



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Fisioterapia

Facultad de Medicina

Universidad Autónoma de Barcelona

**EFFECTIVIDAD DE LA TELEREHABILITACIÓN VS
EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL EN LA FASE
COMUNITARIA DEL PROCESO DE
REHABILITACIÓN EN LA MEJORÍA DE LA
CALIDAD DE VIDA TRAS EL TRASPLANTE
PULMONAR EN PACIENTES CON EPOC**

**EFFECTIVENESS OF TELEREHABILITATION VS CONVENTIO
NAL TREATMENT IN THE COMMUNITY PHASE OF THE REHA
BILITATION PROCESS IN IMPROVING QUALITY OF LIFE AFT
ER LUNG TRANSPLANTATION IN PATIENTS WITH COPD**

Alumna: Jone Saizar Ugarte

Tutora: Patricia Launois

Curso: 2023-2024

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	4
3.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	4
3.2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	6
4. MÉTODOS	8
4.1 PARTICIPANTES, INTERVENCIONES Y VARIABLES DEL RESULTADO	8
4.1.1 Ámbito del estudio y reclutamiento.....	8
4.1.2 Criterios de elegibilidad	8
4.1.3 Intervenciones	8
4.1.4 Variables del estudio	10
4.1.5 Cronología del participante	11
4.1.6 Tamaño muestral	11
4.2 ASIGNACIÓN DE LAS INTERVENCIONES:	11
4.3 RECOGIDA, GESTIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	12
4.3.1 Métodos de la recogida de datos	12
4.3.2 Gestión de los datos.....	13
4.3.3 Análisis estadístico	13
4.4 ASPECTOS ÉTICOS Y DISEMINACIÓN:	15
4.4.1 Consentimiento.....	15
4.4.2 Confidencialidad y acceso a los datos	15
4.4.3 Declaración de intereses.....	16
4.4.4 Atención adicional y posterior al estudio	16
4.4.5 Política de diseminación.....	16
5. LIMITACIONES Y CONTROLES DE POSIBLES SESGOS	16
6. UTILIDAD Y APLICABILIDAD CLÍNICA DE LA INVESTIGACIÓN	17
7. CONCLUSIÓN	19
8. BIBLIOGRAFÍA	20
9. ANEXOS	23
9.1 CONSENTIMIENTO INFORMADO	23
9.2 PLANO DE TRABAJO Y CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN	25
9.3 PRESUPUESTO	27
9.4 TABLA RECOLECTA DE DATOS	28

9.5 ESCALA DE BORG.....	28
9.6 1 MINUTE SIT TO STAND TEST:.....	29
9.7 ESCALA MMRC.....	29
9.8 FOLLETO DE EJERCICIOS.....	30

1. RESUMEN

La enfermedad obstructiva crónica (EPOC) es una afectación crónica del sistema respiratorio que se caracteriza clínicamente por la presencia de enfisema y la bronquitis crónica, lo que conducen al desarrollo de la obstrucción la vía aérea. Esta obstrucción crónica del flujo de aire, una característica distintiva de la EPOC, resulta de la combinación de enfermedades de vías respiratorias más pequeñas y destrucción del parénquima, que varían de un individuo a otro. (1) La limitación crónica del flujo de aire conduce a comorbilidades cardiovasculares y, a su vez, a la inactividad y al deterioro físico.

En los últimos años, el trasplante de pulmón se ha convertido en una opción de tratamiento final para quienes padecen EPOC en etapa terminal. No obstante, a pesar de las mejoras del tratamiento rehabilitador en las fases iniciales, persisten debilidades musculares y una capacidad de ejercicio reducida en etapas posteriores al trasplante. Hasta la fecha, existe una escasez de investigación sobre intervenciones que incluyan la telerehabilitación dentro del tratamiento post-trasplante, a pesar de la eficacia mostrada en algunos de los trabajos publicados.

En este trabajo, se plantea una intervención que comparará los efectos de la telerehabilitación vs el tratamiento convencional en la fase comunitaria del proceso de rehabilitación, evaluando su impacto en la mejoría de la calidad de vida de los pacientes con EPOC después del trasplante pulmonar.

Palabras clave: EPOC, telerehabilitación, trasplante pulmonar, rehabilitación, calidad de vida, fase comunitaria.

2. ABSTRACT

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a chronic condition of the respiratory system clinically characterized by the presence of emphysema and chronic bronchitis that

can lead to the development of airway obstructions (1). This chronic airflow limitation results from a combination of smaller airway diseases and parenchymal destruction, which vary from individual to individual leading to cardiovascular comorbidities and, consequently, to inactivity and physical deterioration.

In recent years, lung transplantation has become a final treatment option for those suffering from end-stage COPD. However, despite improvements in rehabilitation treatment in the early stages, muscular weakness and reduced exercise capacity persist in post-transplant stages. Currently, there is a lack of research on interventions that include telerehabilitation within post-transplant treatment, despite the efficacy shown in some of the published studies.

In this study, we propose an intervention that will compare the effects of telerehabilitation versus conventional treatment in the community phase of the rehabilitation process, evaluating its impact on improving the quality of life of COPD patients after lung transplantation.

