



**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
**ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**  
**TESIS DOCTORAL**

Efectividad de un Programa de Entrenamiento Físico  
Individualizado Domiciliario (PEFID), en el rendimiento de  
extremidades inferiores en pacientes con Enfermedad Pulmonar  
Obstructiva crónica avanzada.

**D.<sup>a</sup> Irene Fernández Muñoz**  
**2023**





**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
TESIS DOCTORAL

Efectividad de un Programa de Entrenamiento Físico  
Individualizado Domiciliario (PEFID), en el rendimiento de  
extremidades inferiores en pacientes con Enfermedad Pulmonar  
Obstructiva crónica avanzada.

Autor: **D.<sup>a</sup> Irene Fernández Muñoz**

Director: Dr. Juan Miguel Sánchez Nieto





**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD  
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

*Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022*

D./Dña. Irene Fernández Muñoz

doctorando del Programa de Doctorado en

Ciencias de la salud

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Efectividad de un Programa de Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID), en el rendimiento de extremidades inferiores en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva crónica avanzada.

y dirigida por,

D./Dña. Juan Miguel Sanchez Nieto

D./Dña.

D./Dña.

**DECLARO QUE:**

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

*Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:*

- *La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- *En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 26 de septiembre de 2023

Fdo:

*Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.*

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados	
Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Romera, 5. Edificio de la Consejería. 30001; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia



# **Índice**

## **Presentación**

### **I. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA**

#### **I.1. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica**

**I.1.1. Concepto y etiopatogenia**

**I.1.2. Prevalencia y Epidemiología**

**I.1.3. Clínica**

**I.1.4. Disfunción muscular en la EPOC**

**I.1.5. Actividad física en la EPOC**

#### **I.2. Tratamiento no farmacológico en la EPOC**

**I.2.1. Programas de Autogestión en la EPOC**

**I.2.2. Rehabilitación Respiratoria**

**I.2.3. Efectos de la Rehabilitación Respiratoria en la EPOC**

**I.2.4. Luces y sombras.**

**I.2.5. Programas presenciales versus no presenciales.**

**I.2.6. Cómo medir los efectos de la Rehabilitación Respiratoria**

**I.2.6.1. Capacidad de ejercicio**

**I.2.6.2. Ergometría.**

**I.2.6.3. Actividad física.**

**I.2.6.4. Disnea**

**I.2.6.5. Estado de salud.**

**I.2.6.6. Rendimiento físico.**

### **II. Hipótesis y Objetivos.**

**II.1. Planteamiento e hipótesis.**

**II.2. Objetivos.**

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

**III.1. Tipo de estudio y población.**

**III.2. Criterios de inclusión y exclusión.**

**III.3. Permisos.**

**III.4. Fuentes de datos.**

**III.5. Herramientas utilizadas y descripción.**

**III.5.1. Cuestionarios y escalas.**

**III.5.2. Equipos.**

**III.6. Evaluación de los pacientes. Visita inicial.**

**III.6.1. Recogida de variables sociodemográficas y clínicas de estudio.**

**III.6.2. Recogida de variables de resultado del estudio.**

**III.6.3. Clasificación de los pacientes.**

**III.7. Evaluación de los pacientes. Visita final**

**III.8. Recogida de variables. Grupo control.**

**III.9. Programa de entrenamiento físico domiciliario individualizado (PEFID).**

**III.9.1. Diseño del programa.**

**III.9.2. Sistemática del programa.**

**III.9.3. Material gráfico.**

**IV. Análisis estadístico.**

**V. Resultados.**

**V.1. Participantes.**

**V.2. Efecto del programa (PEFID).**

**V.3. Otras variables de resultado.**

## **VI. Discusión**

**V.1. Sobre las características de la población estudiada.**

**V.2. Sobre los resultados principales.**

**V.3. Sobre otros resultados.**

**V.4. Sobre las características de la intervención.**

**V.5. Sobre las medidas de resultado utilizadas.**

**V.6. Sobre las características del programa PEFID.**

**V.7. Sobre las fortalezas.**

**V.8. Sobre las debilidades.**

## **VII. Bibliografía.**

## **VIII. Abreviaturas.**

## **IX. Anexos.**



## **PRESENTACIÓN**

El presente trabajo recoge la actividad investigadora y asistencial que realicé en el servicio de Neumología del Hospital general Universitario Morales Meseguer entre el 1 de marzo de 2020 y el 26 de septiembre 2022.

El proyecto, una intervención de rehabilitación respiratoria (RR) en pacientes diagnosticados de EPOC, incluye, a nuestro juicio, algunos elementos innovadores:

- el diseño *ad hoc* del programa de entrenamiento muscular,
- el planteamiento de “base domiciliaria” y seguimiento telefónico, en contraposición a los programas tradicionales de RR, de base hospitalaria o presenciales, para intentar mejorar la accesibilidad y adhesión de los pacientes.
- la evaluación de resultados del programa, mediante herramientas sencillas de medición de rendimiento físico de miembros inferiores, evitando la realización de tests más complejos o costosos.

## **I. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA**

### **I. 1. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica**

#### **I. 1.1. Concepto y Etiopatogenia**

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una enfermedad respiratoria frecuente, con 251 millones de casos en todo el mundo, y potencialmente mortal que se convirtió en 2019 en la tercera causa de

muerte a nivel global (World Health Organization. Chronic Obstructive Pulmonary disease (COPD)).

El conocimiento y manejo de la EPOC ha evolucionado significativamente en años recientes. La EPOC se ha considerado tradicionalmente como una enfermedad de hombres mayores de 60 años, autoinfligida por fumar y caracterizada por una pérdida acelerada de la función pulmonar. Sin embargo, aunque fumar sigue siendo el principal factor de riesgo medioambiental (Yang, 2022), actualmente es conocido que otros factores genéticos, epigenéticos y/o ambientales también pueden conducir a ella, (Agusti, 2019), (Breyer-Kohansal, 2020), que la incidencia de la enfermedad en hombres y mujeres es similar (GOLD, 2023), que no siempre se caracteriza por una pérdida acelerada de la función pulmonar, ya que eventos pre y postnatales modulando el desarrollo pulmonar puede jugar un papel muy importante (Agustí, 2022), y que la EPOC puede aparecer incluso en personas jóvenes (Martinez, 2022).

Recientemente, en 2023, la Guía GOLD (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*) propone una nueva definición de la enfermedad; “afección pulmonar heterogénea caracterizada por síntomas respiratorios crónicos (disnea, tos, expectoración y/o exacerbaciones) debida a anomalías de las vías respiratorias y/o alvéolos que causa obstrucción persistente, a menudo progresiva del flujo de aire”. (GOLD, 2023).

Se debe considerar un diagnóstico de EPOC en cualquier paciente que presenta disnea, tos crónica o producción de esputo, tiene antecedentes de infecciones recurrentes del tracto respiratorio inferior y/o de exposición a factores de riesgo para la enfermedad; durante la

espirometría muestra una maniobra de capacidad vital forzada (CVF) con presencia de un cociente entre volumen espiratorio forzado en 1 segundo post-broncodilatador (FEV1 post-BD) y capacidad vital forzada (FEV1/FVC) menor de 0,7. El FEV1 también sirve para determinar la gravedad de obstrucción al flujo aéreo (grados GOLD 1, 2, 3, 4 o leve, moderado, grave y muy grave respectivamente). Una espirometría forzada posbroncodilatador es necesaria para el diagnóstico y valoración de la EPOC. El grado de reversibilidad en un paciente dado varía con el tiempo y no se ha demostrado que diferencie EPOC de asma, salvo cuando la limitación del flujo de aire desaparece después de administrar broncodilatadores (Hansen, 2014).

Gravedad de la obstrucción al flujo aéreo		FEV1
GOLD 1	Leve	$\geq 80\%$
GOLD 2	Moderada	$\geq 50 \leq 80$
GOLD 3	Severa	$\geq 30 \leq 50$
GOLD 4	Muy severas	$\leq 30$

**Tabla 1.** Gravedad de la obstrucción en la EPOC medida por FEV1. (GOLD, 2023)

FEV1: Volumen Espiratorio Forzado primer Segundo.

La evaluación integral de la EPOC incluye algo más que clasificar la gravedad de la obstrucción por la espirometría. También se debe evaluar síntomas y el riesgo de agudizaciones. Se utiliza la escala de disnea (Martinez, 2008) o el cuestionario de evaluación de calidad de vida CAT. La escala de disnea clasifica a los pacientes de 0 a 4. El CAT cuantifica los efectos de la EPOC en el estado de salud general (ocho preguntas con un rango de 1 a 40). Estas valoraciones, en combinación con el número y gravedad de las agudizaciones que presentó el año anterior, evalúa tridimensionalmente la gravedad (grupos A, B y E) y ayuda a enfocar el tratamiento farmacológico (Tabla 2).



**Tabla 2.** Evaluación inicial en la EPOC, adaptada GOLD 2023. CAT: cuestionario COPD Assessment Test; mMRC: escala de disnea modificada del Medical Research Council.

## **I. 1.2. Prevalencia y Epidemiología**

Dos estudios epidemiológicos nacionales previos, IBERPOC (Peña, 1997) y EPISCAN (Ancochea, 2009), determinaron la carga de EPOC en España. El último estudio de prevalencia llevado a cabo en España, el EPISCAN II tuvo como objetivo estimar la prevalencia de EPOC en la población general de 40 años o más, en 17 regiones de España (Soriano, 2021). La prevalencia de EPOC medida por cociente FEV1/FVC < 0,7 post-BD fue del 11,8% (IC 95% 11,2-12,5) con una alta variabilidad por regiones (2,4 veces). La prevalencia fue del 14,6% (IC 95% 13,5-15,7) en hombres y del 9,4% (IC 95% 8,6-10,2) en mujeres. El infradiagnóstico de EPOC fue del 74,7%. Los casos con EPOC eran una media de siete años mayores, más frecuentemente varones, de menor escolaridad y con más fumadores que la población sin EPOC ( $p < 0,001$ ). Sin embargo, la cantidad de cigarrillos y paquetes-año en participantes sin EPOC fue sustancial, al igual que el uso informado de cigarrillos electrónicos ( $p = 0,045$ ). También hubo diferencias sociodemográficas y clínicas significativas, como vivir solo, mayor número de comorbilidades, deterioro cognitivo y depresión ( $p < 0,001$ ) (Soriano, 2021).

## **I.1.3. Clínica**

Los pacientes con EPOC suelen presentar disnea, sibilancias, opresión, fatiga, limitación de actividad y/o tos con o sin producción de esputo y puede experimentar eventos respiratorios agudos caracterizados por un empeoramiento de los síntomas respiratorios llamados *Exacerbaciones* que requieren medidas preventivas y terapéuticas específicas. Los pacientes con EPOC presentan con frecuencia otras enfermedades

concomitantes (comorbilidades) que influyen en su estado clínico y pronóstico, independientemente de la gravedad de la obstrucción del flujo aéreo (Divo, 2012).

#### **I.1.4. Disfunción muscular en la EPOC**

La EPOC es una entidad de presentación heterogénea, ya que a su afectación pulmonar hay que sumar la existencia de numerosas manifestaciones sistémicas (Vogelmeier, 2017). Entre estas últimas destaca la disfunción muscular, que afecta tanto a músculos respiratorios como periféricos (Gea, 2015). Se piensa que el principal factor que genera esta disfunción en los músculos de las extremidades es el decondicionamiento, consecuencia de la reducción en el nivel de actividad física (AF) que caracteriza a muchos pacientes con EPOC (Gea, 2015), (Maltais, 2014).

La disfunción muscular periférica, está considerada uno de los factores fundamentales que condicionan la intolerancia al ejercicio de los pacientes con EPOC (Nici, 2006), (Barreiro, 2016), (Maltais, 2014). Además, puede estar relacionado con peor calidad de vida, mayor tasa de muertes y empeoramiento de la enfermedad, al disminuir la realización de actividades cotidianas (Maltais, 2014), (Swallow, 2007). Se han descrito la presencia de diferentes factores contribuyentes al desarrollo de la disfunción muscular periférica en la EPOC:

- **Atrofia muscular:** Estos pacientes tienen un menor índice de masa magra que los individuos sanos de la misma edad, incluso manteniendo el

índice de masa corporal (IMC), que afecta fundamentalmente a los miembros inferiores (MMII) (Bernard, 1998).

- Cambios estructurales en el músculo estriado: Se produce una transformación de fibras tipo I en fibras tipo II, observándose una proporción de fibras tipo I inversamente proporcional a la gravedad de la enfermedad. Así mismo, presentan menor densidad capilar en la fibra muscular periférica. (Gosker, 2007), (Kim, 2008), (Jobin, 1998).
- Cambios en la función mitocondrial y en la bioenergética muscular: Se produce una reducción en la densidad (Gosker, 2007) y alteraciones en la función mitocondrial de la fibra muscular, (Naimi, 2011), (Puente-Maestu, 2009) así como cambios en la bioenergética, con un desbalance entre metabolismo oxidativo y glicolítico (Jakobsson, 1995).

A pesar de numerosas investigaciones, actualmente no se conocen exactamente cuáles son los mecanismos que dan lugar a la disfunción muscular periférica en la EPOC. El debate habitual sitúa a la inactividad física como causa principal de la presencia de miopatías específicas y parece que es más probable la influencia del desuso (Maltais, 2014), puesto que los cambios en la musculatura en la EPOC son similares a los que se producen tras un período de inactividad en personas sin la enfermedad y, además, esta disfunción responde positivamente al entrenamiento. La Actualización sobre Disfunción Muscular Periférica en EPOC publicada en 2014 por la Sociedad Torácica Americana/Sociedad Respiratoria Europea (ATS/ERS) (Maltais, 2014), afirma que otras causas como las detalladas a continuación están implicadas: la inflamación sistémica que genera proteólisis y atrofia muscular (Doucet, 2007), el estrés oxidativo en la fibra muscular que conduce a oxidación de las

proteínas contráctiles (Marin-Corral, 2009), y que está aumentado en los pacientes EPOC en reposo y tras el ejercicio (Barreiro, 2003), (Koechlin, 2005), especialmente en aquellos con hipoxia crónica (Koechlin, 2005), (Couillard, 2005), y el consumo de corticoides, ya que éstos generan una inhibición de la síntesis proteica y un incremento de los mecanismos de proteólisis en la fibra muscular (Schakman, 2009).

La disfunción muscular periférica en la EPOC se ha analizado en el cuádriceps, objetivándose una reducción en la fuerza contráctil en el 20-30% de los pacientes (Maltais, 2014), evaluada tanto de forma activa (Man, 2005), como mediante la estimulación magnética del nervio femoral (Seymour, 2009), con un declive progresivo de ésta, independiente de factores como la función pulmonar y las exacerbaciones (Hopkinson, 2007). También se ha observado una disminución en la resistencia muscular, sobre todo de los cuádriceps, relacionándose con aumento de disnea, mientras que esta sintomatología no se ha descrito para la musculatura de los miembros superiores (Maltais, 2014).

La disminución en la resistencia muscular de los cuádriceps se ha encontrado incluso en pacientes con EPOC leves-moderados sin pérdida, ni en la masa magra ni en la fuerza, con una correlación inversa y significativa entre resistencia muscular y estrés oxidativo e hipoxia (Marin-Corral, 2009), (Van den Borst, 2013). Se ha podido observar que la función pulmonar no es la principal limitante, ya que la capacidad de ejercicio no mejora significativamente tras la broncodilatación (Couillard, 2005). La hiperinsuflación dinámica que desarrollan los individuos con EPOC durante el ejercicio limita la capacidad de esfuerzo (Divo, 2012), aunque no puede afirmarse que sea el factor principal. Por su parte, la disnea producida por

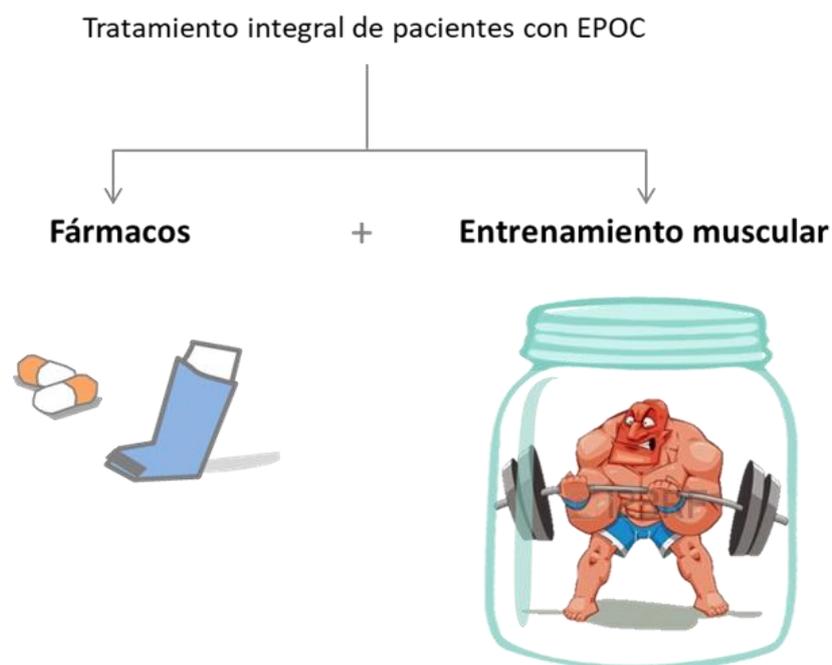
la disfunción muscular tiene una implicación más importante (Gosselink, 1996), (Saey, 2003). Además, un efecto de la disfunción muscular periférica es la producción precoz de lactato durante el ejercicio, lo que contribuye al incremento en las demandas ventilatorias y a la aparición de disnea (Casaburi, 1991), que constituye un factor adicional e indirecto a la reducción en la capacidad de ejercicio. En la EPOC, la inactividad forma parte del círculo vicioso cuyos componentes serían disnea, inactividad y pérdida de tono y masa muscular y más inactividad física.

