. 2020. Available online: <https://vuejs.org> (accessed on 10 May 2021).
31. MongoDB. Mongoddb. 2020. Available online: <https://www.mongodb.com/> (accessed on 10 May 2021).
32. Tilkov, S.; Vinoski, S. Node.js: Using JavaScript to build high-performance network programs. *IEEE Internet Comput.* **2010**, *14*, 80–83, doi:10.1109/MIC.2010.145.
33. Reese, W. Nginx: The High-Performance Web Server and Reverse Proxy. *Linux J.* **2008**, *2008*, doi:10.5555/1412202.1412204.
34. Leithardt, V.R.Q. UbiPri—Middleware para Controle e Gerenciamento de Privacidade em Ambientes Ubíquos. Ph.D. Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil, 2015.
35. Kendrick, K.R.; Baxi, S.C.; Smith, R.M. Usefulness of the modified 0–10 Borg scale in assessing the degree of dyspnea in patients with COPD and asthma. *J. Emerg. Nurs.* **2000**, *26*, 216–222, doi:10.1016/S0099-1767(00)90093-X.
36. Compagnat, M.; Salle, J.Y.; Lacroix, J.; Vuillerme, N.; Daviet, J.C. Rating of perceived exertion with Borg scale in stroke over two common activities of the daily living. *Top. Stroke Rehabil.* **2018**, *25*, 145–149, doi:10.1080/10749357.2017.1399229.
37. Collado-Borrell, R.; Escudero-Vilaplana, V.; Villanueva-Bueno, C.; Herranz-Alonso, A.; Sanjurjo-Saez, M. Features and functionalities of smartphone apps related to COVID-19: systematic search in app stores and content analysis. *J. Med. Internet Res.* **2020**, *22*, e20334, doi:10.2196/20334.
38. Altmann, S.; Milsom, L.; Zillesen, H.; Blasone, R.; Gerdon, F.; Bach, R.; Kreuter, F.; Nosenzo, D.; Toussaert, S.; Abeler, J. Acceptability of app-based contact tracing for COVID-19: Cross-country survey study. *JMIR mHealth uHealth* **2020**, *8*, e19857, doi:10.2196/19857.
39. Morley, J.; Cowsls, J.; Taddeo, M.; Floridi, L. Ethical guidelines for COVID-19 tracing apps. *Nature* **2020**, *582*, 29–31, doi:10.1038/d41586-020-01578-0.
40. Hong, Z.; Li, N.; Li, D.; Li, J.; Li, B.; Xiong, W.; Lu, L.; Li, W.; Zhou, D. Telemedicine During the COVID-19 Pandemic: Experiences From Western China. *J. Med. Internet Res.* **2020**, doi:10.2196/preprints.19577.
41. Blas, H.S.S.; Mendes, A.S.; Encinas, F.G.; Silva, L.A.; González, G.V. A Multi-Agent System for Data Fusion Techniques Applied to the Internet of Things Enabling Physical Rehabilitation Monitoring. *Appl. Sci.* **2021**, *11*, doi:10.3390/app11010331.
42. Yerrakalva, D.; Yerrakalva, D.; Hajna, S.; Griffin, S. Effects of mobile health app interventions on sedentary time, physical activity, and fitness in older adults: systematic review and meta-analysis. *J. Med. Internet Res.* **2019**, *21*, e14343, doi:10.2196/14343.
43. Schinköthe, T.; Gabri, M.R.; Mitterer, M.; Gouveia, P.; Heinemann, V.; Harbeck, N.; Subklewe, M. A web-and app-based connected care solution for COVID-19 in-and outpatient care: Qualitative study and application development. *JMIR Public Health Surveill.* **2020**, *6*, e19033, doi:10.2196/19033.
44. Sales Mendes, A.; Jiménez-Bravo, D.M.; Navarro-Cáceres, M.; Reis Quietinho Leithardt, V.; Villarrubia González, G. Multi-Agent Approach Using LoRaWAN Devices: An Airport Case Study. *Electronics* **2020**, *9*, doi:10.3390/electronics9091430.
45. Wang, T.J.; Chau, B.; Lui, M.; Lam, G.T.; Lin, N.; Humbert, S. Physical medicine and rehabilitation and pulmonary rehabilitation for COVID-19. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* **2020**, *99*, 769–774, doi:10.1097/PHM.0000000000001505.
46. Leithardt, V.; Santos, D.; Silva, L.; Viel, F.; Zeferino, C.; Silva, J. A Solution for Dynamic Management of User Profiles in IoT Environments. *IEEE Lat. Am. Trans.* **2020**, *18*, 1193–1199, doi:10.1109/TLA.2020.9099759.
47. De Souza, P.R.R.; Matteussi, K.J.; Veith, A.D.S.; Zanchetta, B.F.; Leithardt, V.R.Q.; Murciego, A.L.; De Freitas, E.P.; Anjos, J.C.S.D.; Geyer, C.F.R. Boosting Big Data Streaming Applications in Clouds With BurstFlow. *IEEE Access* **2020**, *8*, 219124–219136, doi:10.1109/ACCESS.2020.3042739.