Keywords: COPD, telerehabilitation, lung transplantation, rehabilitation, quality of life, community phase.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La enfermedad obstructiva crónica (EPOC) condiciona una obstrucción del flujo de aire de la vía aérea. Se caracteriza clínicamente por el enfisema y la bronquitis crónica, lo que conducen al desarrollo de la obstrucción la vía respiratoria. La principal causa del EPOC es la exposición a gases irritantes o partículas, como el humo del cigarrillo, que irritan y dañan los pulmones, provocando inflamación y estrechamiento de las vías respiratorias (1).

Los síntomas del EPOC incluyen disnea, tos, aumento de secreciones y sibilancias. Estos síntomas suelen empeorar con el tiempo y pueden interferir significativamente en la calidad de vida quienes padecen la enfermedad. (1) Actualmente, no existe una cura para el EPOC, pero sus síntomas pueden tratarse. Los medicamentos como broncodilatadores y los esteroides ayudan a disminuir los síntomas producidos. No obstante, dejar de fumar es el paso más crucial para ralentizar la progresión de la enfermedad. (2) En los últimos años el trasplante de pulmón se ha consolidado como un tratamiento viable para pacientes en etapas avanzadas de la enfermedad, cuando la progresión de esta ha alcanzado una fase terminal.

En las últimas dos décadas, se han logrado notables avances que han contribuido significativamente a mejorar la supervivencia postoperatoria. (3) Con el aumento de la tasa de supervivencia tras del trasplante, se ha prestado mayor atención a la importancia de mejorar la calidad de ejercicio, facilitar la recuperación de la autonomía y promover una mejor calidad de vida en estos pacientes. (4) A pesar de estos logros, varios estudios señalan que si bien la función pulmonar mejora después del trasplante, las limitaciones físicas persisten (5)(6). Por esta razón, se han desarrollado programas de rehabilitación pulmonar con el objetivo de aumentar la tolerancia al ejercicio, mejorar en la fuerza muscular y resistencia, así como la calidad de vida relacionada con la salud.

Sin embargo, la rehabilitación pulmonar sigue siendo subutilizada y muchos pacientes remitidos no completan el programa debido a la falta de una rutina establecida o a las limitaciones para acceder a los programas. (7) La telerehabilitación ofrece el potencial de proporcionar sesiones de manera más flexible, conveniente y práctica, promoviendo el autocontrol del ejercicio. Consiste en una rehabilitación a distancia, que utiliza aplicaciones móviles para recopilar y monitorear los datos de los pacientes, ofrecer información detallada sobre las sesiones y permitir videoconferencias en tiempo real con

telemonitoreó. Es una alternativa que puede adaptarse mejor a las necesidades individuales de cada paciente. (8)

Un estudio realizado el año 2022 por Hume E, Muse H et al. (9) comparó los efectos de la intervención de telecoaching con la atención habitual en 15 pacientes trasplantados de pulmón, evaluando la actividad física, la ansiedad, la depresión y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). Este estudio demostró que la telerehabilitación era factible, segura, bien aceptada y condujo a mejoras en los niveles de actividad en los receptores de trasplante pulmonar (LTx).

Asimismo, en un estudio publicado el año 2016 por Jiyeon Choi et al. (7) se encontró que una plataforma web que proporcionaba 8 semanas de telerehabilitación era segura y se asociaba con una mayor capacidad de ejercicio funcional, equilibrio, fuerza de las extremidades inferiores y actividad física en 4 receptores de LTX.

Finalmente, el estudio publicado por Lisa Wickerson et al. en 2021 (8) describió el uso y la satisfacción de candidatos y receptores de trasplante pulmonar tras la implementación de la telerehabilitación con monitorización remota. Se incluyeron un total de 78 candidatos a LTx y 33 receptores en un estudio de al menos cuatro semanas. De los receptores que participaron, 18 encontraron que la aplicación era útil para su autorrecuperación.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar si el entrenamiento físico en el hogar puede ser una estrategia efectiva para mejorar la condición física y la calidad de vida de los pacientes trasplantador de pulmón debido a EPOC.

3.2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis nula (H0): No habrá diferencias significativas entre los dos grupos respecto a la mejoría de la calidad de vida.

Hipótesis alternativa (H1): Habrá diferencias significativas entre los dos grupos respecto a la mejoría de la calidad de vida y demostrando así que la telerehabilitación es más eficaz que el tratamiento convencional.

Objetivos generales:

El objetivo general del presente estudio incluye comparar el efecto de la telerehabilitación con el tratamiento convencional en la fase comunitaria del proceso de rehabilitación en receptores de trasplante de pulmón, así como evaluar la viabilidad, seguridad y utilidad del sistema de telerehabilitación, describiendo los cambios en la función y la actividad física desde el inicio hasta el final de la intervención.

Objetivos específicos:

- Aumentar la puntuación de los participantes en la prueba de marcha de 6 minutos (6MWD)
- Mejorar la percepción de disnea y fatiga en la escala de Borg.
- Mejorar la puntuación en 1-Minute Sit to stand test.
- Mejorar la puntuación en los cuestionarios SF- 36 y mMRC.
- Aumentar la fuerza muscular de extremidades inferiores
- Aumentar la fuerza de la musculatura respiratoria

3.3 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se plantea realizar un ensayo clínico experimental, analítico, longitudinal y prospectivo.