#### **I.1.5. Actividad física en la EPOC**

La AF en la vida diaria es un concepto de creciente interés por su estrecha relación con la salud. Por ello, uno de los objetivos prioritarios de las políticas sanitarias a nivel mundial está siendo la promoción de la AF como una medida para mejorar la salud. Existen numerosas evidencias en la población general, e incluso en personas sanas, que avalan el concepto de que a mayor nivel de AF, mayor nivel de salud. Además, la inactividad física es el más prevalente entre los factores de riesgo potencialmente modificables relacionados con el desarrollo de enfermedades crónicas (Warburton, 2007). Las enfermedades crónicas que guardan una estrecha relación con la inactividad física son importantes y prevalentes. En este grupo de enfermedades crónicas potencialmente prevenible, a través de la AF, se incluye la EPOC (García-Aymerich, 2007).

El nivel de AF se ha presentado incluso como el parámetro con mayor capacidad de discriminación para predecir mortalidad en pacientes con EPOC, por encima de la función pulmonar, los síntomas respiratorios, la calidad de vida, la capacidad de ejercicio o diversos parámetros de función

cardiovascular. Aunque la gravedad de la EPOC se suele clasificar en etapas basadas en la obstrucción de la vía aérea (GOLD, 2023), el rendimiento físico se considera más útil desde el punto de vista pronóstico, que la propia obstrucción de la vía aérea. Por todo ello, las revisiones sistemáticas de la literatura clasifican la asociación entre AF y evolución de la EPOC como evidencia consistente y de calidad moderada-alta (Garcia-Aymerich, 2017), por lo que hoy en día ya resulta inconcebible estudiar la evolución de la EPOC sin considerar la evaluación de la AF. En los últimos años, estamos asistiendo a una eclosión de intervenciones de RR para aumentar la actividad física en pacientes con EPOC (Gimeno-Santos, 2014). No existe ningún fármaco que tenga tantos efectos beneficiosos sobre tantas variables clínicas y con efectos tan duraderos como los que tiene el entrenamiento muscular. Así como tampoco existe ningún fármaco que implique una inversión más baja que los costes del más sofisticado programa de RR si se compara con los costes de I+D de cualquier nuevo fármaco (Estrada, 2008).



**Figura 1:** Ilustración sobre la entrega de la rehabilitación respiratoria en la EPOC.

La reducción del nivel de AF en la vida diaria es un importante predictor de mortalidad en pacientes con EPOC. (Gimeno-Santos, 2014) (Waschki, 2011) (Garcia-Rio, 2012) (Vaes, 2014). El aumento del comportamiento sedentario también se asocia con efectos negativos sobre la salud, que difieren de los que pueden ser atribuidos a la AF reducida en la vida diaria (Hollmann, 2007). De hecho, los términos comportamiento sedentario e inactividad física son mezclados de forma confusa. Sin embargo, estos son resultados diferentes, ya que es posible que un individuo alterne actividad física, entre moderada a potente, y un comportamiento sedentario a lo largo del mismo día (Tremblay, 2010). La diferenciación entre estos términos ha sido recientemente revisada (Tremblay, 2010), (Katzmarzyk, 2009), (Hill, 2015). Las dos definiciones más comunes de sedentarismo son las siguientes: “actividades basadas únicamente en baja intensidad”

y “actividades realizadas a una intensidad metabólica de 1,5 equivalente de tarea [MET] y otra que combina baja intensidad (1,5 MET) con una gran proporción del día pasado en la postura sentada o reclinada” (Gibbs, 2015). Generalmente los comportamientos sedentarios incluyen leer, ver televisión, el uso de ordenadores. Por el contrario, el término “inactivo” debe usarse para describir a aquellas personas que están realizando cantidades insuficientes de actividad física de moderada a vigorosa, es decir, no cumplir con las pautas específicas de actividad física (como participar en 30 min/día de actividades 3 MET en 5 día/semana) (Garber, 2011).

Los pacientes con EPOC suelen hacer muy poca actividad en intensidades moderadas o potentes y el comportamiento sedentario es el predominante en su vida diaria (Hill, 2015), (Pitta, 2005). Estudios previos han demostrado la asociación entre el perfil de actividad física y la mortalidad entre muchos otros resultados en estas personas (Gimeno-Santos, 2014), (Andrianopoulos, 2015), (Watz, 2014), (Hartman, 2013). Sin embargo, hasta el momento, no hay estudio sobre la EPOC que haya investigado la asociación entre mortalidad y variables de comportamiento sedentario (en lugar de variables de la actividad física), según las definiciones mencionadas anteriormente. A pesar de los conocidos vínculos entre la actividad física en la vida diaria y mortalidad en la EPOC y entre sedentarismo y mortalidad en la población general (Katzmarzyk, 2009), (Biswas, 2015), el vínculo entre sedentarismo y mortalidad aún no se ha descrito suficientemente en la EPOC, aunque algunos estudios si confirman que sedentarismo es un predictor independiente de mortalidad en sujetos con EPOC, incluso ajustando por actividad física moderada a vigorosa y otras variables (Furlanetto, 2017).

## **I.2.Tratamiento no farmacológico en la EPOC**

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) es una enfermedad frecuente, prevenible y tratable (GOLD, 2023).

Las recomendaciones de las principales guías de práctica clínica, animan a iniciar tratamientos tempranos, antes de que los pacientes enfermen gravemente. Las vías de tratamiento también se han actualizado y simplificado. Algunos tratamientos son recomendados para prevenir brotes de EPOC, conocidos como exacerbaciones. Las recomendaciones ahora también reconocen la evidencia de que algunas opciones de tratamiento, como la terapia triple (una combinación de tres medicamentos para la EPOC administrados juntos en un solo inhalador), pueden reducir el riesgo de muerte en pacientes con EPOC. Como tal, actualmente se pone más énfasis en la importancia de la supervivencia del paciente como objetivo del tratamiento y la administración más temprana de tratamientos que pueden reducir el riesgo de mortalidad.

La herramienta de evaluación inicial y algoritmos de tratamiento de seguimiento revisados en el informe GOLD 2023 (GOLD, 2023), facilita la implementación de recomendaciones en el entorno clínico. Se necesita un seguimiento cuidadoso después del inicio de cualquier terapia para monitorear respuesta al tratamiento y hacer los ajustes necesarios.

El tratamiento no farmacológico es una pieza clave en el manejo integral de la EPOC:

- La educación para la salud debe ser ofrecida a todos los pacientes, estos deben recibir información básica sobre la EPOC, sus tratamientos

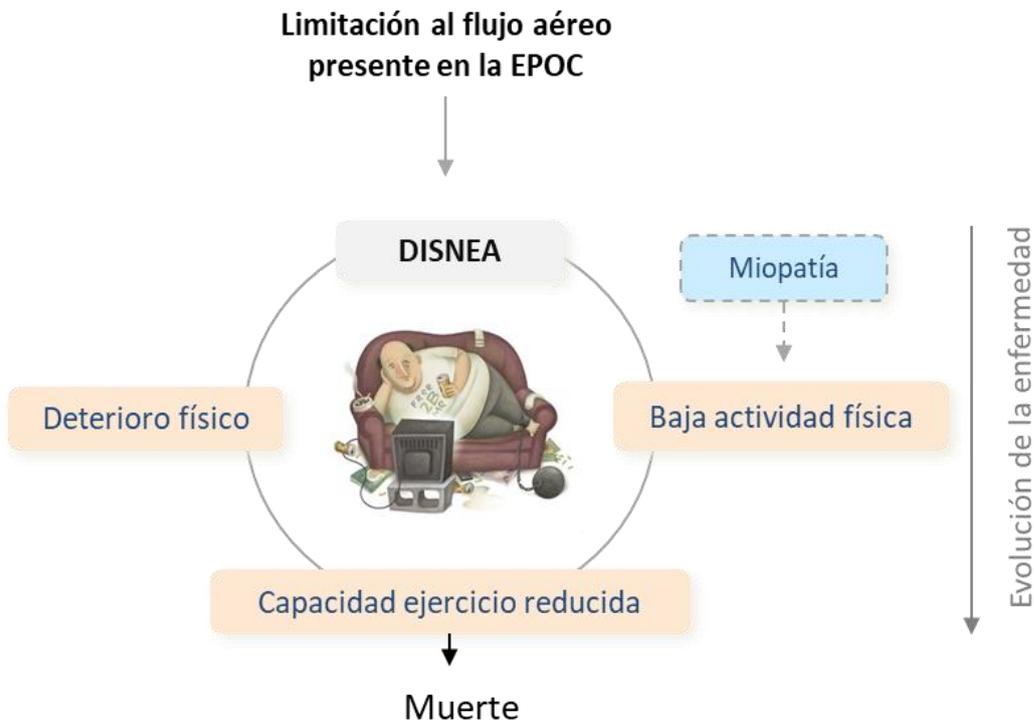
(medicamentos respiratorios y dispositivos de inhalación), estrategias para minimizar la disnea y consejos sobre cuándo buscar ayuda.

- Dejar de fumar. Aproximadamente el 40% de las personas con EPOC siguen fumando a pesar de saber que tienen la enfermedad, y este comportamiento tiene un impacto negativo en el pronóstico y progresión de la enfermedad (Montes, 2020). A todos los pacientes que siguen fumando se les debe ofrecer ayuda y tratamiento para el abandono del tabaco.

- Vacunación. Según las pautas locales, se debe ofrecer a los pacientes la vacunación contra la influenza, el neumococo, el COVID-19, la tos ferina, y herpes zóster, si aún no las ha recibido.

- Actividad física. Está disminuida en pacientes con EPOC (Pitta, 2005), por lo que a todos los pacientes se les debe alentar a mantenerse activos. El reto es promover y mantener la actividad física. (Mantoani, 2016), (Watz, 2014). Las intervenciones basadas en la tecnología tienen el potencial de proporcionar medios accesibles para mejorar la autoeficacia en el ejercicio, educar y motivar a los pacientes a adoptar un estilo de vida saludable. (Spielmans, 2022). Según García-Aymerich, en las evidencias recientes, la EPOC podría incluirse entre las enfermedades crónicas potencialmente prevenibles a través de la AF (García-Aymerich, 2007). Desde el principio de la enfermedad los niveles de actividad física son bajos en estos pacientes (Watz, 2009). Durante la actividad física la disnea tiende a aparecer o a empeorar, y los pacientes tienden a evitarla produciéndose una pérdida de acondicionamiento muscular y una disminución de la capacidad ejercicio; el paciente se adapta disminuyendo más la actividad física lo que lleva al sedentarismo, completando un

círculo vicioso de disnea- baja actividad física- empeoramiento disnea (Figura 2).



**Figura 2:** Círculo vicioso de la actividad física en la EPOC. Disnea-baja actividad-incapacidad-disnea

El sedentarismo lleva a una disminución progresiva de la musculatura, de la fuerza, flexibilidad y equilibrio (Embil, 2007), agrava los síntomas respiratorios y se produce una progresión de la EPOC. Menores niveles de AF se asocian a mayor riesgo de exacerbación, hospitalización y muerte de estos pacientes (Gimeno-Santos, 2014). Por tanto, intervenciones que promuevan la actividad diaria poseen el potencial de romper este círculo vicioso, produciendo mejorías clínicamente relevantes. El nivel de AF se ha

presentado incluso como el parámetro con mayor capacidad de discriminación para predecir mortalidad en pacientes con EPOC, por encima de la función pulmonar, síntomas respiratorios, calidad de vida, capacidad de ejercicio o diversos parámetros de función cardiovascular (Waschki, 2011) y aunque la gravedad de la EPOC se clasifica según el nivel de la obstrucción de la vía aérea, medida por el FEV1 (GOLD, 2023) el rendimiento físico se considera más útil desde un punto de vista pronóstico, que la propia obstrucción de la vía aérea (Mantoani, 2016).

- Rehabilitación respiratoria. Las revisiones sistemáticas de la literatura clasifican la asociación entre AF y evolución de la EPOC como evidencia consistente y de calidad moderada-alta (Garcia-Aymerich, 2017), por lo que hoy en día ya resulta inconcebible estudiar la evolución de la EPOC sin considerar la evaluación de la AF. En los últimos años, estamos asistiendo a una eclosión de intervenciones de RR para aumentar la actividad física en pacientes con EPOC.

En el libro “EPOC diagnóstico y tratamiento integral” (Giraldo, 2012) podemos leer: “No existe ningún fármaco que tenga tantos efectos beneficiosos sobre tantas variables clínicas y con efectos tan duraderos como los que tiene el entrenamiento muscular, así como no existe ningún fármaco que implique una inversión más baja que los costos del más sofisticado de un programa de RR si lo comparamos con los costos de I+D de cualquier nuevo fármaco”.

### **I.2.1. Programas de Autogestión en la EPOC.**

En los últimos años estamos asistiendo a un cambio del perfil epidemiológico con una gran proporción de personas mayores que padecen numerosas comorbilidades (enfermedades crónicas, degenerativas y neoplásicas). El paradigma asistencial episódico (basado en el tratamiento de pacientes agudos) ya no es suficiente para la actual problemática asistencial. En este contexto, Edward Wagner y colaboradores desarrollaron a finales de los 90, en el Instituto *MacColl* de Seattle (EEUU), un modelo asistencial innovador para pacientes con enfermedades crónicas. (MacColl. 1998). El *modelo de cuidados crónicos* identifica varios elementos esenciales y reconoce que la gestión de enfermedades crónicas es el resultado de las interacciones de tres áreas superpuestas:

- 1) La comunidad como grupo, con sus políticas y múltiples recursos públicos y privados.
- 2) El sistema sanitario, con sus organizaciones de proveedores y sistemas de seguros.
- 3) La práctica clínica. Dentro del marco de la provisión de servicios de salud, la autogestión emerge como un elemento esencial que pretende conseguir que el paciente crónico sea activo, autónomo y esté informado, contando con un equipo multidisciplinar de profesionales.

El artículo de Worth y colaboradores define por primera vez la autogestión relacionada con la EPOC como “una actitud activa del paciente en el control de su enfermedad, basada en una conducta suficiente para conseguir una adherencia óptima al tratamiento y además atender y

actuar a tiempo frente a los síntomas de exacerbación” (Worth, 1997). La participación activa y conducta adecuada constituye la esencia del concepto de autoeficacia o la confianza que tiene el paciente en su capacidad para ejecutar con éxito determinadas conductas favorecedoras de su salud (Wigal, 1991).