VI. ÍNDICES DE CALIDAD DE LAS PUBLICACIONES APORTADAS

6.-INDICES DE CALIDAD DE LAS PUBLICACIONES APORTADAS



CERTIFICADO DE CARÁCTER CIENTÍFICO Y AUTORÍA DE CAPÍTULO DE LIBRO

Dra. MARÍA DEL MAR MOLERO JURADO, Profesora de la Universidad de Almería, responsable del Grupo de Investigación SEJ-473 "Intervención Psicológica y Médica a lo largo del Ciclo Vital" de la Universidad de Almería y perteneciente al Plan Andaluz de Investigación de la Consejería de Conocimiento, Investigación y Universidad de la Junta de Andalucía, Editora del Libro "Intervención e Intervención en Salud: Revisando la evidencia científica"

CERTIFICA, que:

**BEATRIZ MARIA BERMEJO GIL (70939092P)
FATIMA PEREZ ROBLEDO (70896626T)**

son autores/as del capítulo número 24 (pp. 299-310), denominado **FISIOTERAPIA EN COVID-19: REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL ESTADO ACTUAL** reflejado en el libro titulado INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN SALUD: REVISANDO LA EVIDENCIA CIENTÍFICA, editado por DYKINSON con número de ISBN: 978-84-1377-136-6 y fecha de edición 28/10/2020.

El carácter Científico de este Capítulo de Libro redactado por los autores mencionados anteriormente, viene avalado por los siguientes indicadores académicos, y técnicos:

1. El presente libro: INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN SALUD: REVISANDO LA EVIDENCIA CIENTÍFICA ha sido Compilado por profesores de la Universidad de Almería.
2. Los Capítulos que aparecen en el Libro, han seguido un riguroso proceso de REVISIÓN (A TRAVÉS DEL PROGRAMA INFORMÁTICO ANTI-PLAGIO "ITHENTICATE"), constatando que NO han sido Copiados, NI plagiados, y cumplen con los requisitos de un trabajo científico.
3. El Libro está indexado en distintas Bases de Datos científicas, como Dialnet (<http://dialnet.unirioja.es>).
4. El Libro ha sido Editado por DYKINSON, con número de ISBN: 978-84-1377-136-6 y fecha de edición 28/10/2020.
5. El Libro ha sido revisado por un comité editorial, formado por especialistas Doctores en distintas áreas (Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Psicología, etc.) que han constatado el valor científico y profesional de cada publicación realizada.
6. El Libro ha sido editado por la Editorial DYKINSON, que figura en el Cuartil 1º del Ranking "Scholarly Publishers Indicators, SPI", único Ranking que evalúa el prestigio de las Editoriales Nacionales y Extranjeras (http://ilia.cchs.csic.es/SPI/prestigio_expertos_2018.php), elaborado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
7. La difusión de la publicación ha sido de carácter nacional e Internacional, y podrá encontrar el libro en: <https://www.dykinson.com/>

Y para que conste, firma el presente en Almería a 29 de octubre de 2020



Fdo: Dra. María del Mar Molero Jurado
Grupo de Investigación SEJ-473
Universidad de Almería

FIRMADO por: MARÍA DEL MAR MOLERO JURADO (NIF: 75252267Q)
Versión imprimible con información de firma generado desde VALiDe (<http://valide.receara.es>)
Firma válida.