4. MÉTODOS

4.1 PARTICIPANTES, INTERVENCIONES Y VARIABLES DEL RESULTADO

4.1.1 Ámbito del estudio y reclutamiento

Para llevar a cabo el estudio, se reclutarán pacientes sometidos a trasplante pulmonar unilateral o bilateral por EPOC y que hayan concluido la fase ambulatoria de la rehabilitación tras el trasplante en el Hospital Universitario de Vall de Hebrón de Barcelona. Los posibles participantes recibirán una carta de invitación con una hoja de información sobre el ensayo.

4.1.2 Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión:	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">- Hombres y mujeres mayores de 18 años- Trasplantados de pulmón por EPOC en los últimos 3 meses y que se encuentra de alta hospitalaria- Que residan en Cataluña	<ul style="list-style-type: none">- Incluido o planeado inscribirse en un programa de rehabilitación respiratoria- Cirugía anterior de pulmón- Cualquier condición que afecte a la realización de la intervención.- Incapacidad para acceder al sistema de telerehabilitación.

4.1.3 Intervenciones

Esta investigación adoptará un diseño de estudio experimental, analítico, longitudinal y prospectivo. Durante un periodo de 8 semanas, se llevará a cabo un ensayo en el que los participantes serán asignados aleatoriamente a uno de dos grupos: el grupo de control o el grupo de intervención. Antes de iniciar la intervención, se realizará una evaluación del estado físico de cada paciente. Esta evaluación constará de varias pruebas: la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT) (10) y la escala de Borg (*Anexo 5*) serán utilizados para

valorar la capacidad de ejercicio físico de cada participante, mientras que el test 1-Minute Sit to Stand (1minSTST) (*Anexo 6*) se empleará para evaluar la fuerza de las extremidades inferiores. Asimismo, se medirá la musculatura respiratoria mediante el PIMAX y el PEMAX. Por último, se utilizarán los cuestionarios SF-36 (11) y mMRC (*Anexo 7*) para evaluar la calidad de vida y la disnea de los participantes, respectivamente.

Todos los participantes de este estudio deberán completar cuatro sesiones semanales de aproximadamente 40 minutos cada una. En total, el estudio se extenderá a lo largo de 8 semanas, lo que implica que los participantes deberán completar un total de 32 sesiones de rehabilitación.

Antes de iniciar la intervención, se organizará una reunión con todos los participantes del estudio. Durante esta reunión, se distribuirán folletos de ejercicios y se explicarán con detalle todos los ejercicios a realizar. Además, se llevará a cabo una entrevista motivacional con el objetivo de fomentar la actividad física y garantizar el cumplimiento del programa.

Al finalizar las 8 semanas de tratamiento, todos los participantes serán reevaluados utilizando las mismas pruebas y test aplicados en la valoración previa a la intervención.

Se instruirá tanto al grupo control como al grupo de intervención que suspendan los ejercicios si la saturación de oxígeno desciende por debajo del 90%, la frecuencia cardíaca supera los 130 latidos por minuto o si el participante experimenta cualquier signo de malestar o angustia.

Grupo control:

Los participantes del grupo de control recibirán un programa de ejercicios (*Anexo 8*) que deberán realizar en sus hogares. Este programa incluirá variedad de ejercicios diseñados para mejorar su salud. Como actividad aeróbica, se les pedirá a los pacientes que suban y

bajen escaleras. Además, utilizarán el dispositivo Threshold IMT para fortalecer sus músculos respiratorios. También, realizarán ejercicios específicos para potenciar los músculos de extremidades superiores e inferiores. Todos los ejercicios están detalladamente explicados en el folleto adjunto (*Anexo 8*).

Grupo intervención:

El grupo de intervención, al igual que el grupo control recibirá el folleto de ejercicios para realizar en casa. En este grupo, con el propósito de evaluar el efecto del tratamiento de telerehabilitación, se utilizará el sistema ReHub. Esta herramienta de telerehabilitación de última generación permitirá la prescripción de ejercicios, el monitoreo del progreso del paciente y la toma de decisiones, facilitando así el proceso. A través de este sistema, los pacientes podrán realizar los ejercicios prescritos desde su móvil, tableta u ordenador. Además, gracias a la tecnología de visión artificial, recibirán correcciones en tiempo real de forma visual y auditiva para garantizar una correcta ejecución de los ejercicios. El programa también captará con detalle los movimientos del paciente para monitorear su progreso y generar informes precisos. Además, ofrece cuestionarios de evaluación y la opción de comunicación vía chat o videollamada. (12)

Además del sistema ReHub, a este grupo se le proporcionará un reloj inteligente que evaluará la saturación de oxígeno, la frecuencia cardíaca y el número de pasos completados diariamente. De las cuatro sesiones semanales, una será supervisada por un fisioterapeuta experto en rehabilitación pulmonar a través de una videoconferencia de 40 minutos. En cada sesión, el fisioterapeuta evaluará el progreso, realizará ajustes en los ejercicios y responderá a las preguntas del participante.