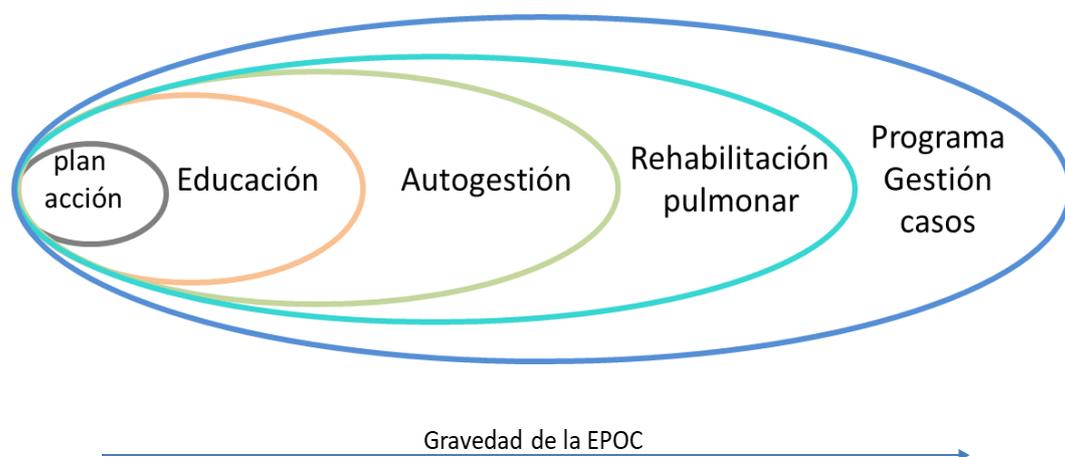
Los planes de autotratamiento o autogestión surgen como una respuesta a la necesidad de favorecer ámbitos asistenciales coherentes con la cronicidad, integrados, coordinados y fluidos para una asistencia efectiva y de calidad. La participación activa + una conducta adecuada = autoeficacia o la confianza en su propia capacidad para ejecutar con éxito determinadas conductas.

Si bien los programas de autogestión para algunas afecciones crónicas, como la diabetes, están bien establecidos (Davies, 2008), la evidencia en EPOC está más fragmentada (Effing, 2007). Existe una gran variabilidad en la naturaleza de las intervenciones, medidas de resultado y tiempo de seguimiento. Mientras algunos programas ofrecen la educación como un evento único (McGeoch, 2006), otros se extienden durante períodos mucho más largos (Effing, 2011). Intuitivamente, uno podría esperar que niveles más altos de supervisión produzcan mejores resultados. Sin embargo, se ha evidenciado que algunos programas con solo una supervisión mínima han tenido un impacto significativo en la utilización de la atención médica y el estado de salud (Khdour, 2009).

Existe evidencia sólida de que las intervenciones orientadas a la participación activa del paciente en su tratamiento se asocian con mejores resultados en la EPOC (Adams, 2007) (Zwerink, 2014). La mayor magnitud de beneficio en los estudios procede de intervenciones multicomponente

y aunque la intervención más exitosa no es fácilmente identificable, la mayoría de ellas, incluyen información sobre la enfermedad, adiestramiento de la técnica inhalatoria e intervenciones de RR (Sánchez-Nieto, 2016). Sin embargo, la mayoría de pacientes con EPOC son de edad avanzada, a menudo dependientes, lo que dificulta el éxito de este tipo de intervenciones de autogestión y la magnitud de beneficio en la EPOC no podrá ser nunca el alcanzado en otras condiciones como el asma. Por tanto, existe un consenso global acerca de la necesidad de reorientar la atención hacia un modelo integral coherente con la cronicidad, con diversificación de servicios y orientación personalizada.

La autogestión en la EPOC se basa en un continuo de atención, y el nivel de apoyo ofertado debe decidirse en función de las necesidades del individuo. Parece lógico que los pacientes menos graves puedan recibir un enfoque más simple para el autocontrol y que se aumente el apoyo a medida que aumenta la complejidad de los requisitos individuales como se propone en el modelo de Wagg (Wagg, 2012) (Figura 3).



**Figura 3.** Propuesta de espectro de apoyo para la EPOC.

Adaptado de Wagg y colaboradores.

Este modelo ofrece aclaraciones sobre el contenido y los procesos mediante los cuales se logran los distintos niveles de apoyo. Ayuda a la definición de términos y puede ayudar a identificar las necesidades individuales y el nivel de atención que se requiere. Los profesionales de la salud pueden usar esta herramienta para ayudar a construir intervenciones, identificar medidas de resultado apropiadas y definir la intervención de manera estandarizada. Como sugiere Effing en su artículo (Effing, 2011), para los pacientes más graves debería ser importante que el programa de rehabilitación respiratoria más completo incluya el autocuidado, es decir, "Cuidados integrados". Para personas menos complicadas cuyas necesidades son más básicas, una intervención mínima como un "plan de acción" podría ser suficiente.

Por último, la autoeficacia es un aspecto importante del cambio de conducta en los pacientes con enfermedades crónicas que precisan modificar sus estilos de vida o ser adherentes a intervenciones como la RR. Si identificamos déficits en autoeficacia y tratamos de mejorarlos, el cambio de conducta podría ser más exitoso.

### **I.2.2. Rehabilitación Respiratoria**

La Rehabilitación Respiratoria se define como, "una intervención integral basada en una evaluación exhaustiva del paciente seguida de terapias adaptadas a los pacientes, que incluyen pero no se limitan, a ejercicios de entrenamiento, educación, intervención de autogestión con el objetivo de cambio hacia una conducta favorable al autocuidado; diseñado para mejorar la condición física y psicológica de las personas con enfermedad

respiratoria crónica y para promover la adherencia a largo plazo a comportamientos que mejoran la salud. (Spruit, 2013).

Debido a los estudios bien diseñados y de muestra amplia previamente publicados, no hay necesidad de nuevos ensayos controlados aleatorizados (ECA) para demostrar que los beneficios de la RR son considerables; ha mostrado ser la estrategia terapéutica más efectiva para mejorar los síntomas diarios, el rendimiento del ejercicio y el estado de salud en la EPOC, independientemente de la etapa complejidad de la enfermedad, incluso en pacientes con insuficiencia respiratoria e hipercapnia crónica (Lacasse, 2006) (McCarthy, 2015) (Puhan, 2016).

La RR también se clasifica como una de las estrategias de tratamiento más coste-efectivas en la EPOC. En la pirámide de valor (coste-eficacia) de diferentes intervenciones farmacológicas, la RR expresados en QALY (*Quality-Adjusted Life Year*: años de vida ganados ajustados por calidad) tiene un coste entre 2000 y 8000 dólares (Zoumot, 2014) (Figura 4).



**Figura 4.** Rentabilidad relativa de la Rehabilitación Respiratoria frente otros tratamientos para EPOC QALY: años de vida ajustados por calidad. Modificado de (Zoumot, 2014).

Recientemente, el término "medicina personalizada", se ha utilizado para describir el uso de genómica, proteómica y biomarcadores para adaptar con precisión a la teoría de acuerdo a las características fenotípicas de un paciente individual (Pitta, 2005). Aunque la RR está aún lejos de este nivel de conocimiento, podemos tratar de planear programas personalizados de RR, teniendo en cuenta los factores clínicos, funcionales, ambientales y sociales de cada paciente. El universo mecánico de Newton, en el que los grandes problemas pueden dividirse en problemas más pequeños, analizados y resueltos por deducción racional, ha influido fuertemente en nuestra práctica actual de la medicina y nuestro enfoque de la EPOC como una única enfermedad, definida operativamente por los resultados de la espirometría, es un excelente ejemplo de esta metáfora de la máquina: los proveedores de salud tienen que abordar esta obstrucción respiratoria utilizando el conocimiento y habilidades adquiridas, transformando la

narración en “escala de grises” del paciente en un diagnóstico en “blanco y negro” que pueda categorizar y etiquetar al paciente (Simpkin, 2016). La medicina actual ignora en gran medida la afirmación de Osler de que la medicina es una ciencia de la incertidumbre y un arte de la probabilidad de incertidumbre (Bean, 1950).

El manejo actual de la EPOC aún se basa en resultados predecibles y binarios, respaldados por ECA, no tolera la incertidumbre y se aleja de los algoritmos, de manejar a los pacientes maximizando de forma personalizada los beneficios para la salud. Las múltiples caras de la medicina personalizada, la definición y el alcance del término “medicina personalizada” varían ampliamente y los términos “medicina de precisión, medicina personalizada e individualizada” a menudo se usan indistintamente (FORUM Academy of Medical Sciences, 2015).

También recientemente, se ha introducido la denominación “rasgos tratables” (Agusti, 2016). Se refiere a un enfoque de precisión de la medicina para el diagnóstico y manejo de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias en general. La gestión debe basarse en rasgos individuales tratables y estos rasgos se resumen en tres grupos: rasgos pulmonares tratables, rasgos extrapulmonares tratables y factores de riesgo de comportamiento y estilo de vida tratables. El entorno del paciente se ha incluido como un rasgo tratable distinto, lo que subraya la creciente conciencia e importancia de la “personómica” como una estrategia de gestión integrada a la hora de dirigir las intervenciones terapéuticas (Agusti, 2016). Aún así, este enfoque se centra en la evaluación de rasgos separados, mientras que se necesitan enfoques integrados y holísticos para abordar la complejidad de cada paciente.

Además, debe tenerse en cuenta que abordar un problema tratable debe basarse en una comprensión profunda de los factores individuales subyacentes. Por ejemplo, una variedad de barreras y facilitadores sociales y personales pueden limitar o alentar la participación en la actividad física en pacientes con EPOC. Para abordar la actividad física como un rasgo tratable, será importante comprender estas influencias cognitivas específicas del paciente sobre la participación en la actividad física, para facilitar la planificación del tratamiento personalizado (Kosteli, 2017).

Los enfoques personalizados y centrados en el individuo para pacientes con EPOC no son nuevos en la medicina respiratoria. De hecho, la primera declaración autorizada de Rehabilitación respiratoria, la introdujo como un arte de la práctica médica, en el que se formula un programa multidisciplinario personalizado a través de un diagnóstico preciso, apoyo emocional y educación para estabilizar o revertir las manifestaciones fisiopatológicas y psicopatológicas de las enfermedades pulmonares. Tal programa debe tratar de devolver al paciente a la mayor capacidad funcional posible permitida por la discapacidad y situación general de la vida (Hodgkin, 1981).

Para ofrecer un enfoque holístico, los programas de RR deben estar organizados en torno al paciente y sus necesidades identificadas. El profesional de la salud debe tener en cuenta que los comportamientos de salud individuales son creados en una red compleja de influencias sociales, genéticas, relacionales, individuales y biológicas (Bauman, 2003) y que las personas tienen diferentes personalidades, resiliencias y recursos que influyen en su adaptación a la enfermedad (Ziegelstein, 2015). A medida

que los desarrollos en el cuidado de la salud y la sociedad empujan hacia una mayor autonomía para el individuo, la salud y el cuidado se ponen cada vez más en manos del paciente, enfatizando así una mayor autonomía del individuo. La medicina personalizada o individualizada cambiará fundamentalmente la forma en que se desarrollan las terapias y explorará cómo los factores genéticos, ambientales y de estilo de vida interactúan en nuestros organismos para fomentar la salud o desarrollar enfermedad. Además de la variabilidad biológica, los individuos difieren mucho en términos de cómo la enfermedad afecta a sus vidas. La RR aporta un enfoque integral para el manejo personalizado de los pacientes con EPOC, basado en una evaluación exhaustiva de los rasgos tratables. Esta aportación en el cuidado de pacientes crónicos respiratorios, será crucial para mantener la adherencia, a largo plazo, de aquellas conductas que mejoren su salud (Ziegelstein, 2015).

En todos los casos, tanto la evaluación previa como el alcance y la intensidad de la intervención deben ser personalizadas para maximizar el beneficio funcional de la RR. Los pacientes, previamente a su inclusión en programas de RR, deben ser evaluados cuidadosamente en sus circunstancias personales incluyendo: metas personales, necesidades específicas de salud, estatus de fumador, estado nutricional, autoeficacia, estatus mental, circunstancias sociales, comorbilidades, capacidad ejercicio y limitaciones físicas (Kosteli, 2017).

### **I.2.3. Efectos de la Rehabilitación Respiratoria en la EPOC**

Todos los pacientes con EPOC, además de seguir un tratamiento farmacológico correcto, deberían incluirse en programas de RR y éstos deberían ser asumibles para todos los pacientes con enfermedades respiratorias independientemente de la edad y nivel de gravedad, siendo fundamental adaptar el programa a cada paciente de forma personalizada (Güell, 2008), (Li, 2021).

En la mayoría de los pacientes con EPOC, la disminución en la fuerza muscular es proporcional a la pérdida de masa muscular, lo que sugiere que, en el inicio, la disfunción del músculo esquelético es causada en paralelo a la inactividad crónica y al desacondicionamiento muscular más que a la miopatía. (Bernard, 1998). La existencia de disnea en la EPOC disminuye la actividad física, y esta disminución de la AF induce y acelera la disfunción del músculo esquelético, empeorando la disnea en los pacientes, formando el círculo vicioso, anteriormente descrito (Figura 2) (Corhay, 2014). Recientemente, la función muscular de las extremidades inferiores se ha asociado con la capacidad de ejercicio en la EPOC. Estudios previos han confirmado que la disfunción del músculo esquelético contribuye de forma importante y adicional a la restricción del ejercicio y déficit funcional en la EPOC, (Saey, 2003),(Gagnon, 2009) también está íntimamente relacionado con la calidad de vida, tasa de reingresos y mortalidad (Nyberg, 2016), (Maltais, 2014).

La RR diseñada para la EPOC tiene efectos clínicos significativos en la mejora de la disnea, la calidad de vida y la capacidad de ejercicio (GOLD 2023). Como piedra angular de la rehabilitación respiratoria, el entrenamiento al ejercicio puede revertir o al menos estabilizar efectivamente la pérdida de masa y fuerza del músculo esquelético en

pacientes con EPOC, y se considera actualmente la intervención “*no farmacológica*” más eficaz para el tratamiento de la disfunción del músculo esquelético en la EPOC (Jaitovich, 2018).

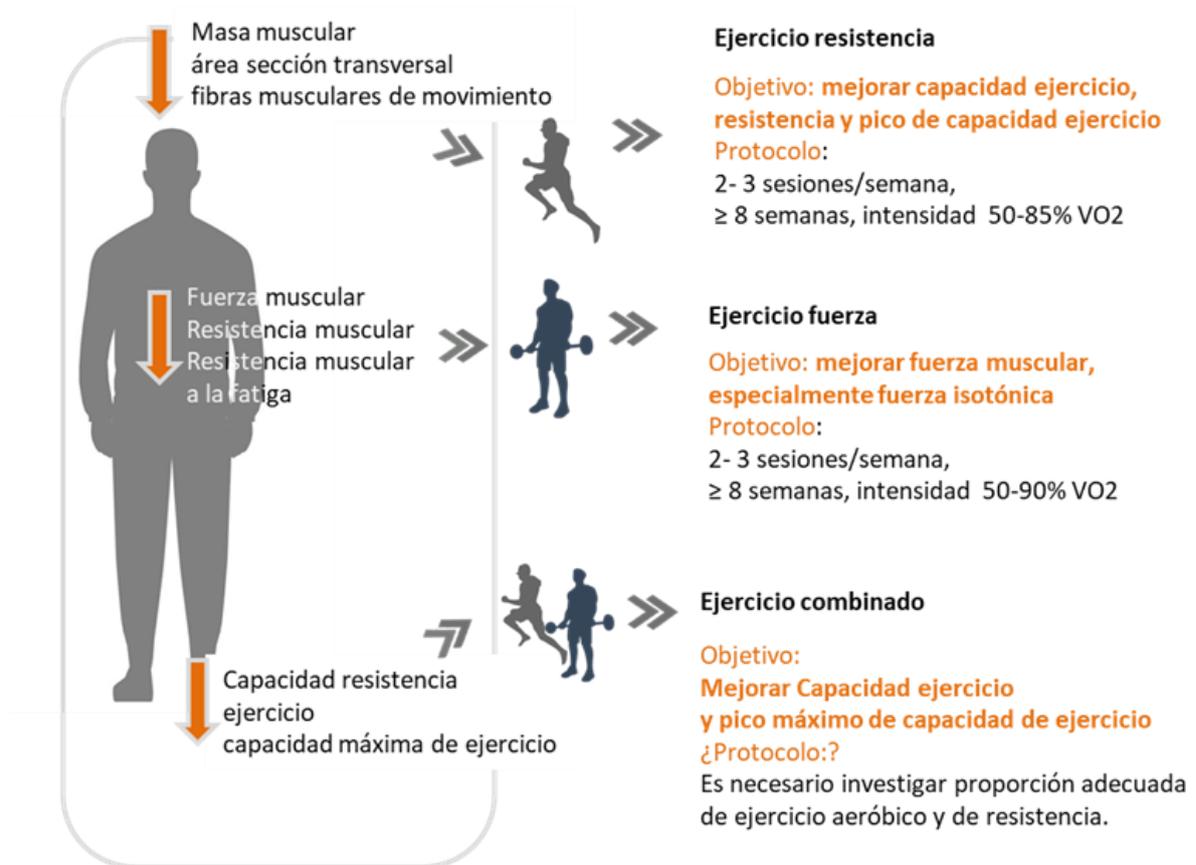
La Sociedad Torácica Americana/Sociedad Respiratoria Europea (ATS/ERS) proporcionó una breve descripción general de los efectos de intervenciones de ejercicio sobre la función y la masa muscular, lo que demuestra que las intervenciones de entrenamiento al ejercicio pueden mejorar la morfología y función del músculo esquelético (Maltais, 2014), pero la literatura incluida que aborda este problema, es extensa y heterogénea.