CERTIFICADO DE CARÁCTER CIENTÍFICO Y AUTORÍA DE CAPÍTULO DE LIBRO

Dra. MARÍA DEL MAR MOLERO JURADO, Profesora de la Universidad de Almería, responsable del Grupo de Investigación SEJ-473 "Intervención Psicológica y Médica a lo largo del Ciclo Vital" de la Universidad de Almería y perteneciente al Plan Andaluz de Investigación de la Consejería de Conocimiento, Investigación y Universidad de la Junta de Andalucía, Editora del Libro "Investigación e Intervención en Salud: Revisando la evidencia científica"

CERTIFICA, que:

FATIMA PEREZ ROBLEDO (70896626T)
BEATRIZ MARIA BERMEJO GIL (70939092P)

son autores/as del capítulo número **25** (pp. 311-324), denominado **EFFECTO DE LOS EJERCICIOS RESPIRATORIOS SOBRE LAS SECUELAS DE LA COVID-19: OVERVIEW** reflejado en el libro titulado **INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN SALUD: REVISANDO LA EVIDENCIA CIENTÍFICA**, editado por DYKINSON con número de ISBN: 978-84-1377-136-6 y fecha de edición 28/10/2020.

El carácter Científico de este Capítulo de Libro redactado por los autores mencionados anteriormente, viene avalado por los siguientes indicadores académicos, y técnicos:

1. El presente libro: **INVESTIGACIÓN E INTERVENCIÓN EN SALUD: REVISANDO LA EVIDENCIA CIENTÍFICA** ha sido Compilado por profesores de la Universidad de Almería.
2. Los Capítulos que aparecen en el Libro, han seguido un riguroso proceso de REVISIÓN (A TRAVÉS DEL PROGRAMA INFORMÁTICO ANTI-PLAGIO "IAuthenticate"), constatando que NO han sido Copiados, NI plagiados, y cumplen con los requisitos de un trabajo científico.
3. El Libro está indexado en distintas Bases de Datos científicas, como Dialnet (<http://dialnet.unirioja.es>).
4. El Libro ha sido Editado por DYKINSON, con número de ISBN: 978-84-1377-136-6 y fecha de edición 28/10/2020.
5. El Libro ha sido revisado por un comité editorial, formado por especialistas Doctores en distintas áreas (Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Psicología, etc.) que han constatado el valor científico y profesional de cada publicación realizada.
6. El Libro ha sido editado por la Editorial DYKINSON, que figura en el Cuartil 1º del Ranking "Scholarly Publishers Indicators, SPI", único Ranking que evalúa el prestigio de las Editoriales Nacionales y Extranjeras (http://ilia.cchs.csic.es/SPI/prestigio_expertos_2018.php), elaborado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
7. La difusión de la publicación ha sido de carácter nacional e Internacional, y podrá encontrar el libro en: <https://www.dykinson.com/>

Y para que conste, firma el presente en Almería a 29 de octubre de 2020



Fdo: Dra. María del Mar Molero Jurado
Grupo de Investigación SEJ-473
Universidad de Almería



sensors

an Open Access Journal by MDPI



CERTIFICATE OF PUBLICATION

Certificate of publication for the article titled:

RespiraConNosotros: A Viable Home-Based Telerehabilitation System for Respiratory Patients

Authored by:

Beatriz María Bermejo-Gil; Fátima Pérez-Robledo; Rocío Llamas-Ramos; Luís Augusto Silva; André Sales-Mendes; Valderi Reis Quietinho Leithardt; Inés Llamas-Ramos

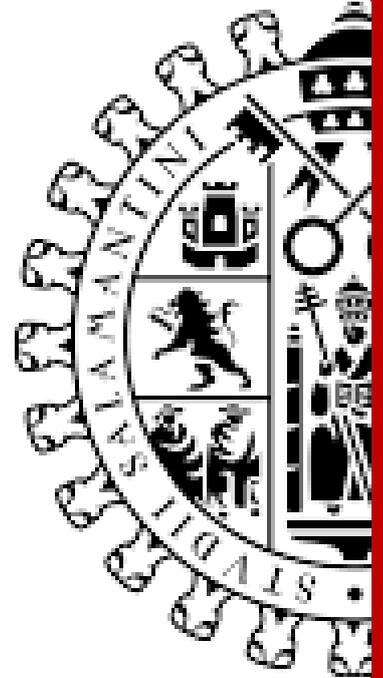
Published in:

Sensors 2021, Volume 21, Issue 10, 3318



Academic Open Access Publishing
since 1996

Basel, May 2021



VII. BIBLIOGRAFÍA

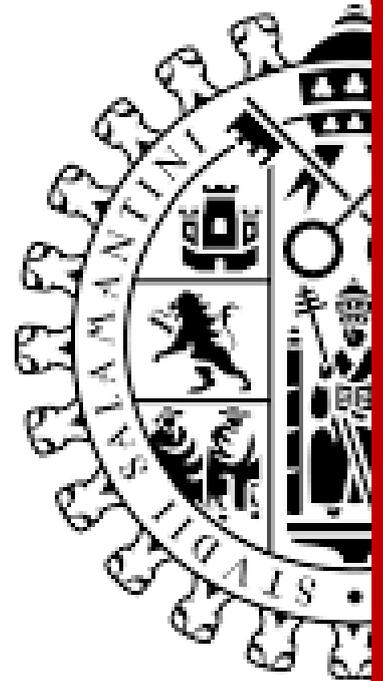
VII.-BIBLIOGRAFIA

1. Prats G. Microbiología y Parasitología Médicas. [Internet]. Editorial Médica Panamericana; 2013. Disponible en: <https://www-medicapanamericana-com.ezproxy.usal.es/VisorEbookV2/Ebook/9788498356885#{%22Pagina%22:%22IV%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22}>
2. Precauciones y aislamientos en patología infecciosa [Internet]. Portal de Salud de la Junta de Castilla y León. [citado 17 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.saludcastillayleon.es/HSReyesAranda/es/informacion-general/calidad/precauciones-aislamientos-patologia-infecciosa>
3. Cui J, Li F, Shi Z-L. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. Nature Reviews Microbiology. marzo de 2019;17(3):181-92.
4. Woo PCY, Lau SKP, Lam CSF, Lau CCY, Tsang AKL, Lau JHN, et al. Discovery of seven novel Mammalian and avian coronaviruses in the genus deltacoronavirus supports bat coronaviruses as the gene source of alphacoronavirus and betacoronavirus and avian coronaviruses as the gene source of gammacoronavirus and deltacoronavirus. J Virol. abril de 2012;86(7):3995-4008.
5. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi Z-L. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. Nat Rev Microbiol. marzo de 2021;19(3):141-54.
6. Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19 [Internet]. [citado 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline>
7. Liu X, Liu C, Liu G, Luo W, Xia N. COVID-19: Progress in diagnostics, therapy and vaccination. Theranostics. 19 de junio de 2020;10(17):7821-35.
8. La Moncloa. Estado de Alarma [Internet]. [citado 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.lamoncloa.gob.es/covid-19/Paginas/estado-de-alarma.aspx>
9. Situación epidemiológica del coronavirus en Castilla y León — Análisis de datos abiertos JCyL [Internet]. [citado 17 de mayo de 2021]. Disponible en: <https:// analisis.datosabiertos.jcyl.es/pages/coronavirus/?seccion=indicadores-riesgo>
10. Moreno-Montoya J, Moreno-Montoya J. El desafío de comunicar y controlar la epidemia por coronavirus. Biomédica. marzo de 2020;40(1):11-3.
11. Información básica sobre la COVID-19 [Internet]. [citado 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>