4.1.4 Variables del estudio

Variable independiente: grupo (intervención o control)

Variable dependiente: prueba 6MWT, el 1-Minute Sit to stand test, escala de Borg, escala mMRC, test SF-36, PIMAX y PEMAX.

4.1.5 Cronología del participante

FASES	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reclutamiento de participantes												
Firmar documentos (consentimiento y confidencialidad)												
Presentación del proyecto												
Aleatorización												
Valoración inicial												
Realización de la intervención												
Valoración final												
Seguimiento												

4.1.6 Tamaño muestral

El cálculo de la muestra se basa en artículos previos similares. El cálculo se ha realizado mediante la herramienta GRANMO. Aceptando el riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en contraste bilateral, se precisan 11 sujetos en el primer grupo y 11 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior a 2 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 1.4. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 30%.

4.2 ASIGNACIÓN DE LAS INTERVENCIONES:

Se tratará de un estudio experimental, analítico, longitudinal y prospectivo. Los pacientes serán asignados aleatoriamente a un grupo control o grupo intervención con un ratio de 1-1. A los participantes asignados al grupo control, se les proporcionará un programa de ejercicios que deberán realizar en su domicilio. Los participantes asignados al grupo de

intervención recibirán no solo el programa de ejercicios, sino también un reloj inteligente y la aplicación de telerehabilitación ReHub. La rehabilitación se llevará a cabo durante un período de 8 semanas después del alta domiciliaria. Además, el entrenamiento del grupo de intervención estará instruido y supervisado una vez por semana, por un fisioterapeuta experto en la rehabilitación en trasplante pulmonar.

4.3 RECOGIDA, GESTIÓN Y ANALISIS DE LOS DATOS

4.3.1 Métodos de la recogida de datos

Se recolectarán todos los datos los dos días anteriores del inicio del programa de rehabilitación y en los dos días posteriores al final del mismo, a las 8 semanas, mediante el programa informático Excel.

Los datos que se medirán y se recogerán:

- Prueba de marcha de 6 minutos (6MWT) (10): evalúa la capacidad de ejercicio de los participantes. En esta prueba, se solicita a los participantes que caminen la mayor distancia posible en un periodo de 6 minutos a lo largo de un pasillo plano. Se registra la cantidad de vueltas completadas en un circuito marcado para calcular los metros totales recorridos (13) . Además, se empleará una tabla para recopilar los datos del paciente en cada vuelta realizada. En esta tabla se anotará la saturación de oxígeno, la frecuencia cardíaca, la tensión arterial y la escala de Borg (evaluación de disnea y fatiga) de cada paciente.
- Escala de Borg modificada : evalúa el esfuerzo percibido al hacer un esfuerzo físico que va desde el 0 (mínimo esfuerzo) hasta el 10 (esfuerzo máximo). Es una escala subjetiva (*Anexo 5*).
- 1 minute sit to stand test (1-MSTST): el objetivo de esta prueba es evaluar la capacidad de ejercicio y la fuerza de los músculos de extremidades inferiores. Se

realizará con una silla sin reposabrazos. Se le pedirá al paciente que realice tantas acciones de sentarse y levantarse como sea posible en 1 minuto sin utilizar las extremidades superiores (14). Mediante una tabla se recogerán los datos de cada paciente al inicio del estudio y al final (*Anexo 6*).

- Escala modificada del Medical Research Council (Mmrc): escala que evalúa el grado de discapacidad funcional inicial debido a la disnea. Califica la disnea en una escala de 0: "disnea sólo con ejercicio extenuante" a 4: "demasiado disneica para salir de casa o sin aliento al vestirse"(*Anexo 7*).
- SF-36: este cuestionario evalúa la calidad de vida relacionada con la salud en adultos. Consta de 36 preguntas que cubren ocho áreas de la salud. (11)
- Función pulmonar y la musculatura respiratoria: se valorará la fuerza de la musculatura respiratoria mediante la presión inspiratoria máxima (PI_{max}) y la presión espiratoria máxima (PE_{max}). (15)

4.3.2 Gestión de los datos

Después de completar todos los tests mencionados anteriormente, se empleará la tabla de recolección de datos (*Anexo 4*) para registrar y organizar la información obtenida. Posteriormente, los datos se almacenarán en una hoja de cálculo de Excel, asignando a cada participante un número de identificación con el propósito de proteger la privacidad y la confidencialidad de los datos. Únicamente el fisioterapeuta encargado de administrar los tests y el analista tendrán acceso a este documento.

4.3.3 Análisis estadístico

Una vez recopilados todos los datos, se realizará un análisis estadístico utilizando el programa *SPPSS versión 22.0*. El objetivo será determinar posibles diferencias significativas tanto en el inicio como el final del tratamiento, así como entre los dos

grupos de intervención, en todas las variables medidas, que incluyen el 6MWT, 1-MSTST, BORG, SF-36, mMRC, PIMAX y PEMAX. Todas las variables son cuantitativas discretas.

Para evaluar la distribución de las variables, se llevarán a cabo pruebas de normalidad utilizando el test de *Kolmogorov-Smirnov*. En el caso de una distribución no-normal. Se aplicará la prueba estadística no paramétrica de *Wilcoxon*. Por otro lado, si se confirma una distribución normal, se realizará un análisis paramétrico utilizando la prueba T-Student.