Otra directriz internacional, describió y analizó los efectos de diferentes modalidades de ejercicio en la disfunción del músculo esquelético en la EPOC y proporcionó una escala GRADE para la calidad de la evidencia (Barreiro, 2015). En 2018, una revisión que incluyó 70 artículos, concluyó que la intervención con ejercicios podría mejorar la fuerza, la resistencia y la masa del músculo esquelético en la EPOC, a pesar del hecho de que los programas de intervención y las medidas de resultado fueran muy heterogéneas (De Brandt, 2018). Algunos Metaanálisis exploraron los efectos del ejercicio en la EPOC, de una sola modalidad de ejercicio o compararon los efectos de dos modalidades de ejercicio, pero no se conoce el efecto cuantitativo del ejercicio sobre la masa muscular esquelética periférica, fuerza o capacidad de ejercicio en la EPOC (Li, 2019) (Lepsen, 2015).

Una reciente revisión sistemática y metanálisis (Li, 2021), ha explorado estos efectos, y confirma que la intervención del entrenamiento de ejercicio durante más de 6 semanas, efectivamente puede mejorar la fuerza del músculo esquelético periférico y la capacidad de ejercicio en

pacientes con EPOC estable. Aunque el efecto cuantitativo del ejercicio sobre la masa muscular esquelética periférica, fuerza o capacidad de ejercicio en la EPOC no es suficientemente conocido, algunos metaanálisis han evaluado los efectos de una sola modalidad de ejercicio o han comparado los efectos de dos modalidades de ejercicio en estos pacientes.

El ejercicio con diferentes modalidades parece efectivo para mejorar la fuerza del músculo esquelético periférico y la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC estable. Específicamente, el entrenamiento al ejercicio, muestra una mayor mejora en la resistencia y la capacidad máxima de ejercicio, y entrenamiento de resistencia muestra una mayor mejora en el periférico fuerza musculo esquelético periférico. Los posibles efectos de las modalidades de entrenamiento en la EPOC se describen en la Figura 5.



**Figura 5:** Disfunción del músculo esquelético de la EPOC y posibles efectos del ejercicio sobre ella.

CSA, área de la sección transversal; RM, máximo de repeticiones; VO2 peak, consumo máximo de oxígeno.

Modificado de (Li, 2021).

La RR es un pilar fundamental de tratamiento para personas con enfermedades respiratorias crónicas (GOLD, 2023), (Chronic obstructive pulmonary disease in over 16s: diagnosis and management.2019), (Dowman, 2014), (Lee, 2017), (Morris, 2017).

El modelo de RR convencional, consiste en entrenamiento físico supervisado, educación, estrategias de autogestión, al menos dos veces por semana durante 8 semanas o más. Hay evidencia de nivel 1 de los

beneficios de la rehabilitación respiratoria en EPOC, incluida mejoras en la capacidad de ejercicio, disnea, calidad de vida relacionada con la salud y reducción ingresos hospitalarios (McCarthy, 2015) (Puhan, 2016). La RR es particularmente efectiva en pacientes con EPOC avanzada con exacerbaciones frecuentes, en quienes los beneficios de esta terapia incluyen reducciones significativas en hospitalización y probablemente podrían mejorar la supervivencia (Puhan, 2016), (Lindenauer, 2020). A pesar de estos beneficios importantes, la rehabilitación respiratoria está muy infrautilizada a nivel mundial. Datos de Estados Unidos y Canadá muestran que menos del 5% de las personas son elegidos alguna vez emprender un programa de RR (Nishi, 2016) (Camp, 2015). Esta falta de implementación de la RR, propició que la ATS (American Thoracic Society) y la ERS (European Respiratory Society) publicaran una declaración conjunta de políticas y estrategias en 2015 sobre “Mejora de la implementación, uso y Entrega de Rehabilitación Respiratoria” (Rochester, 2015). Entre sus recomendaciones, la declaración de política de ATS/ERS reclama “modelos de programa innovadores de rehabilitación respiratoria basados en la evidencia más accesibles y aceptables para pacientes y pagadores del sistema”.

El desafío de desarrollar y probar nuevos modelos de programas de RR, están siendo adoptados por la comunidad científica en investigación de RR. Publicaciones recientes han proporcionado nuevas evidencias sobre los efectos de los nuevos modelos de RR, como “tele-rehabilitación” (Tsai, 2017); modelos de bajo coste domiciliarios (Holland, 2017), (Horton, 2018); y creación de “Webs” de rehabilitación respiratoria (Bourne, 2017). Algunos de estos ensayos, diseñados para mostrar “no inferioridad”, utilizando métodos robustos, han demostrado resultados similares a los

de RR tradicional centralizada de base hospitalaria (Holland, 2017) (Bourne, 2017). Como consecuencia, existe un creciente interés clínico en la implementación mundial en estos modelos. A pesar de aumentar la capacidad de los centros tradicionales, es sin duda un camino a seguir, hay un valor añadido en los nuevos modelos que amplían el acceso y aumentan la participación en la RR. Estas circunstancias se hicieron muy evidentes durante el comienzo de la pandemia por coronavirus (COVID-19), cuando programas basados en centros sanitarios en todo el mundo fueron cerrados rápidamente para reducir el riesgo de propagación viral entre los pacientes, y muchos programas intentaron una rápida transición a la modalidad basada en el domicilio o en modelos de telesalud. Sin embargo, existe poca información sobre la mejor manera de implementar estos modelos en el entorno clínico real. Para apoyar el despliegue rutinario de modelos emergentes de RR en la provisión de servicios, es importante definir las características claves requeridas para que un programa sea considerado “rehabilitación respiratoria”, con el fin de entender su base de evidencia, y aumentar la confianza de un resultado exitoso para los individuos que participen. Los resultados esperados de la RR son: la mejora de la disnea, calidad de vida, tolerancia al ejercicio y, en los pacientes con EPOC, una reducción de ingresos hospitalarios (Spruit, 2013).

Aunque el potencial de los modelos emergentes de RR para mejorar el acceso y la igualdad en salud es sustancial, hay que reconocer que la adopción de nuevos modelos de RR conllevan cierto riesgo para pacientes, proveedores y pagadores en relación con el mantenimiento de resultados de alta calidad. El proceso y los resultados de la RR basada en un centro

tradicional, ha sido definido cuidadosamente en las Guías y directrices internacionales (Spruit, 2013), (Bolton, 2013).

Como consecuencia, el estándar de atención es relativamente consistente en todos los programas, y los resultados de la RR son significativos para los pacientes y su sistema de salud (Steiner, 2018).

Actualmente, no hay acuerdo sobre el papel de los modelos emergentes de RR la formación y los requisitos necesarios de estos modelos para los proveedores de atención médica. Por otro lado, también hay que clarificar los requisitos de calidad para asegurar su implementación sea exitosa. Es necesario un nuevo enfoque para el futuro de la RR, que reconozca el desarrollo y la adopción de modelos emergentes, definir componentes esenciales y deseables, y asegurar que la calidad de los resultados se mantiene. Según el estudio de Holland, los principales componentes esenciales de un modelo de rehabilitación respiratoria, identificados a través de un proceso de consenso *Delphi* (era necesario alcanzar una mediana de puntuación  $< 2$  (totalmente de acuerdo o de acuerdo es esencial) y alto consenso (rango intercuartílico, 0).



**Figura 6.** Componentes esenciales de la rehabilitación respiratoria. Modificado de (Holland, 2021). RR; rehabilitación respiratoria.

#### **I.2.4. Luces y sombras.**

Numerosos factores contribuyen a la brecha existente entre la evidencia sobre los beneficios de la RR y la prestación efectiva de estos.

En 2013 las ATS / ERS realizaron una nueva declaración de consenso (Spruit, 2013). En dicho documento, se identificaron los factores clave que contribuyen al enorme déficit en la disponibilidad de RR a nivel mundial, proporcionando recomendaciones para mejorar la disponibilidad y accesibilidad a los pacientes; reconociendo, finalmente; que *el avance no*

*es simple y llevará tiempo.* Aunque un aumento de financiación y recursos públicos para la rehabilitación respiratoria son esenciales, además es necesario realizar esfuerzos colaborativos de profesionales de la salud a través de múltiples disciplinas, sociedades profesionales (por ejemplo: neumólogos, fisioterapeutas, atención primaria, educadores, etc.), de asociaciones de pacientes y de la población en general.

Los principales problemas están relacionados con la accesibilidad, la baja adhesión y la pérdida de beneficios de los programas con el paso del tiempo.

Una revisión sistemática de 15 artículos evaluando la adhesión a la RR, encontró que hasta la mitad de los individuos a los que se les indica RR (8–50%), no se inscribirá nunca en esta intervención (Keating, 2011). Esta revisión encontró también que los pacientes que no asisten a RR es debido a percepciones personales como la interrupción de su rutina diaria. No completar un programa está relacionado con la propia enfermedad, depresión y tabaquismo activo. Viajar al centro donde se impartirá la RR y la falta de beneficio percibido por el programa, influyen tanto en la falta de asistencia como en la de finalizarlo. Por el contrario, parámetros habituales de gravedad de la enfermedad, como función pulmonar, grado de disnea o IMC, no se relacionaron consistentemente con la aceptación o finalización y los modelos estadísticos no pudieron predecir satisfactoriamente la finalización del programa (Keating, 2011).

Los programas *estándar* de RR duran aproximadamente entre 8 y 12 semanas y durante este período las personas deben asistir, al menos, dos veces por semana (Nici, 2006). El acceso al programa puede suponer una carga significativa a un grupo de pacientes que presenten problemas de

movilidad y/o recursos económicos limitados. En la actualidad, las guías de RR no hacen recomendaciones consistentes referidas al transporte. Si bien se afirma que las características del transporte pueden hacer que los programas de RR sean más accesibles, también se reconoce el coste que implica este servicio (Morgan, 2001). La consistencia de los hallazgos en los estudios, tanto cualitativos como cuantitativos, sugiere que para impactar en una aceptación exitosa de la RR por los pacientes; transporte y accesibilidad a los programas requieren mayor atención (Keating, 2011). Con la evidencia disponible se podría afirmar que, para impactar en una aceptación exitosa de la RR, por parte de los pacientes, es necesario que los programas de RR incluyan atención al transporte y la accesibilidad a los centros sanitarios. La figura 6 resume los diferentes factores que dificultan la asistencia y finalización de los programas de Rehabilitación respiratoria.

**Viaje y acceso al centro de RR**

- transporte,
- movilidad,
- distancia

**No asistencia al programa de RR**

- Disrupción en las rutina diaria
- Influencia negativa de los propios profesionales
- Falta de percepción de beneficio



**Asistencia sin finalización del programa de RR**

- Disrupción en las rutina diaria
- Influencia negativa de los propios profesionales
- Falta de percepción de beneficio

**Figura 7.** Dificultades en la asistencia y finalización de los Programas de Rehabilitación respiratoria. Adaptado de (Keating, 2011). RR; rehabilitación respiratoria.

En relación a la duración de los programas de RR, no hay consenso sobre el tiempo óptimo de la rehabilitación en la enfermedad pulmonar. En una revisión sistemática que se incluyeron cinco ensayos controlados no fue concluyente y fue imposible realizar un metaanálisis debido a la diversidad de resultados analizados (Beauchamp, 2011). Es de suma importancia el mantenimiento de la capacidad de ejercicio y la calidad de vida, una vez se ha finalizado la RR y se hayan incluido diferentes estrategias para promover la adhesión al ejercicio, como las llamadas telefónicas, monitores de actividad o aplicaciones de teléfonos móviles para andar (Ries, 2003), (Brooks, 2002). La duración de los programas de relaciones públicas informados en ECA, varía mucho, de 4 semanas a 18 meses, con la mayoría de ellos entre 6 y 12 semanas (Bolton, 2013). Sin embargo, no hay pruebas sólidas sobre la duración óptima de los programas. La más reciente *Revisión Cochrane* sobre RR en la EPOC (McCarthy, 2015),(Puhan, 2016), concluyó que la duración óptima de los programas de RR es poco consistente ya que la evidencia disponible es insuficiente para determinarla. Por otro lado, las intervenciones de mejora de la adhesión hacia los programas de ejercicios utilizadas en numerosos estudios, han variado en frecuencia, de una a tres veces por semana a supervisiones mensuales (Berry, 2003). El análisis de los estudios publicados permite afirmar que la supervisión de tres veces por semana puede que no sea factible para muchos centros, mientras que los estudios que evaluaron la supervisión mensual, mostraron disminución de la capacidad de ejercicio al año, lo que indica que esta frecuencia de supervisión puede ser insuficiente para mantener la mejoría (Ries, 2003), (Brooks, 2002).

### **I.2.5. Programas presenciales versus no presenciales**

La rehabilitación respiratoria es una intervención muticomponente que debe ser adaptada individualmente para mejorar el estado físico y el bienestar psicológico de las personas con enfermedades respiratorias crónicas. A pesar de lo evidente de su efectividad (Lacasse, 2006), (McCarthy, 2015), (Puhan, 2016), y las recomendaciones de las guías (Care, 2022) (Bolton, 2013), la RR está infrautilizada. Las razones de las bajas tasas de asistencia y finalización son multifactoriales, como ya se ha comentado anteriormente (Keating, 2011). Incluso en países de ingresos altos, la infraestructura deficiente de transporte empeora estas barreras (Yohannes, 2004), (Habib, 2020). Por lo general, la RR se brinda en centros hospitalarios (RR-H) (Man, 2015) y menos en atención primaria (Farias, 2014). La rehabilitación respiratoria domiciliaria (RR-D) con tutoría telefónica (Bove, 2015) o los programas de tele rehabilitación (Franke, 2016), están atrayendo un interés creciente. La reciente pandemia de la enfermedad por coronavirus 2019 ha exigido la entrega remota del tratamiento por razones epidemiológicas (Yang, 2020).

La evidencia sobre la efectividad de estas opciones ha variado a lo largo de los años. Un análisis de subgrupos en una revisión *Cochrane* era favorable a la RR-H (McCarthy, 2015), mientras que cuatro revisiones sistemáticas concluyeron que la domiciliaria (RR-D) podría ser tan eficaz como la hospitalaria para personas con EPOC (Xavier, 2022) (Wuytack, 2018), (Neves, 2016) (Chen, 2020). Sin embargo, la combinación de servicios domiciliarios y comunitarios pasa por alto la distinción entre un grupo comunitario supervisado personalmente por un profesional médico y un programa entregado a un individuo en su propia casa. Más recientemente,

una revisión *Cochrane* concluyó que la “*tele rehabilitación*” en personas con enfermedades respiratorias crónicas, lograron resultados de eficacia y seguridad similares a los de la RR-H (Cox, 2021). Por “*Tele rehabilitación*” se entiende la intervención por medios de comunicación y la revisión, incluida la RR entregada de forma individual o grupal (ya sea física o virtual) en cualquier lugar, incluso en el domicilio del paciente o en un centro sanitario. Por el contrario, se define la RR domiciliaria como sesiones llevadas a cabo por individuos por ellos mismos (aunque un miembro de la familia puede estar involucrado) y por lo general en el hogar. Aparte de las valoraciones basales y post-RR (Taito, 2021), el paciente no acude al centro (centro hospitalario o comunitario local) y no está supervisado presencialmente por ningún profesional (aunque puede haber comunicación remota de un profesional de la salud para algunas o todas las sesiones), el paciente no forma parte de un grupo presencial. Una reciente revisión sistemática y metaanálisis conducida por Uzzaman y cols (Uzzaman, 2022) sobre 16 estudios (1800 pacientes con EPOC de 11 países), exploró los efectos de la RR-D (n=8) en personas con EPOC en comparación con la RR-H (n=7) sobre la capacidad de ejercicio y/o la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). Un estudio tenía ambos comparadores (Mendes de Oliveira, 2010). En general, se encontró una mejora estadísticamente significativa en la capacidad funcional de ejercicio y la CVRS en la RR domiciliaria en comparación con la atención habitual (de base hospitalaria), pero no se encontraron diferencias en la capacidad de ejercicio y CVRS entre los grupos de RR-D y RR-H. Todos los estudios que compararon la RR-D con la RR-H, tenían un alto riesgo de sesgo, excepto uno que tenía un riesgo de sesgo moderado (Johnson-Warrington, 2016). Las tasas de abandono de los programas en la

evaluación de seguimiento posterior a la RR oscilaron entre 0 % y 51 %, con ningún patrón consistente que sugiriera qué método afectó al seguimiento.