12. Jain V, Yuan J-M. Predictive symptoms and comorbidities for severe COVID-19 and intensive care unit admission: a systematic review and meta-analysis. *Int J Public Health*. junio de 2020;65(5):533-46.
13. Ruiz M. Secuelas de la COVID-19: un análisis por especialidades [Internet]. *Gaceta Médica*. 2020 [citado 15 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://gacetamedica.com/investigacion/secuelas-de-la-covid-19-un-analisis-por-especialidades/>
14. Cares-Marambio K, Montenegro-Jiménez Y, Torres-Castro R, Vera-Uribe R, Torralba Y, Alsina-Restoy X, et al. Prevalence of potential respiratory symptoms in survivors of hospital admission after coronavirus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis. *Chron Respir Dis*. diciembre de 2021;18:14799731211002240.
15. Secuelas a largo plazo de Covid-19 | *Revista Española de Salud Pública*. [citado 15 de mayo de 2021]; Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/RESP/article/view/88130>
16. Wang J, Wang BJ, Yang JC, Wang MY, Chen C, Luo GX, et al. [Research advances in the mechanism of pulmonary fibrosis induced by coronavirus disease 2019 and the corresponding therapeutic measures]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 20 de agosto de 2020;36(8):691-7.
17. Cabrera Martimbianco AL, Pacheco RL, Bagattini ÂM, Riera R. Frequency, signs and symptoms, and criteria adopted for long COVID: a systematic review. *Int J Clin Pract*. 11 de mayo de 2021;e14357.
18. Tratamientos disponibles sujetos a condiciones especiales de acceso para el manejo de la infección respiratoria por SARS-CoV-2 [Internet]. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. [citado 15 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.aemps.gob.es/la-aemps/ultima-informacion-de-la-aemps-acerca-del-covid%e2%80%9119/tratamientos-disponibles-para-el-manejo-de-la-infeccion-respiratoria-por-sars-cov-2/>
19. Díaz E, Amézaga Menéndez R, Vidal Cortés P, Escapa MG, Suberviola B, Serrano Lázaro A, et al. Tratamiento farmacológico de la COVID-19: revisión narrativa de los Grupos de Trabajo de Enfermedades Infecciosas y Sepsis (GTEIS) y del Grupo de Trabajo de Transfusiones Hemoderivados (GTTH). *Medicina Intensiva*. 1 de marzo de 2021;45(2):104-21.
20. Meo SA, Klonoff DC, Akram J. Efficacy of chloroquine and hydroxychloroquine in the treatment of COVID-19. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. abril de 2020;24(8):4539-47.
21. Wang TJ, Chau B, Lui M, Lam G-T, Lin N, Humbert S. PM&R and Pulmonary Rehabilitation for COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 11 de junio de 2020

[citado 13 de mayo de 2021]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7315835/>

22. Carda S, Invernizzi M, Bavikatte G, Bensmail D, Bianchi F, Deltombe T, et al. COVID-19 pandemic. What should Physical and Rehabilitation Medicine specialists do? A clinician's perspective. *Eur J Phys Rehabil Med.* agosto de 2020;56(4):515-24.
23. Zarantonello F, Andreatta G, Sella N, Navalesi P. Prone Position and Lung Ventilation and Perfusion Matching in Acute Respiratory Failure due to COVID-19. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 de julio de 2020;202(2):278-9.
24. Elharrar X, Trigui Y, Dols A-M, Touchon F, Martinez S, Prud'homme E, et al. Use of Prone Positioning in Nonintubated Patients With COVID-19 and Hypoxemic Acute Respiratory Failure. *JAMA.* 9 de junio de 2020;323(22):2336-8.
25. Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, Hodgson CL, Wunsch H, Meade MO, et al. Prone Position for Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc.* octubre de 2017;14(Supplement_4):S280-8.
26. Kiekens C, Boldrini P, Andreoli A, Avesani R, Gamna F, Grandi M, et al. Rehabilitation and respiratory management in the acute and early post-acute phase. «Instant paper from the field» on rehabilitation answers to the COVID-19 emergency. *Eur J Phys Rehabil Med.* junio de 2020;56(3):323-6.
27. Wang C-C, Chao J-K, Chang Y-H, Chou C-L, Kao C-L. Care for patients with musculoskeletal pain during the COVID-19 pandemic: Physical therapy and rehabilitation suggestions for pain management. *J Chin Med Assoc.* septiembre de 2020;83(9):822-4.



VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Comité de Bioética USAL



COMITÉ DE BIOÉTICA (CBE)

Edificio I+D+i
C/ Espejo 2, 37007 Salamanca
Tel. (34) 923 29 44 00 ext 1181
e-mail: cbioetica@usal.es

El Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, en su reunión ordinaria celebrada el día 11 de noviembre de 2020, ha considerado las circunstancias que concurren en el proyecto de investigación titulado “RespiraConNosotros: Ensayo clínico para determinar la eficacia de una aplicación de ejercicios domiciliarios para el tratamiento de pacientes con patología respiratoria”, que tiene como investigadora principal a la Dra. Rocío Llamas Ramos

A la vista de la documentación presentada, este Comité ha acordado **informar favorablemente** el proyecto de investigación con nº de registro **591**, ya que cumple los requisitos éticos requeridos para su ejecución.

Y para que así conste lo firmo en Salamanca a 6 de abril de 2021.

MUÑOZ DE LA
PASCUA LUIS JOSE
- DNI 31238752Z

Firmado digitalmente por
MUÑOZ DE LA PASCUA LUIS
JOSE - DNI 31238752Z
Fecha: 2021.04.06 10:36:34
+02'00'

Firmado por CALVO ANDRES JOSE JULIAN -
07793011J el día 06/04/2021 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

Fdo.: Luis Muñoz de la Pascua
Secretario del CBE

Fdo.: José Julián Calvo Andrés
Presidente del CBE

ANEXO 2: Propiedad Intelectual

**Junta de
Castilla y León**
Delegación Territorial de Salamanca
Servicio Territorial de Cultura y Turismo

Salamanca, 11 de febrero de 2021.
SECC. DE POLITICAS CULTURALES
05961
Nuestra Referencia (Ntra. Ref.SER

FATIMA PEREZ ROBLEDO
C/ JOAQUÍN RODRIGO 36 3ºB
37008 SALAMANCA

**ASUNTO: Rdo. Inscripción Registro General de la Propiedad Intelectual.
Salamanca.**

En relación a su solicitud de inscripción número **SA-170-2020**, presentada el día **30/11/2020** en la Oficina Provincial del Registro General de la Propiedad Intelectual de Salamanca, referente a los derechos de propiedad intelectual de la obra: **Respira con nosotros: Plataforma colaborativa para la rehabilitación de pacientes con patología respiratoria**, le notifico a los efectos oportunos, que la misma ha obtenido calificación jurídica favorable y que dichos derechos han quedado inscritos en el Registro General de la Propiedad Intelectual, como se acredita con el certificado que adjunto se remite.

EL JEFE DEL SERVICIO TERRITORIAL
DE CULTURA Y TURISMO



do.: Adolfo DOMÍNGUEZ PERRINO.



MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE
**REGISTRO CENTRAL
DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL**

REGISTRO GENERAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

Según lo dispuesto en la Ley de Propiedad Intelectual (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril), quedan inscritos en este Registro los derechos de propiedad intelectual en la forma que se determina seguidamente:

NÚMERO DE ASIENTO REGISTRAL 00 / 2021 / 220

Título: Respira con nosotros: Plataforma colaborativa para la rehabilitación de pacientes con patología respiratoria

Objeto de propiedad intelectual: programa de ordenador

Clase de obra: programa de ordenador



PRIMERA INSCRIPCIÓN

Autor/es y titular/es originarios de derechos

- **Apellidos y nombre:** BERMEJO GIL, Beatriz María
Nacionalidad: España **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 70939092P
- **Apellidos y nombre:** SALES MENDES, André Filipe
Nacionalidad: Portugal **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** Y5601546W
- **Apellidos y nombre:** LLAMAS RAMOS, Rocío
Nacionalidad: España **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 71034692C
- **Apellidos y nombre:** SILVA, Luis Augusto
Nacionalidad: Brasil **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** Y8119893X
- **Apellidos y nombre:** PÉREZ ROBLEDO, Fátima
Nacionalidad: España **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 70896626T
- **Apellidos y nombre:** LLAMAS RAMOS, Inés
Nacionalidad: España **D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 71034691L

Datos de la solicitud

Núm. solicitud: SA-170-20

2021/220



MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE

**REGISTRO CENTRAL
DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL**



Fecha de presentación y efectos: 30/11/2020

Hora: 09:45

En Madrid, a veintidós de enero de dos mil veintiuno



LA REGISTRADORA CENTRAL

Lucía Gutiérrez García



2021/220



VNiVERSIDAD D SALAMANCA

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE

~2021~