Se realizarán dos tipos de análisis:

1. **Análisis estadístico T-Student paired:** Este análisis comparará las mediciones de una misma muestra o grupo en dos momentos diferentes, antes y después de la intervención. Se utilizará para determinar si existen diferencias significativas entre los momentos inicial y final del tratamiento.
2. **Análisis estadístico T-Student para muestras independientes:** En este análisis, se compararán las medidas de dos muestras diferentes, los dos grupos de intervención. Se utilizará para determinar si hay una diferencia significativa entre las medidas de los dos grupos en una variable específica.

Se considerará un resultado estadísticamente significativo si el valor de p es inferior a 0,05 ($p < 0,05$), lo que llevará a la aceptación de la hipótesis alternativa. Por el contrario, si $p > 0,05$, se aceptará la hipótesis nula.

4.4 ASPECTOS ÉTICOS Y DISEMINACIÓN:

4.4.1 Consentimiento

El grupo control y el grupo de intervención recibirán el mismo documento de consentimiento informado, el cual será firmado por todos los participantes antes de comenzar el estudio (*Anexo 1*).

4.4.2 Confidencialidad y acceso a los datos

El comité de ética de la Universidad Autónoma de Barcelona, así como el Hospital Vall d'Hebron, tendrán que aprobar el inicio de la investigación. Los criterios éticos a tener en cuenta en la investigación con seres humanos están determinados por la *Declaración de Derechos Humanos de Helsinki, actualizada a Fortaleza, Brasil 2012*. Asimismo, deberán examinar la garantía del mantenimiento de la confidencialidad y el anonimato de los participantes, según la *Ley Orgánica 3/2018, 5 de Diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (Boletín Oficial del Estado, número 294, de 6 de diciembre de 2018)* a nivel de España y el *Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016* a Europa, de protección de datos y la normativa complementaria.

Antes de empezar con el estudio los participantes recibirán una explicación detallada del estudio y de los procedimientos a seguir. Además, se les proporcionará un formulario de consentimiento informado (*Anexo 1*) que deberán leer y firmar antes de participar en el estudio.

Durante el estudio, se tomarán medidas para proteger la privacidad y confidencialidad de los participantes. A cada participante, se les asignará un número de identificación con el fin de no utilizar su nombre en los documentos y registros relacionados con el estudio. Asimismo, se mantendrá toda la información en una ubicación segura y sólo los investigadores autorizados tendrán acceso a ella.

4.4.3 Declaración de intereses

El autor declara que no tiene conflictos de intereses que divulgar en relación con este estudio.

4.4.4 Atención adicional y posterior al estudio

Una vez acabado el estudio, se realizará un seguimiento a los participantes mediante encuestas con el fin de valorar el efecto de la intervención en los participantes.

4.4.5 Política de disseminación

El objetivo principal de la disseminación de este estudio es contribuir al conocimiento sobre las nuevas formas de rehabilitación, como es el caso de la telerehabilitación. Con este fin, el estudio será publicado en la plataforma abierta OpenAire, con el propósito de dar a conocer los resultados del proyecto. Además, se presentará en una conferencia dirigida a otros investigadores o fisioterapeutas interesados en el estudio.

5. LIMITACIONES Y CONTROLES DE POSIBLES SESGOS

Primero, abordemos las limitaciones del estudio. El uso del programa puede representar un desafío para algunos participantes, ya que es un procedimiento relativamente nuevo y no todos tienen la misma facilidad para hacer uso de la aplicación. Para contrarrestar este posible sesgo, antes de iniciar el estudio se aclararán las dudas que tanto los participantes como familiares puedan tener respecto al tratamiento rehabilitador y el uso de la aplicación, y se ofrecerá atención telefónica para resolver cualquier duda que pueda surgir.

Además, otra limitación se relaciona con la falta de evidencia sólida que respalde la telerehabilitación y la monitorización remota en receptores de trasplante pulmonar.

Actualmente, hay pocos estudios que utilicen este enfoque de tratamiento, lo que destaca la necesidad de investigar más sobre este tema en el futuro.

Una posible limitación adicional podría ser el elevado coste que supondría el equipamiento necesario para llevar a cabo el estudio. Esto incluye la suscripción al sistema de telerehabilitación ReHub, la provisión de relojes inteligentes y todo el material necesario para evaluar a los participantes. Para reducir este gasto, sería preferible obtener estos dispositivos en préstamo de alguna institución pública o privada y devolverlos al finalizar el estudio.

Por último, es de tener en cuenta que las escalas de valoración Borg, SF-36 y mMRC son subjetivas y autoevaluadas por el sujeto, por lo que será de vital importancia una correcta explicación por parte del investigador de cómo responderlas adecuadamente.

No obstante, el estudio posee varios aspectos positivos. Los pacientes trasplantados de pulmón suelen ser más susceptibles a padecer complicaciones respiratorias y recaídas con frecuencia. Al utilizar una herramienta de rehabilitación en línea en este estudio, los participantes evitarán la necesidad de desplazarse hasta el hospital, lo que contribuirá a reducir el riesgo de exposición y contacto.