Esta revisión concluye que, la RR en el domicilio del paciente, puede ser tan efectiva como la RR presencial administrada en centros sanitarios. De este modo, la RR-D se configura como una opción que podría permitir a aquellos pacientes que, por estilos de vida o ubicaciones geográficas, les resulta difícil asistir a un centro sanitario para recibir rehabilitación respiratoria.

En definitiva, los programas de RR son complejos y difíciles de implementar por accesibilidad, adhesión, supervisión y características de los pacientes (Garrod, 2006). Recientemente, y propiciados por la reciente pandemia, se están implementando modalidades de programas no presenciales (domiciliarios y/o tele-asistenciales) que intentan superar estos inconvenientes, sin menoscabo en su efectividad. La diversidad de características pulmonares y extrapulmonares de los pacientes con EPOC representa un desafío clínico e incitan al diseño de intervenciones personalizadas de RR (Agusti, 2010).

Ofrecer una atención personalizada, individualizada e integral dirigida a necesidades complejas para mejorar fisiológica, psicológica y socialmente los resultados y promover la adherencia a largo plazo a las conductas que mejoran la salud debe ser la piedra angular de cada programa de rehabilitación respiratoria (Fishman, 1994), (Spruit, 2013), (Lusuardi, 2005). Para ofrecer un enfoque holístico, los programas de rehabilitación respiratoria deben ser organizados en torno a la identificación de las necesidades y características del paciente (Wouters, 2018).

### **I.2.6. Cómo medir los efectos de la Rehabilitación Respiratoria**

El objetivo de las sociedades científicas (Spruit, 2013) y guías de práctica clínica (GOLD, 2023) es ampliar la oferta de rehabilitación respiratoria de forma adecuada y efectiva, sin embargo y debido principalmente a las restricciones actuales de recursos, así como a las dificultades de accesibilidad de la RR, es necesario conocer la respuesta particular de cada paciente para poder determinar la verdadera efectividad del tratamiento y, por tanto, decidir cómo invertir de manera óptima.

La comprensión de los méritos y limitaciones del actual método para evaluar los resultados fisiológicos y clínicos de la EPOC es crucial para la interpretación y diseño de programas y ensayos clínicos. Desafortunadamente, a diferencia de monitorear la función pulmonar, no existe un *estándar de oro* para medir síntomas como disnea, estado de salud, capacidad de ejercicio, actividad física o exacerbaciones, ya que ninguno de los métodos disponibles es óptimo en todos los aspectos. En consecuencia, no se puede recomendar una única medida de resultado para la evaluación de la respuesta al tratamiento de la RR en la EPOC. Se necesita más investigación para mejorar y a la vez, simplificar marcadores basados en cuestionarios o tecnologías para evaluar resultados como la actividad física o el estado de salud. La implementación de *diferencias mínimas clínicamente importantes* (DMCI) o “*minimal clinical important differences*” también pueden ayudar a evaluar qué cambios en los marcadores de resultado deben considerarse como clínicamente relevantes. Sin embargo, los DMCI difícilmente pueden reflejar la heterogeneidad, variabilidad y gravedad de la EPOC, así como los

numerosos factores de confusión que contribuyen a la presentación de resultados enfermedad. Finalmente, condiciones comórbidas tales como enfermedades cardiovasculares trastornos de ansiedad y depresión, cáncer de pulmón, etc.; es probable que afecten los resultados de la RR en los pacientes con EPOC. El impacto de estas condiciones junto con las influencias de la medicación son variables que pueden alterar el fenotipo de la EPOC, la progresión de la enfermedad, supervivencia, y respuestas a intervenciones no farmacológicas (Glaab, 2010). En los últimos años, un análisis profundo de tests y marcadores han sido descritos, presentando diferentes características de viabilidad, fortalezas y limitaciones; cuando se aplican a la evaluación de resultados de la RR en la EPOC. Existen diferentes enfoques para determinar el ejercicio, el nivel de capacidad o de actividad física a través de pruebas de laboratorio o de campo.

#### **I.2.6.1. Capacidad de ejercicio:**

##### **- Prueba de caminata de 6 minutos (*6-Minute Walk Test: 6MWT*).**

Consiste en medir la distancia recorrida por el paciente durante un período de 6 minutos en una superficie plana, y el resultado principal es la distancia recorrida (DMCI) estimada en 54-80 metros (Butland, 1982). Entre las principales limitaciones se encuentran la existencia de muchas fuentes de variabilidad (motivación del paciente, peso, talla, edad, sexo, comorbilidades y variabilidad inherente de cada día) (ATS, 2002). La evaluación del *6MWT* está asociada con requisitos de espacio físico adecuado y requiere personal y tiempo; así que los estándares requeridos por el test no siempre son posibles. Estos inconvenientes pueden influir en los resultados, por ejemplo: en los espacios cortos, los pacientes reducen

la distancia recorrida debido a cambios de dirección que consumen mucho tiempo. Los efectos del aprendizaje pueden influir y la distancia recorrida es hasta un 17% mayor para una segunda prueba realizada un día después (ATS, 2002).

### **-Prueba de la lanzadera (*Shuttle Walk Test: SWT*)**

Existen dos formas de evaluación para la prueba “Incremental Shuttle Walk Test”; midiendo la velocidad o la resistencia.

La velocidad de caminata se establece por la frecuencia de una señal acústica. La frecuencia aumenta progresivamente hasta que los pacientes ya no puedan seguir el ritmo. El resultado principal es la distancia recorrida. El DMCI es estimada en 47,5 metros (Singh, 2008).

La prueba de marcha de la lanzadera de resistencia para determinar la capacidad de ejercicio submáxima donde la frecuencia de la señal acústica es constante en todo el caminar (Revill, 1999). El resultado principal es la duración del ejercicio, pero aún no se ha descrito ninguna DMCI. La SWT es relativamente simple de realizar y bien tolerada y los efectos de aprendizaje son mínimos. Entre las limitaciones está que consume mucho tiempo, y es una prueba menos validada que la 6MWT (Solway, 2001).

### **I.2.6.2. Ergometría**

Para evaluar la respuesta al ejercicio, la bicicleta-ergómetro o la cinta de correr se usan comúnmente en dos modos de prueba diferentes. En las pruebas de carga de trabajo incremental, la tasa de trabajo aumenta

progresivamente como una suave rampa continua. Alternativamente, las pruebas de carga de trabajo constante se han realizado a niveles submáximos de intensidad de ejercicio que normalmente se establece entre el 75% y el 85% de la carga máxima alcanzada durante la prueba incremental (Palange, 2007). El resultado es la duración de la carga de trabajo. Las fortalezas de la prueba es que existen protocolos estandarizados (ATS, 2003). Caminar refleja una actividad de la vida diaria. El cicloergómetro es menos propenso a introducir movimiento o artefactos de ruido que la cinta de correr, y el electrocardiograma y la presión arterial son generalmente más fáciles de medir. Se pueden obtener variables fisiológicas y clínicas adicionales, como consumo máximo de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> espirado, ventilación por minuto, corazón frecuencia cardíaca, disnea y molestias en las piernas que se pueden determinar en paralelo. La principal limitación viene determinada por que la carga de trabajo no solo depende de la velocidad y la inclinación de la cinta de correr sino también del peso del sujeto y la estrategia de ritmo. En el caso de la bicicleta, está menos relacionado con las actividades del paciente de la vida diaria. Por otro lado, el problema principal está en los recursos: los ergómetros son relativamente caros y las cintas de correr requieren mucho espacio. Todavía no se ha establecido ningún DMCI (ATS, 2003).

### **I.2.6.3. Actividad física:**

#### **- Sensores para actividad física**

Los métodos disponibles para cuantificar la actividad física en la vida diaria incluyen la observación directa, la evaluación de gasto de energía, el uso de cuestionarios de actividad física y los sensores de movimiento. En

particular, los sensores de movimiento son herramientas muy utilizadas para los ensayos clínicos. Los acelerómetros son dispositivos electrónicos que registran el gasto energético al evaluar mecánicamente el movimiento. Estos dispositivos se usan generalmente en el brazo o la cintura de los pacientes. Los acelerómetros leen datos almacenados como intensidad y cantidad de movimiento y también puede proporcionar datos sobre la postura corporal. Las ventajas de los acelerómetros es que generan datos objetivos por determinación de la cantidad e intensidad de los movimientos corporales. Disminuciones significativas de actividad física ya se detectan en pacientes con EPOC moderada (Watz, 2009). Las limitaciones radican en la falta de una evidencia sólida de confiabilidad, validez y capacidad de respuesta para los diferentes tipos de acelerómetros (Pitta, 2005). Algunos sensores de actividad son mal aceptados por los pacientes (Pitta, 2006). Existe variabilidad en la sensibilidad entre los diferentes modelos de acelerómetros. Los sensores de actividad pueden no capturar con precisión el estilo de vida inactivo de los pacientes con EPOC (Troosters, 2009). También pueden presentar “sesgo de observación”: un mayor nivel de actividad puede ser inducido durante el período de medición resultando en sobreestimación de la actividad (Casaburi, 2007). No se ha establecido ninguna DMCI.

La actividad física puede convertirse en una medida de resultado clave en programas rehabilitación y en intervenciones de autocuidado de pacientes. Si bien la evaluación técnica de la actividad física está mejorando rápidamente, no todas las técnicas nuevas han sido desarrolladas hasta el punto que, su utilidad clínica haya sido validada. Poco se sabe sobre la concordancia de la capacidad de ejercicio medida utilizando diferentes métodos. Por lo tanto, comparaciones indirectas de

los efectos de la RR sobre la capacidad de ejercicio son difíciles por los diferentes métodos de evaluación aplicados en los diferentes ensayos.

#### **I.2.6.4. Disnea.**

Para los pacientes con EPOC, la disnea es el síntoma más frecuente por la que acuden a consulta. Sin embargo, la disnea es una medida subjetiva que se correlaciona pobremente con evaluaciones objetivas de la función pulmonar, capacidad de ejercicio y otros resultados (Rabe, 2007).

Se han utilizado diferentes herramientas para evaluar la disnea tanto en ensayos clínicos como en estudios observacionales, entre las más utilizadas destacan:

##### **- Escala del Consejo de Investigación Médica (MRC)**

La escala de disnea MRC fue desarrollada como una herramienta simple y método estandarizado para categorizar la discapacidad en la EPOC (Martinez, 2008). El paciente selecciona un grado en la escala autoaplicada de 5 puntos. El instrumento describe situaciones o niveles de actividad cotidianas que provocan disnea. El método ha sido ampliamente utilizado en el pasado (De Torres, 2002) (Watson, 2004), (Van Wetering, 2008) (Bourbeau, 2007). La escala de disnea del MRC no cuantifica la disnea en sí misma; más bien, cuantifica la discapacidad asociada con la disnea identificando si la disnea ocurre cuando no debería (Grados 1 y 2) o cuantificando la limitación del ejercicio asociada (Grados 3-5). La escala de disnea MRC se usa ampliamente para describir cohortes de pacientes y

estratificarlos para intervenciones, como la rehabilitación respiratoria (Fletcher, 1960). Puede presentar un posible sesgo de subestimación debido a la evitación de tener en cuenta el esfuerzo (Rennard, 2002). La m-MRC es una escala de respuesta revisada de 0 a 4 (en lugar de 1 a 5 en la escala MRC) y generalmente es autoadministrada. (Nishimura, 2002). La modificación de la escala 1–5 a escala 0–4 (mMRC) no ha cambiado la estructura fundamental de la medida. Si bien es ampliamente utilizada en el campo de la rehabilitación respiratoria, principalmente como una herramienta discriminatoria para caracterizar las poblaciones de estudio o estratificar a los pacientes con deterioro de la función pulmonar (Bestall, 1999), el uso de la escala MRC, debido al número limitado de niveles presente, puede no ser lo suficientemente específico para detectar cambios leves. El problema principal de la escala es la baja capacidad de respuesta y, por lo tanto, su uso es poco frecuente como medida de resultado en ensayos clínicos farmacológicos y existen datos clínicos relativamente escasos sobre su validación, capacidad de respuesta y sensibilidad (De Torres, 2002). La diferencia mínima clínicamente importante (DCMI) como resultado de un programa de RR, no ha sido establecida con claridad, aunque algunos estudios apuntan a una diferencia de -1 (De Torres, 2002).

#### **- Escala de Borg.**

Gunnar Borg en los años 70, estudiando sobre estas premisas, elaboró una escala categórica, la Calificación de Percepción de ejercicio (RPE) (Borg, 1970), y una versión posterior modificada del 10 Categorías-Ratio (CR 10)

(Borg, 1982), ambas utilizadas para evaluar la sensación de disnea de esfuerzo y fatiga percibida durante la actividad física.

Sin embargo, desde el punto de vista metodológico, las escalas de Borg requieren especial cuidado y atención en su administración. El operador, debe a priori evaluar la disposición emotiva del paciente, ya que éstos pueden sobreestimar o subestimar la percepción y cuantificación del síntoma.

#### **- Índice de disnea basal (BDI) – Índice Transicional de disnea (TDI)**

Estas dos herramientas se utilizan a menudo en RR tanto como una medida del resultado del tratamiento como para evaluar las actividades de la vida diaria. Mientras que la BDI, como su nombre lo indica, constituye la primera evaluación basal (herramienta discriminativa), el TDI se administra en un momento determinado después de realizar la intervención rehabilitadora y proporciona una medida de cambio con respecto al valor de referencia. La característica única de BDI y TDI es que se componen de tres categorías (deficiencias funcionales, magnitud de la tarea y magnitud del esfuerzo), que son útiles para cuantificar la limitación del paciente, debida a la disnea o las capacidades que se han deteriorado (Mahler, 1984). Utilizada en estudios con pacientes con EPOC en condiciones clínicamente estables, la escala TDI ha demostrado ser sensible en la medición de cambios en la disnea después del uso de tratamiento farmacológico y en medir la disminución progresiva de la función pulmonar. (Brusasco, 2003), (Mahler, 1995). Variaciones de +1 representan el umbral de DCMI en el que el paciente puede percibir una mejora de la disnea (Witek, 2003). Sin embargo, en la RR de pacientes con

EPOC, el uso del TDI para evaluar los resultados, con respecto al entrenamiento muscular, ha demostrado que, esta escala no es adecuada o sensible a la mejoría percibida en la disnea (Mahler, 2005).

#### **I.2.6.5. Estado de salud.**

El estado de salud se considera uno de los principales resultados en ensayos clínicos (*outcomes*) relacionados con el paciente. Es importante hacer una distinción entre la calidad de vida (QoL), que es única para cada individuo, y la medición del estado de salud, que es una cuantificación estandarizada del impacto de enfermedad en ese individuo (Jones, 2009). El estado de salud se valora indirectamente como un concepto de alta complejidad y requiere la aplicación de medidas especiales o cuestionarios diseñados específicamente.

#### **- St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ)**

El SGRQ se desarrolló originalmente para medir el estado de la salud en pacientes con enfermedades respiratorias como EPOC o asma (Jones, 1992). Existe una versión específica para la EPOC (Meguro, 2007). El SGRQ cubre dominios de síntomas (frecuencia y gravedad de los síntomas respiratorios), actividad (efectos sobre las actividades cotidianas), e impacto psicosocial. Se obtiene una puntuación total con un máximo posible de 100 puntos. La DCMI se ha evaluado por varios métodos. Cambios de de 2 a 8 puntos se consideraron clínicamente significativos, con un valor de 4 aplicado con mayor frecuencia (Jones, 2002). El SGRQ ha sido ampliamente utilizado en ensayos clínicos como variable secundaria

para evaluar los efectos del tratamiento o intervenciones sobre el estado de salud en la EPOC. Puede considerarse un *cuasi* estándar de resultado en los ensayos clínicos. Sin embargo, la implementación del instrumento requiere mucho tiempo y es, por lo tanto, de aplicabilidad muy limitada en la práctica clínica diaria. También existe un sesgo de tendencia debido a que en las preguntas no polarizadas (la primera respuesta posible suele ser "sí" e indica peor estado de salud) (Mühlig, 1998), el procesamiento de las respuestas que faltan se considera como si el paciente hubiera respondido "no" (lo que indica un mejor estado de salud) (Mühlig, 1998). Se ha demostrado que las puntuaciones del SGRQ están influenciadas por el sexo, edad, educación y comorbilidades de los pacientes (Ferrer, 2002). La idoneidad de la DCMI para pacientes individuales en lugar de las comparaciones de grupos de pacientes aún no se ha establecido. Tampoco ha sido demostrada la linealidad de las diferencias entre los valores del SGRQ, especialmente en las diferentes etapas de gravedad. Por lo tanto, se desconoce si una reducción en el total de SGRQ de 4 puntos (por ejemplo, de 44 a 40) representa una mejora del estado de salud subjetivo y es equivalente a una reducción de 64 a 60. Hay poca evidencia empírica publicada que respalde que la DCMI sea de cuatro puntos (Schünemann, 2003).