6. UTILIDAD Y APLICABILIDAD CLÍNICA DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este estudio es evaluar la efectividad y seguridad de la telerehabilitación sobre la capacidad de ejercicio, disnea y la calidad de vida relacionada con la salud en personas trasplantadas de pulmón por EPOC en comparación con la rehabilitación tradicional.

Estudios anteriores como el que llevó a cabo Choi J (7) evaluaron la función física, el equilibrio y la fuerza de extensor inferior en pacientes trasplantados de pulmón.

Encontraron que tras un programa de telecoaching de 8 semanas hubo mejoras significativas en la prueba de 6MWT.

Asimismo, Irina BP et al (15) en su programa de entrenamiento a través de una aplicación de móvil trabajó la musculatura respiratoria de los pacientes con EPOC. En su estudio demostró que los pacientes mejoraron la fuerza de los músculos respiratorios tras realizar el programa de telerehabilitación, por lo tanto, podemos esperar el mismo resultado en nuestro estudio.

El estudio que llevo a cabo Hume E et al (9) investigaron la viabilidad y aceptabilidad de una intervención de teleentrenamiento en el comportamiento de la actividad física en receptores de trasplante de pulmón. Tras realizar un entrenamiento de 12 semanas mediante una aplicación para teléfonos inteligentes, demostraron hubo aumentos clínicamente importantes en las puntuaciones en el test SF-36. Lamentablemente, a pesar de que las mejoras fueron mayores en el grupo de teleentrenamiento, estos cambios no fueron estadísticamente significativos.

Para finalizar, el estudio publicado por Choi J et al (7) informó que el programa de telerehabilitación fue una experiencia positiva que promovió una mejor función física a los participantes. También, argumentaron que este proyecto proporcione un establecimiento de los objetivos en un ritmo más realista, permitiendo flexibilidad en la programación. Además, demostraron que fueron mínimas las dificultades para utilizar la nueva tecnología. De igual manera, el estudio realizado por Wickerson L et al (8) concluyeron que a pesar de la rápida implementación de la plataforma tecnológica el uso y la satisfacción fueron altos.

En resumen, considerando las investigaciones previas y sus hallazgos, esperamos observar mejoras significativas en la calidad de vida de los pacientes luego de implementar este protocolo de rehabilitación domiciliaria.

7. CONCLUSIÓN

En resumen, según lo presentado en la introducción (3) y en comparación con investigaciones previas, la telerehabilitación emerge como una intervención viable, segura y bien recibida para mejorar la capacidad física en pacientes receptores de trasplante de pulmón. Además, como se evidencia en el apartado utilidad y efectividad (6), este enfoque de rehabilitación conlleva mejoras significativas en la puntuación de Test de Marcha de 6 minutos (6MWT), incrementa la fuerza de la musculatura respiratoria y proporciona una experiencia positiva y satisfactoria para los participantes. Por consiguiente, podemos anticipar resultados similares en nuestro estudio que se realizará con pacientes trasplantados de pulmón por EPOC.

Por último, tal como se ha señalado en el apartado de limitaciones del estudio (5), es fundamental destacar la escasez de investigaciones relacionadas con este tipo de tratamiento, y que la mayoría de los estudios realizados hasta ahora han contado con muestras reducidas. Por consiguiente, es imprescindible realizar más investigaciones en el ámbito de la fisioterapia, con muestras más amplias y seguimientos prolongados, con el fin de fortalecer la evidencia científica disponible.

8. BIBILOGRAFÍA

1. Luna MM, Rojas Granados A, Isidro R, Pacheco L, Enrique J, Alvarado M, et al. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) Bases para el médico general. Available from: <http://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.06>
2. EPOC - Tratamiento _ NHLBI, NIH.
3. Lund LH, Edwards LB, Kucheryavaya AY, Benden C, Dipchand AI, Goldfarb S, et al. The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-second Official Adult Heart Transplantation Report—2015; Focus Theme: Early Graft Failure. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2015 Oct;34(10):1244–54.
4. Smeritschnig B, Jaksch P, Kocher A, Seebacher G, Aigner C, Mazhar S, et al. Quality of life after lung transplantation: A cross-sectional study. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2005 Apr;24(4):474–80.
5. Studer SM. Lung transplant outcomes: a review of survival, graft function, physiology, health-related quality of life and cost-effectiveness. *European Respiratory Journal*. 2004 Oct 1;24(4):674–85.
6. Lands LC, Smountas AA, Mesiano G, Brosseau L, Shennib H, Charbonneau M, et al. Maximal exercise capacity and peripheral skeletal muscle function following lung transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. 1999 Feb;18(2):113–20.