**- Cuestionario de la enfermedad respiratoria crónica (*Clinical COPD Questionnaire*).**

El CCQ desarrollado en 2003 y evalúa tres dominios: síntomas, disfunción mental y funcional. (Van der Molen, 2003). El CCQ general consta de 10 ítems que se puntúan de 0 a 6. Puntuaciones más altas indican una peor

calidad de vida. Sólo se necesitan 2 minutos para completar el CCQ (Van der Molen, 2014). El cuestionario se ha aplicado principalmente en ensayos de RR de pacientes con EPOC. Se ha establecido como DMCI, un cambio en la puntuación mínima de 0,4 del valor inicial (Kocks, 2006). Una propiedad distintiva de este instrumento es la especificidad del paciente en la selección de actividades, que causan disnea para el paciente individual. De esta manera el instrumento se adapta a las condiciones específicas del paciente y es sensible al tratamiento. Por otro lado, el instrumento es menos adecuado para comparaciones interindividuales, ya que refleja limitaciones físicas.

**- Sistemas de puntuación multidimensional – BODE (*Body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index*)**

Hasta ahora, el único sistema de puntuación multidimensional que ha tenido una aceptación más amplia es el índice BODE que fue desarrollado como un marcador pronóstico para la EPOC en un intento de integrar no solo el sistema respiratorio, sino también las manifestaciones sistémicas de la EPOC en un único sistema de calificación (Celli BR, 2004). El índice BODE no fue desarrollado para evaluar los efectos de las intervenciones terapéuticas y la DCMI aún no ha sido establecida. No hay publicadas experiencias con el índice BODE como un indicador clínico de resultado tras intervenciones farmacológicas o no farmacológicas.

#### **I.2.6.6. Rendimiento físico.**

##### **-Batería Corta de Rendimiento Físico (*Short Physical Performance Battery: SPPB*)**

Es una prueba de medida fácil de realizar para la evaluación de la movilidad y equilibrio y su uso inicialmente estaba destinado y recomendado en personas mayores (> 65 años).(Bernabeu-Mora, 2017). Sin embargo, hay un creciente interés en el rendimiento de SPPB para otras poblaciones de pacientes, incluidas las personas con EPOC. Los pacientes con EPOC tienen mayor riesgo de mortalidad y readmisión hospitalaria y presentan peor función física y estado de salud, lo que enfatiza la relevancia clínica del rendimiento de la batería del SPPB. (Brighton, 2020). El SPPB es una prueba simple de la función de extremidades inferiores. Se compone de tres subpruebas; equilibrio de pie, velocidad de marcha de cuatro metros (4MGS) y cinco repeticiones sentado de pie (5STS). Las subpruebas se califican de 0 a 4 y la puntuación resumen del SPPB en un rango 0-12 puntos, siendo las puntuaciones más altas que las que reflejan un mejor desempeño (Guralnik, 1994) (Guralnik, 1995). La puntuación resumen SPPB tiene una buena fiabilidad interobservador (Medina-Mirapeix, 2016), y se ha utilizado para clasificar a los pacientes en niveles bajos, moderados o alto rendimiento en movilidad y equilibrio. (Stoffels, 2020) (Bernabeu-Mora, 2017) (Patel, 2014). Además, puede ser alternativa potencial a la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT) (Stoffels, 2020) (Patel, 2014). Estos resultados podrían sugerir un efecto positivo de la RR en la puntuación resumen del SPPB. Hasta la fecha, la respuesta de la puntuación SPPB a la RR sólo ha sido descrita en un manuscrito revisado por pares (Larsson, 2018) y en dos

resúmenes de congresos (Carrington, 2015) (Patel, 2010). Se ha comunicado un aumento significativo de las diferencias mínimas importantes estimadas (DCMI) para las subpruebas SPPB: velocidad de marcha de 4 metros (4MGS) (Kon SS, 2014) y para las 5 repeticiones sentarse - levantarse (5STS) en pacientes con EPOC (Jones, 2013). Un reciente trabajo retrospectivo en pacientes con EPOC informó de una respuesta a la RR del 5STS y SPPB, pero la prueba de equilibrio en tándem y 4MGS son solo sensibles en pacientes con un rendimiento bajo al inicio del estudio. Basado en cálculos de la distribución de valores, una estimación de la DCMI puede estar en 1 punto (Stoffels, 2020).

Como conclusión a esta revisión de los diferentes test para determinar los resultados tras la RR, se puede afirmar que la prueba más utilizada en la mayoría de estudios que miden los efectos de la RR en la EPOC es el Test de marcha de los seis minutos (Holland, 2014). Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, requiere tiempo, espacio y personal, haciéndola poco práctica en muchos entornos, no estando exenta de sesgos. Frente a ella, la SPPB, es una herramienta simple de valoración de extremidades inferiores, validada en EPOC y con buena correlación con el test de marcha de los seis minutos (Kons, 2014), (Jones, 2013) (Bernabeu-Mora, 2017). Las dos subpruebas del SPPB han sido validadas en la EPOC por separado: velocidad de marcha de 4 metros (Kons, 2014) y la prueba de sentarse-levantarse de la silla (Jones, 2013). Mehul, relacionó los hallazgos de la biopsia muscular de pacientes con EPOC con el SPPB, y demostró que aquellos con una limitación en esta batería, tenían un aumento de fibras tipo 2. Esto valida la utilidad de la SPPB en EPOC donde la disfunción del músculo cuádriceps se caracteriza por un cambio hacia fibras de tipo 2 (anaeróbicas, de contracción rápida y fácilmente

fatigables), a diferencia del predominio de la fibra de tipo 1 (aeróbicas, contracción lenta y resistencia a la fatiga por su capacidad mayor de producir ATP, con lo que realizan esfuerzos más duraderos) que ocurre en personas de edad avanzada sin patología (Patel, 2014). Es importante destacar también que la SPPB, podría presentar valor pronóstico en la EPOC al relacionarse con parámetros tan predictivos de mortalidad en la EPOC como la fuerza del cuádriceps (Swallow, 2007) o la capacidad funcional de ejercicio (Spruit, 2012) aunque se precisan estudios prospectivos de de larga duración en este ámbito para demostrar estos hallazgos.

Independientemente de la herramienta utilizada, la evaluación de resultados de un programa de RR, debe hacerse a través de la comparación de los resultados de cada una de las mediciones realizadas al paciente en el pretest y posttest del programa de rehabilitación. La mejora de una medida de resultado única como la tolerancia al ejercicio puede no ser suficiente para estimar el valor real y / o el beneficio percibido por el paciente (Spruit, 2013).

Se necesitará más investigación para optimizar y validar elementos que influyen en la participación directa del paciente en la generación de instrumentos para mejorar su utilidad en la práctica clínica. Poco sabemos sobre el impacto de trastornos concomitantes, como la ansiedad o la depresión y en que medida influyen en la percepción de la disnea o en los resultados de la RR; y en caso afirmativo, conocer hasta qué punto los instrumentos que utilizamos hoy, reflejan esta influencia.

## II. Hipótesis y Objetivos.

### II.1. Planteamiento e Hipótesis.

Un objetivo clave en el manejo no farmacológico de la EPOC es mejorar el nivel de actividad física y la capacidad de ejercicio (GOLD, 2023) (Mantoani, 2016) (Spruit, 2013) (Lacasse, 2006). Sin embargo, muchos pacientes con EPOC tienen deterioro del músculo esquelético periférico, limitaciones de la movilidad y/o de fuerza muscular (Nici, 2012) (Moy, 2016). La disfunción de los músculos de las extremidades es una manifestación clínica sistémica relevante de la EPOC porque influye en resultados pronósticos importantes de esta enfermedad (Troosters, 2018) (Maltais, 2008). Hasta un tercio de los pacientes con EPOC, incluso en las primeras etapas de su enfermedad, muestran una función muscular alterada en sus extremidades y una fuerza un 25% inferior a sujetos controles (Keating, 2011). La reducción de la fuerza muscular es más fácilmente demostrable en las extremidades inferiores en los pacientes con EPOC (Beauchamp, 2011). En consecuencia, es una estrategia relevante en el manejo de la EPOC, detectar estas disfunciones de los miembros inferiores y desarrollar tratamientos específicos y efectivos de rehabilitación (Ries, 2003) (GOLD, 2023). En este contexto, en los últimos años se han implementado intervenciones de RR a nivel domiciliario, que superan las limitaciones del modelo tradicional, basado en centros sanitarios (De Torres, 2002). Favorecer la eliminación de barreras sanitarias y la sencillez, son dos de los puntos fuertes del *modelo no presencial* o domiciliario, no encontrándose diferencias estadística o clínicamente significativas para los resultados de capacidad de ejercicio o

calidad de vida relacionada con la salud entre RR-D y RR-H(Troosters, 2001) (De Torres, 2002) (Garrod, 2006). Con la misma orientación hacia aplicabilidad y sencillez en la práctica clínica real, frente a pruebas complejas de evaluación de resultados de la RR, en los últimos años han ido emergiendo pruebas rápidas y sencillas en EPOC, como la Batería Corta de Rendimiento Físico (SPPB) y dos subpruebas: la prueba de velocidad de caminata de cuatro metros (4MGS) y la prueba de 5 repeticiones (5STS) que pueden ser una alternativa válida al 6MWT (Holland, 2014) (Guralnik, 1994) (Kons, 2014) y también como marcadores de EPOC, al clasificar sujetos con bajo rendimiento físico (Jones, 2013) (Bernabeu-Mora, 2017).

En base al planteamiento anterior, nuestra hipótesis es que un programa de RR, administrado en el domicilio de paciente a pacientes con EPOC avanzada, puede mejorar el rendimiento muscular de los miembros inferiores, valorando la efectividad de la RR, con tests sencillos como la batería corta: SPPB.

## **II.2. Objetivos:**

### **Principales:**

1º. Analizar la efectividad del Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado (PEFID), administrado durante un año a pacientes ambulatorios con EPOC avanzada, mediante la mejora del rendimiento físico de miembros inferiores, utilizando como medida de resultados las subpruebas de batería corta de rendimiento físico SPPB: test de velocidad de la marcha de cuatro metros (four-meter walk, speed test:

4MGS), y test de cinco repeticiones sentarse levantarse (the five-repetition test sitting and standing: 5STS) .

2º. Valorar si el PEFID, mejora la fuerza de los músculos cuádriceps medida por dinamometría (FMC).

### **Objetivo secundario:**

1º. Analizar la evolución de la disnea, al inicio y al final del programa en los pacientes que reciben el programa PEFID.

## **III: MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **III.1. Tipo de estudio y población**

Estudio controlado no aleatorizado antes-después cuasi experimental, con reclutamiento prospectivo de pacientes con EPOC avanzada, seguidos durante un año y reclutados de un servicio de Neumología perteneciente a un hospital médico-quirúrgico de área VI de Murcia (Hospital General Universitario Morales Meseguer).

Se generan dos grupos de pacientes:

- Grupo Estudio (GE): constituido por una cohorte de pacientes con diagnóstico de EPOC, reclutados durante un período de 1 año, los pacientes fueron incluidos en el programa PEFID. Las condiciones para la inclusión fueron:
  - EPOC avanzada: todos los pacientes incluidos presentaban deterioro funcional respiratorio severo:  $FEV1 \leq 50\%$  o muy grave:  $\leq 30\%$ ; de los

valores de referencia; de acuerdo con las recomendaciones de la Global COPD Initiative (GOLD, 2023). Porcentaje postbroncodilatador del FEV1/FVC <70 % y FEV1 <50 % del valor teórico.

- EPOC estable: todos los pacientes cuando fueron incluidos en el estudio eran EPOC en situación de estabilidad clínica, fuera de un período, de al menos seis semanas antes de la inclusión, si que hubieran presentado una agudización u hospitalización.

- Grupo control o de comparación (GC): formado a partir de una base de datos de 137 pacientes ambulatorios con EPOC avanzada reclutados durante un periodo de un año, con deterioro funcional respiratorio grave: FEV1  $\leq$  50% o muy grave:  $\leq$  30% de valores de referencia (GOLD, 2023), y que cumplían los mismos criterios de inclusión y exclusión que el grupo de estudio. Se utilizaron técnicas de emparejamiento estadístico por datos sociodemográficos, clínicos, pulmonares y variables no respiratorias y seguidas durante el mismo período de tiempo.

### **III.2. Criterios de inclusión y exclusión**

Para la selección de pacientes en ambos grupos, se cumplieron los criterios de inclusión y exclusión detallados a continuación:

- Inclusión:

-Pacientes diagnosticados de EPOC grave o muy grave, FEV1  $\leq$  50%.

-Capacidad cognitiva suficiente para completar consentimiento informado por escrito.

-Capacidad para entender y realizar los ejercicios incluidos en el Programa de entrenamiento (GE).

○ Exclusión:

- Los pacientes fueron excluidos cuando tenían una condición cardíaca inestable; deterioro cognitivo o no pudieron realizar el entrenamiento físico.

-Pacientes que obtenían el máximo de puntos (12) en la Batería corta de rendimiento físico (*Short Physical Performance Battery: SPPB*) en la visita inicial, con la finalidad de no caer en el “efecto techo” de la intervención.

- Haber participado en algún programa de RR el año anterior.

### **III.3. Consideraciones Éticas.**

El estudio fue presentado y aprobado el 12/12/19 por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital (Código Interno: EST: 43/19) previamente al inicio (Anexo I). Todos los pacientes incluidos firmaron un consentimiento informado (Anexo II) y se realizó de acuerdo a la Ley Española de protección de datos clínicos (41/2002, de 14 de noviembre, básica de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Boletín Oficial del Estado, número 274, de 15 de noviembre de 2002) y a la Declaración de Helsinki.

### **III.4. Fuentes de datos:**

- Base de datos elaborada en el hospital.
- Sistema informático corporativo hospitalario Selene.
- Historia clínica digital.

### **III.5. Herramientas utilizadas y descripción:**

#### **III.5.1. Cuestionarios y escalas**

- **Calidad de vida:** Cuestionario de la enfermedad respiratoria crónica (*Clinical COPD Questionnaire*) (Van der Molen, 2003).

La calidad de vida relacionada con la salud se ha definido como el "efecto funcional de una enfermedad y su tratamiento sobre un paciente, según la percepción de éste". Por lo tanto, estos cuestionarios tienden a centrarse solo en los déficits que son importantes para los pacientes y, a menudo, se correlacionan mal con el estado clínico o funcional. El Cuestionario Clínico de la EPOC (CCQ), surgió del manejo clínico de la EPOC en la práctica general, como una herramienta simple para identificar la limitación de la actividad y disfunción emocional en el paciente. Aunque el CCQ se ha desarrollado principalmente para su uso en la práctica clínica, también se ha desarrollado y validado en ensayos clínicos y otros estudios para evaluar el efecto de las intervenciones sobre la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con EPOC. Se ha establecido como *Diferencia mínima clínicamente importante* del CCQ: puntuación mínima de - 0,4 del valor inicial (Kons, 2014).

- **Test ansiedad depresión** (*Hospital Anxiety and Depression Scale: HADs*) (Zigmond AS, 1983).