7. Choi J, Hergenroeder AL, Burke L, Dabbs AD, Morrell M, Saptono A, et al. Delivering an in-Home Exercise Program via Telerehabilitation: A Pilot Study of Lung Transplant Go (LTGO). *Int J Telerehabil.* 2016;8(2):15–26.
8. Wickerson L, Helm D, Gottesman C, Rozenberg D, Singer LG, Keshavjee S, et al. Telerehabilitation for Lung Transplant Candidates and Recipients During the COVID-19 Pandemic: Program Evaluation. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2021 Jun 17;9(6):e28708.
9. Hume E, Muse H, Wallace K, Wilkinson M, Heslop Marshall K, Nair A, et al. Feasibility and acceptability of a physical activity behavioural modification tele-coaching intervention in lung transplant recipients. *Chron Respir Dis.* 2022;19:14799731221116588.
10. GUTIERREZ-CLAVERÍA M, BEROÍZA W T, CARTAGENA S C, CAVIEDES S I, CÉSPEDES G J, GUTIÉRREZ-NAVAS M, et al. Prueba de caminata de seis minutos. *Revista chilena de enfermedades respiratorias.* 2009;25(1):15–24.
11. Cuestionario de salud SF36.
12. <https://www.dycare.com/rehub-telerehabilitacion>.
13. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal.* 2014 Dec;44(6):1428–46.
14. Vaidya T, de Bisschop C, Beaumont M, Ouksel H, Jean V, Dessables F, et al. Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the

impact of pulmonary rehabilitation? Determination of the minimal important difference in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016 Oct;Volume 11:2609–16.

15. Irina BP, Steluta MM, Emanuela T, Diana M, Cristina OD, Mirela F, et al. Respiratory muscle training program supplemented by a cell-phone application in COPD patients with severe airflow limitation. *Respir Med*. 2021 Dec;190:106679.

9. ANEXOS

9.1 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ [NOMBRE Y APELLIDOS], mayor de edad, con DNI/NIE _____ [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN], actuando en nombre e interés propio

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto [TÍTULO DEL PROYECTO]. Se me ha librado la hoja informativa aneja a este consentimiento, he entendido el significado, se me han aclarado las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan de este proyecto. Se me ha informado de los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que conlleva el proyecto y las garantías dadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos y la normativa complementaria.

Mi colaboración en el estudio es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme en cualquier momento y revocar este consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos no sean incluidos en el estudio.

[SI SE TERCIA] Así mismo, renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pueda derivarse del proyecto o de sus resultados.

Por todo esto,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto [TÍTULO DEL PROYECTO].
2. Que el equipo de investigación [NOMBRE DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN o ENTIDAD] y [NOMBRE DE LA IP] como investigador principal puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Tendré garantías que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, tal como establecen la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos y la normativa complementaria.
3. Que el equipo [NOMBRE DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN O ENTIDAD] conserve todos los registros efectuados sobre mi persona en apoyo electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si están establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que sea necesario para cumplir las funciones del proyecto por las cuales los datos son recaudados.

_____ [LUGAR], a _____ [DÍA/MES/AÑO]

[FIRMA DEL PARTICIPANTE] [FIRMA DEL/DE LA INVESTIGADOR/A PRINCIPAL]

9.2 PLANO DE TRABAJO Y CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

- PLANO DE TRABAJO

PLAN	ENE 2024	FEB 2024	MAR 2024	ABR 2024	MAY 2024	JUN 2024	JUL 2024	AGO 2024	SEP 2024	OCT 2024	NOV 2024	DIC 2024
Elección del tema												
Planificación del trabajo												
Búsqueda bibliográfica												
Establecer diseño, objetivos e hipótesis												
Metodología												
Conclusiones, limitaciones y aplicabilidad												
Entrega final y defensa												
Búsqueda de colaboradores												
Petición de permisos al Hospital de Vall de Hebron												
Formación del equipo de investigación												
Selección de la muestra												
Distribución de la muestra												

- CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

FASES	MESES								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
DISEÑO Y PREPARACIÓN									
Búsqueda de artículos científicos									
Diseño y planificación del estudio									
Formación del equipo de trabajo									
INTERVENCIÓN DEL PROTOCOLO									
Reclutamiento de participantes									
Consentimiento informado y de confidencialidad									
Asignación a los grupos									
Intervención									
Realización de los tests para evaluar									
ANÁLISIS ESTADÍSTICO									
Obtener datos									
Analizar datos									
Conclusión de los datos									
COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS									
Redactar el artículo científico									
Divulgación del artículo									

9.3 PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Subscripción App ReHub	1	100,00€	100,00€
Relojes inteligentes	22	100,00€	2.200,00€
Thershold IMT	22	26,00€	572,00€
Micro RPM *	1	0€	0€
Impresión de folletos	22	2,00€	22,00€
Alquiler de sala (horas)	35	30,00€	1.050,00€
Saturador	1	20,00€	20,00€
Metro	1	10,00€	10,00€
Cinta elástica 25metros	2	30,00€	60,00€
Tensiómetro	1	20,00€	20,00€
Fisioterapeuta (horas)	150	10,00€	1.500,00€
Evaluador (horas)	30	10,00€	300,00€
Análisis estadístico (horas)	40	10,00€	400,00€
PRESUPUESTO TOTAL			6.254,00€

NOTA: Los precios tanto del salario del personal como de la aplicación de telerehabilitación ReHub son orientativos. Se deberá solicitar un presupuesto según la tarifa deseada para llevar a cabo el estudio.

*El espirómetro de presiones máximas Micro RPM se pedirá prestado al hospital para medir la P_{Imax} y P_E_{max}.