La ansiedad y la depresión son síntomas frecuentemente observados en casos de enfermedades graves, especialmente en el campo de las enfermedades respiratorias cardiovasculares y oncológicas]. Sin embargo, incluso grados patológicamente elevados de la ansiedad y la depresión a menudo pasan desapercibidas en la práctica clínica. Se han desarrollado instrumentos de detección que se pueden utilizar para detectar pacientes con altos niveles de malestar psicológico. Uno de estos instrumentos de cribado es el *Hospital Anxiety and Escala Depression* (HADS). Fue desarrollado por Zigmond y Snaith. (Zigmond AS, 1983) para identificar casos de trastornos de ansiedad y depresión entre pacientes en ámbitos clínicos no psiquiátricos. El cuestionario consiste de 14 ítems, siete que valoran ansiedad y siete depresión. Los síntomas están relacionados también con trastornos físicos, como mareos, dolor de cabeza, pero no se incluyó el insomnio. El formato de respuesta de los ítems tiene cuatro grados puntuados con valores de 0 a 3. Las puntuaciones de ansiedad y depresión son obtenidas simplemente sumando las puntuaciones de los siete ítems, arrojando valores entre 0 y 21. Los autores definen tres rangos para cada subescala: 0-7 (no casos), 8-10 (casos dudosos) y 11-21 (casos). Estos puntos de corte (8+ y 11+) se definieron sobre la base de valoraciones psiquiátricas de los trastornos de ansiedad y depresión. El HADS se ha utilizado ampliamente en la práctica clínica y existen numerosos artículos que prueban la calidad psicométrica del HADS (Anexo III).

- **Disnea: escala mMRC** (W.J. Holman, 1966) (Bestall, 1999)

La disnea describe la sensación de malestar al respirar. Los pacientes la expresan de forma muy diferente, según características socioculturales,

magnitud, rapidez de instauración o experiencia previa. Las escalas de medición de disnea, se relacionan a su vez con la subjetividad de traducir esta sensación a palabras. No existe una escala "mala" y una "buena", sencillamente, deben utilizarse según el problema concreto que quiera objetivarse. La disnea en la EPOC presenta 3 características; primera: la disnea aparece al principio sólo relacionada con esfuerzos, se hace progresiva y, finalmente, con esfuerzos mínimos, o en reposo, la segunda se asocia a limitación de actividades físicas, por lo que se instaura un "círculo vicioso" y, finalmente, la tercera, la disnea en la EPOC es invalidante, y reduce enormemente la calidad de vida y la actividad física. En la EPOC, la relación entre la magnitud de disnea y nivel de obstrucción (FEV1) es baja, por lo que esta debe ser evaluada con herramientas más específicas.

Una de las más utilizadas en la EPOC es la escala de disnea modificada de *Medical Research Council* (mMRC), que tiene como objetivo cuantificar la disnea de esfuerzo percibida por el paciente de forma sencilla. Una puntuación más alta en la escala del MRC representa un mayor grado de disnea (Anexo IV).

**- Batería corta de rendimiento físico (*Short Physical Performance Battery: SPPB*).**

La batería corta de rendimiento físico (SPPB) (Puthoff, 2008) es una herramienta de evaluación objetiva estandarizada de resultado funcional en ancianos frágiles y en la detección de sarcopenia (pérdida degenerativa de masa muscular y fuerza al envejecer o llevar una vida sedentaria). Es rápida y sencilla de realizar. Se suman tres pruebas de componentes con relevancia funcional:

- Evaluación del equilibrio permanente.
- Velocidad de la marcha, test de velocidad de la marcha de cuatro metros (four-meter walk, speed test: 4MGS).
- Test de cinco repeticiones sentarse levantarse (the five-repetition test sitting and standing: 5STS).

En los adultos mayores no seleccionados las puntuaciones del SPPB identifican a las personas en riesgo de mortalidad, necesidad de cuidados domiciliarios en el hogar, hospitalización e incapacidad. En general, en poblaciones más ancianas, el SPPB identifica capacidad de ejercicio y función del músculo esquelético (Anexo 5).

### **III.5.2. Equipos**

- **Dinámometro:** Modelo 01160 para cuádriceps. Nicholas Manual Muscle Tester, Lafayette Instrument Company, Lafayette (USA).
- **Espirómetro:** Espirómetro MasterScope, versión 4.6, Jaeger, Würzburg, Alemania.

### **III.6. Evaluación de los pacientes. Visita Inicial.**

Tras el reclutamiento, la fisioterapeuta entrevistó a todos los pacientes incluidos en el Grupo de Estudio para conocer algunas variables del estudio y cumplimentar cuestionarios y escalas (que se describen con anterioridad, en el apartado “III.5. Herramientas utilizadas y descripción”).

Los cuestionarios utilizados fueron:

-HADs, Subescala de depresión de la Ansiedad Hospitalaria y Escala de Depresión: Considerándose probable depresión cuando la puntuación total fue  $\geq 11$  (Herrero & Blanch, 2003).

-CCQ, *Clinical COPD Questionnaire* (Van der Molen, 2003), considerándose Diferencia mínima clínicamente importante un cambio de puntuación de 0,4 sobre el valor inicial (Kocks JW, 2006).

-Escala Disnea (mMRC): escala de disnea modificada (Holman, 1966) (Bestall, 1999).

#### **II.6.1. Recogida de variables sociodemográficas y clínicas del estudio:**

Las variables sociodemográficas y otras variables como el número de comorbilidades por el índice de comorbilidad de COTE (Divo M, 2012), se obtuvieron de la historia clínica electrónica. Se calculó el índice de masa corporal (IMC, kg/m<sup>2</sup>) obtenido tras pesar y tallar al paciente. También se realizó una espirometría forzada, FEV1, medido por espirometría forzada posbroncodilatador, según directrices de la (American Thoracic Society). La disnea fue evaluada según la escala mMRC (Mahler & Wells, 1988).

#### **III.6.2. Recogida de variables de resultado del estudio.**

- Batería Corta de Rendimiento Físico (*Short Physical Performance Battery: SPPB*)

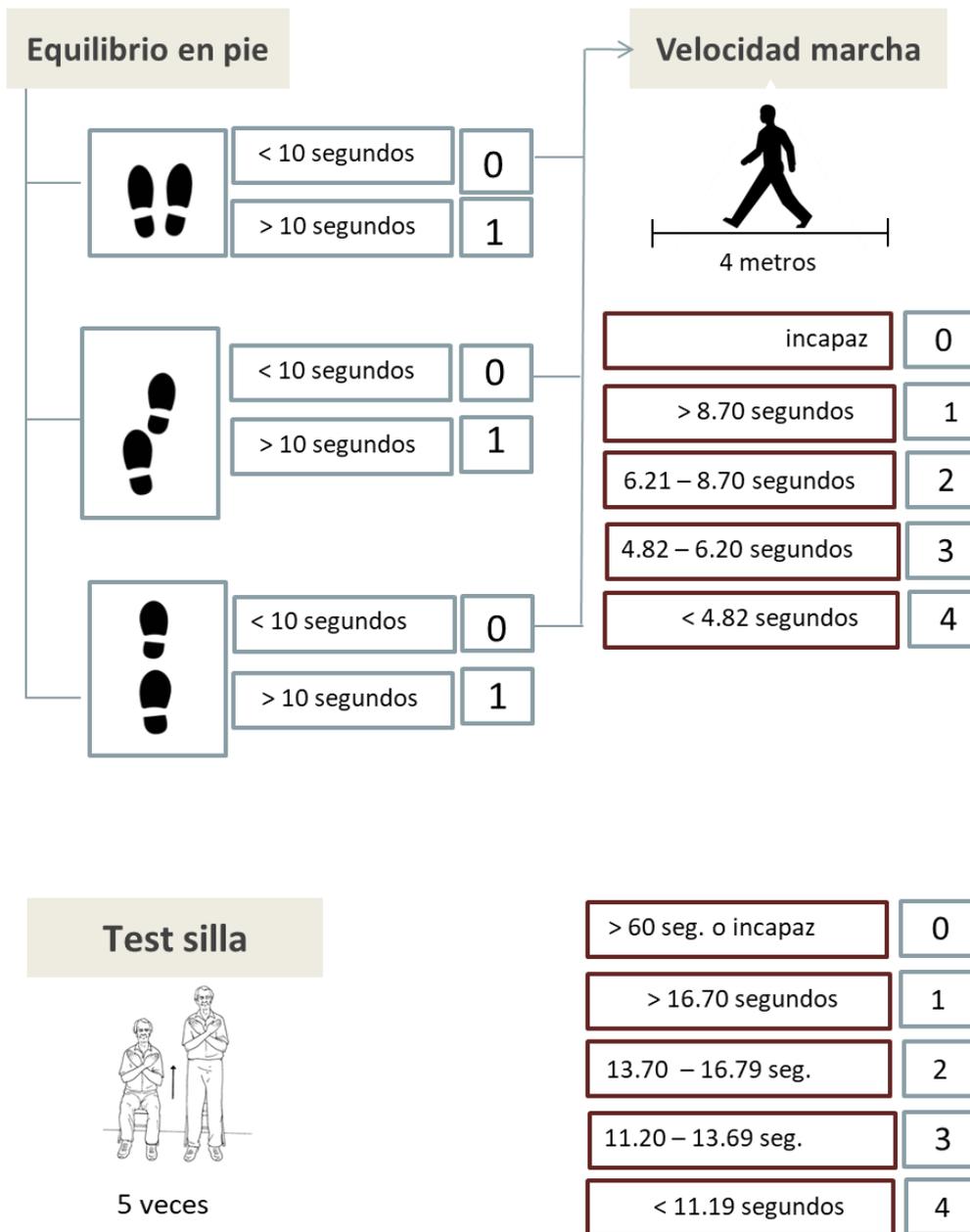
Esta batería incluye tres subpruebas o componentes funcionales:

- Equilibrio.
- Velocidad de la marcha.
- Capacidad para levantarse /sentarse de una silla.

El test de equilibrio consiste en que los pacientes mantengan durante 10 segundos una posición concreta; bipedestación con los pies juntos, a continuación; *semi-tándem*, colocando un talón en el talón del pie contrario y, por último; en *tándem*, con el pie de un lado tras el del lado contrario formando una línea recta.

El segundo test, velocidad de la marcha, consiste en medir el tiempo que tarda el paciente en andar una distancia de 4 metros a su velocidad de paso habitual, se realiza dos veces y se tomará como medida el mejor de los dos intentos.

Finalmente, el test que mide la capacidad de levantarse y sentarse de una silla, con los brazos cruzados en el pecho y a la mayor velocidad posible. Se mide el tiempo en segundos, que tarda en repetir este movimiento 5 veces (Figura 8).



**Figura 8.** Batería corta de rendimiento físico (*Short Physical Performance Battery: SPPB*): Componentes y puntuación.

- Fuerza de los músculos cuádriceps isométrica (FMC): se evaluó siguiendo los procedimientos estándar de prueba muscular manual medida en Newton/kg. (Kendall, 1993). Se utilizó un dinamómetro de mano para

mejorar la objetividad de las estimaciones de fuerza. (modelo 01160 /Nicholas Manual Muscle Tester, Lafayette Instrument Company, USA). Los participantes permanecieron sentados con sus rodillas flexionadas 70 grados. El dinamómetro se colocó en la tibia anterior, 5 cm por encima el maléolo lateral (O'Shea, 2007).

### **III.6.3. Clasificación de los pacientes**

Tras la visita inicial, una vez conocidas las variables de síntomas (mMRC) y nivel de obstrucción bronquial (FEV1) los pacientes del GE fueron clasificados en tres grupos posibles, partiendo de que, por criterios de inclusión, todos los pacientes presentarían una disminución del FEV1 inferior al 50% al valor de referencia.

Los grupos formados para la programación de ejercicios quedaron establecidos así:

- Grupo I: pacientes con disnea 4 y  $FEV1 \leq 30\%$ .
- Grupo II: disnea 3 y  $FEV1 \geq 30$  y  $\leq 40\%$  y
- Grupo III: 1-2 y  $FEV1 \geq 40$  y  $\leq 50\%$ .

### **III.7. Evaluación de los pacientes: Visita Final.**

En la visita final, trascurrido un año desde que cada paciente inició el Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado, se realizó una nueva entrevista con el fisioterapeuta, que estaba "cegado" para los resultados de las variables recogidas en la visita inicial.

Se volvieron a recoger las puntuaciones de los cuestionarios HADs, CCQ y escala de Disnea mMRC y se volvió a realizar la Batería Corta de Rendimiento Físico (SPPB) además de medirse la fuerza de los cuádriceps.

Dos variables secundarias, no fueron incluidas en el grupo Control al año de la visita inicial, el cuestionario de Calidad de vida relacionada con la salud, y la disnea.

### **III.8. Recogida variables grupo control.**

Las variables de la cohorte de los pacientes del grupo control fueron obtenidas de forma retrospectiva. El cuestionario CCQ solo fue obtenido en el GE. Si se dispuso de datos de las principales variables del estudio: Batería Corta de Rendimiento Físico (SPPB) y la fuerza de los cuádriceps, obtenido en idéntico marco temporal: datos basales y transcurrido un año.

Los cuestionarios que se realizaron fueron: Depresión, evaluada por la subescala de depresión de la Ansiedad Hospitalaria y Escala de Depresión (HAD-D), como resultado de probable depresión cuando la puntuación total fue  $\geq 11$  (Herrero, 2003) (Van der Molen, 2003).

Escala Disnea (mMRC): La disnea fue evaluada según la escala mMRC (Mahler & Wells, 1988), (Holman, 1966) (Bestal, 1999).

### **III.9. Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado (PEFID)**

#### **III.9.1. Diseño del Programa.**

Para el diseño del PEFID, se tuvieron en cuenta las siguientes evidencias y consideraciones:

Según las guías de práctica clínica (Maltais, 2014), (Rous, 2014) la duración de los programas debe ser de al menos seis semanas, incluyendo entrenamiento aeróbico, mínimo tres días a la semana durante 20 minutos, a una intensidad igual o superior al 60% de su carga máxima de trabajo tolerada (Spruit, 2013), puesto que intensidades menores pueden no alcanzar adaptaciones cardiovasculares y musculares (Garber, 2011). Puede realizarse a carga constante o a intervalos, no habiéndose evidenciado la mayor eficacia de una modalidad sobre la otra, si bien el entrenamiento con intervalos es más tolerable por los pacientes, especialmente por aquellos con mayor disnea asociada al ejercicio (Spruit, 2013).

Entre los componentes que deben incluir los programas de RR, el entrenamiento físico es uno de los más importantes, gracias a los beneficios que reporta, con un nivel de evidencia alto y un grado de recomendación A en los pacientes EPOC (Bolton, 2013). Se ha demostrado que el entrenamiento físico produce cambios morfológicos en la fibra muscular que contrarrestan los efectos de la disfunción muscular periférica (Man, 2009). Tras un programa de entrenamiento, se observa un incremento en la sección transversal del cuádriceps (Vogiatzis, 2011). Así como un remodelado muscular con transformación de fibras tipo II en tipo I y un incremento en la densidad capilar por fibras (Vogiatzis, 2011) (Vogiatzis, 2010).

Aunque el *gold standard* es el ejercicio aeróbico, la inclusión de trabajo de fuerza potencia sus beneficios (Ortega, 2002). El entrenamiento de fuerza de miembros superiores no aumenta la capacidad aeróbica y realizado de forma aislada tampoco tiene impacto en la disnea o calidad de vida,

aunque sí mejora la funcionalidad para las actividades de la vida diaria (Spruit, 2013).

De acuerdo a un reciente metaanálisis, el ejercicio con diferentes modalidades parece el más efectivo para mejorar fuerza del músculo esquelético periférico y la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC estable, pero la proporción de ejercicios en los programas de entrenamiento combinado, todavía necesita ser explorado y analizado en ensayos clínicos de alta calidad metodológica con tamaño muestral grande para verificar los resultados sobre la estructura y función del músculo esquelético periférico en pacientes con EPOC de diferente gravedad (Li, 2021).

El programa fue “individualizado” porque cada uno de los pacientes fue evaluado antes de administrarle el PEFID, de acuerdo a los síntomas (disnea) y a su estado funcional (nivel de obstrucción), recibiendo a continuación, una sesión de entrenamiento presencial e individual sobre los ejercicios que debería realizarse en su domicilio (Figura 9).

La programación según intensidad, resistencia y progresión asignada según la pertenencia del paciente a cada grupo se especifica en la tabla 3.