9.4 TABLA RECOLECTA DE DATOS

Número identificación				
Genero				
Edad				
Tipo de trasplante				
6MWT				
1 minute Sit to Stand Test				
Escala de Borg				
SF-36				
mMRC				
PIMAX / PEMAX				

9.5 ESCALA DE BORG

Escala de Borg	
Nada	0
Muy, muy ligero	0.5
Muy ligero	1
Ligero	2
Moderado	3
Algo intensa	4
Intensa	5
Muy intensa	6
	7
Muy, muy intensa	8
	9
Máxima	10

Instrucciones para evaluar la Escala de Borg.
 Previo a realizar la prueba deberá mostrar y explicar al paciente la escala de BORG, haciendo hincapié que deberá reportar un valor (de preferencia numérico) para «DISNEA» y otro para «FATIGA». Una vez hecha la demostración solicite al paciente que indique el valor en que se encuentra en este momento, con la siguiente frase:
 «Señale usted en este momento»
 ¿Cuánto le falta el aire?
 ¿El grado de cansancio en las piernas?

Figura 4. Escala de Borg para disnea y fatiga.

9.6 1 MINUTE SIT TO STAND TEST:



Nombre:
 Primer apellido:
 Segundo apellido:
 Fecha de nacimiento:
 Género:
 Peso (kg):

PRUEBA A:

	SpO2	Test de Borg (disnea)
Pre		
Post		
1 mins		
Post		
2 mins		
Post		

Número total de repeticiones completadas:

Motivo para detener la prueba (si corresponde):

Comentarios adicionales:

PRUEBA B:

	SpO2	Test de Borg (disnea)
Pre		
Post		
1 mins		
Post		
2 mins		
Post		

Número total de repeticiones completadas:

Motivo para detener la prueba (si corresponde):

Comentarios adicionales:

9.7 ESCALA MMRC

Tabla 2.5 Escala de valoración de la disnea del MRC modificada ^a	
MARQUE EL RECUADRO QUE PROCEDA EN SU CASO (UN SOLO RECUADRO) (Grados 0-4)	
Grado 0 de mMRC. Tan solo me falta el aire al realizar ejercicio intenso.	<input type="checkbox"/>
Grado 1 de mMRC. Me falta el aire al andar deprisa en llano, o al andar subiendo una pendiente poco pronunciada.	<input type="checkbox"/>
Grado 2 de mMRC. No puedo mantener el paso de otras personas de mi misma edad en llano o tengo que detenerme para respirar al andar en llano a mi propio paso.	<input type="checkbox"/>
Grado 3 de mMRC. Me detengo para respirar después de andar unos 100 metros después de andar pocos minutos en llano.	<input type="checkbox"/>
Grado 4 de mMRC. Tengo demasiada dificultad respiratoria para salir de casa o me cuesta respirar al vestirme o desvestirme.	<input type="checkbox"/>

9.8 FOLLETO DE EJERCICIOS

PROGRAMA

REHABILITACIÓN PULMONAR

¿QUE DEBO HACER AHORA?

- Aprender como puede ayudarme un programa de rehabilitación pulmonar
- Realizar los ejercicios semanalmente para un progreso adecuado
- Acudir a su médico o fisioterapeuta si tiene cualquier pregunta

PREGUNTAS FRECUENTES

- ¿En qué consiste?**
Entrenamiento aeróbico, entrenamiento de fuerza, ejercicios de musculatura respiratoria.
- Si uso oxígeno, ¿puedo realizar ejercicio?**
Sí, uso del oxígeno no es impedimento. Se utiliza durante la rehabilitación.
- ¿Debo utilizar mi medicación previamente a la rehabilitación?**
Sí, debe utilizar su medicación de forma habitual.

RECOMENDACIONES DE FISIOTERAPIA AL ALTA DEL PACIENTE

EJERCICIOS

Las sesiones de rehabilitación se llevarán a cabo durante 8 semanas. Cada semana, se deberán completar 4 sesiones de 40 minutos de duración. Se dejará un día de descanso entre cada sesión.

EJERCICIO AERÓBICO (escaleras) : el ejercicio consiste en subir escaleras durante 3 minutos (1 a 3 repeticiones). Entre repeticiones se descansará durante 1 minuto.

EJERCICIOS RESPIRATORIOS: se utilizará el dispositivo Threshold IMT. El paciente deberá inhalar fuerte a través del dispositivo. Se realizarán 3 series de 10 repeticiones.

EJERCICIOS

EJERCICIOS DE FUERZA: se realizarán 3 series de 15 repeticiones de cada ejercicio.

<p>SENTADILLA CON SILLA</p>	<p>PUENTE GLÚTEO</p>
<p>CURL DE BICEPS</p>	<p>ABDUCCIÓN DE LA PIERNA</p>
<p>ELEVACIÓN LATERAL</p>	<p>REMO CON GOMA</p>

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
EPOC	Enfermedad Obstructiva Crónica
COPD	Chronic Obstructive Disease
LTx	Trasplante de pulmón
6MWD	Test de marcha de 6 minutos
1minSTST	Test 1-Minute Sit to Stand
mMRC	Escala modificada del Medical Research Council
PIMAX	Presión Inspiratoria Máxima
PEMAX	Presión Espiratoria Máxima