Intensidad	Resistencia	Progresión
<b>Grupo 1</b>		
leve	1s 5r /1s 8r 2s 5r/ 2s 8r 3s 5r/ 3s 8r	20 a 60 minutos diarios, aumentar 5 minutos semanales.  De 3 a 7 días a la semana
moderada	1s 10r /1s 15r 2s 10r/2s 15r 3s 10r /3s15r	
alta	1s 15r/1s 20r 2s 15r/ 2s 20r 3s 15r / 3s 20r	
<b>Grupo 2</b>		
leve	1s 5r /1s 8r 2s 5 r/ 2s 8r 3s 5r/ 3s 8r	20 a 60 minutos diarios, aumentar 5 minutos semanales.  De 3 a 7 días a la semana
moderada	1s 10r /1s 15r 2s 10r/2s 15r 3s 10r /3s15r	
alta	1s 15r/1s 20r 2s 15r/ 2s 20r 3s 15r / 3s 20r	
<b>Grupo 3</b>		
leve	1s 5r /1s 8r 2s 5 r/ 2s 8r 3s 5r/ 3s 8r	20 a 60 minutos diarios, aumentar 5 minutos semanales.  De 3 a 7 días a la semana
moderada	1s 10r /1s 15r 2s 10r/2s 15r 3s 10r /3s15r	
alta	1s 15r/1s 20r 2s 15r/ 2s 20r 3s 15r / 3s 20r	

**Tabla 3:** Tipo, Intensidad y Progresión ejercicios PEFID

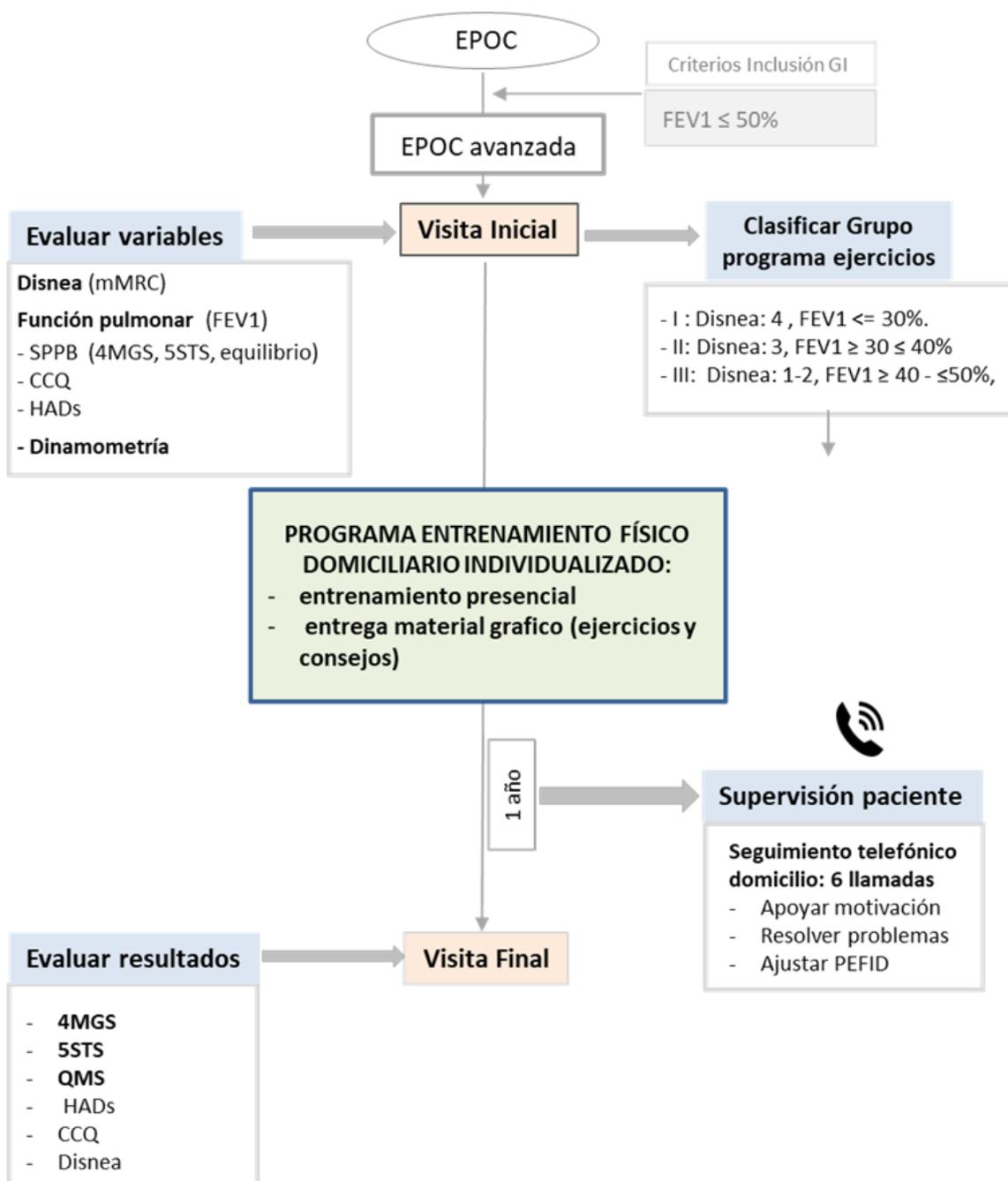
s: series, r: repeticiones

### III.9.2. Sistemática del programa.

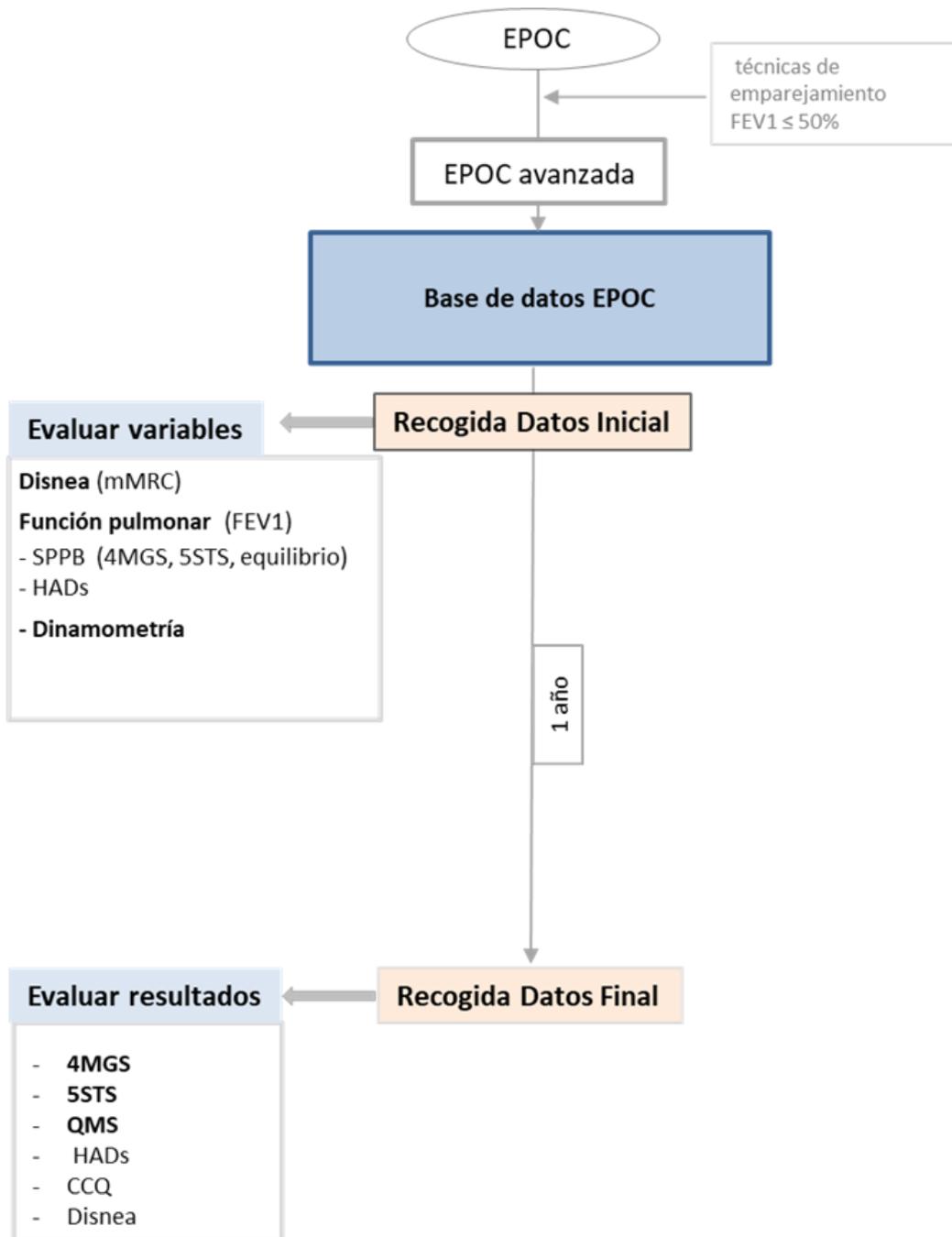
Cada paciente, de acuerdo al grupo asignado, se le enseñó a realizar los ejercicios predefinidos: de resistencia y aeróbicos. La rutina incremental de ejercicio fue programada en términos de intensidad (baja, moderada y alta) y número de repeticiones. El entrenamiento presencial e

individualizado duraba aproximadamente 30 minutos. Al final, se entregaba material gráfico de apoyo para que el paciente pudiera seguir realizando en su domicilio los ejercicios semanalmente. Todos los pacientes incluidos en el PEFID fueron seguidos telefónicamente. Al final del Programa cada paciente recibiría seis llamadas. La primera llamada se hizo a las dos semanas, la segunda entre la sexta y octava semana y luego cada 2 meses hasta la visita final, a las 24 semanas. En las llamadas, el fisioterapeuta preguntaba por la existencia de problemas, adherencia a los ejercicios, resolviendo dudas y animándolo a continuar; finalmente, se revisaba y ajustaba la intensidad y/o la progresión de los ejercicios.

El paciente fue monitorizado telefónicamente durante un año, según un plan preestablecido, para resolver problemas relacionados con los ejercicios, realizar cambios si fuera necesario y averiguar su adherencia (Figura 11).

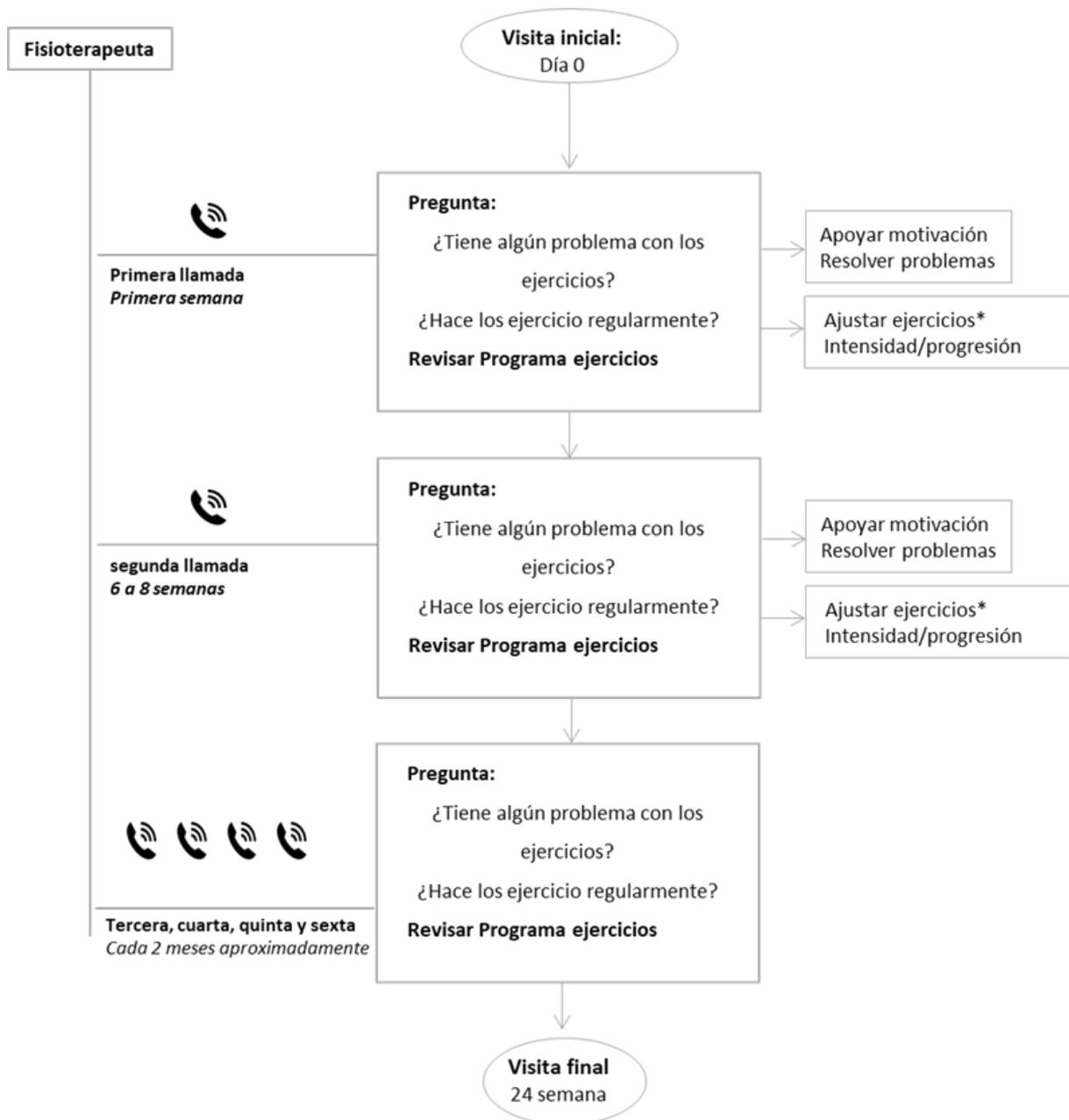


**Figura 9:** Componentes y sitemática del Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado (PEFIG). Grupo de estudio. mMRC: British Medical Research Council. HADS: Hospital Anxiety and Depression Scale. SPPB: Short Physical Performance Battery 4MGS: four-metres gait speed test. 5STS: five-repetition sit-to-stand test. QMS: quadriceps muscle strength FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.



**Figura 10:** Recogida de variables. Grupo Control

mMRC: British Medical Research Council. HADS: Hospital Anxiety and Depression Scale. SPPB: Short Physical Performance Battery 4MGS: four-metres gait speed test. 5STS: five-repetition sit-to-stand test. QMS: quadriceps muscle strength FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.



**Figura 11:** Seguimiento telefónico del Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado (PEVID) del grupo de estudio.

### III.9.3. Material gráfico (copyright®)

El material gráfico entregado a cada paciente, utilizado como apoyo para la explicación de los ejercicios físicos fue diseñado *ad hoc*. Fue depositado en el registro de la propiedad intelectual 23/02/2017 como “**Programa de entrenamiento físico individualizado en la EPOC**” (nº: 08/2017/169).

Hospital General Universitario Morales Meseguer. Servicio Neumología  
Figura 8-1



<b>Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado</b>
<b>Consejos e información general: Ejercicio físico</b>
<p>Para que el ejercicio físico sea completo debemos trabajar:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-<b>Entrenamiento muscular.</b><ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Con una intensidad de ejercicio suficiente (Número de series y repeticiones).</i></li><li>- <i>Frecuencia de entrenamiento adecuada (3-7 días/semana).</i></li><li>- <i>Duración de las sesiones (Mínimo 20 minutos en cada sesión).</i></li></ul></li><li>- <b>Ejercicio aeróbico</b><ul style="list-style-type: none"><li>Se debe realizar como mínimo 3 veces a la semana durante 20 minutos (o más).</li><li>- <i>De manera continua</i> (todo el tiempo o distancia al mismo ritmo).</li><li>- <i>A intervalos</i> (dividir el tiempo o la distancia total, haciendo pausas de descanso en movimiento, cambiando el ritmo).</li></ul></li></ul> <p>Es preferible tomar los inhaladores antes de iniciar para mejorar el rendimiento y la tolerancia al ejercicio . Si usa oxígeno domiciliario, póngaselo para hacer los ejercicios. Respire con normalidad mientras realiza ejercicio, sin aguantar la respiración en ningún momento.</p>

# Grupo 1:

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Piernas** **Grupo 1**

Sentarse en el suelo con piernas estiradas y espalda recta, poner un rulo (toalla enrollada) bajo las rodillas y mantener el tobillo a 90°. El ejercicio se realiza apretando la toalla.

número repeticiones

Tumbarse en el suelo con una pierna estirada y la otra flexionada. Elevar primero una pierna en extensión completa a unos 30 cm del suelo, en esa posición hacer pequeños círculos como si estuviéramos pintando con nuestro talón. Repetir con la otra pierna.

número repeticiones

De pie, piernas ligeramente separadas de la cadera. Coger aire y dar un paso adelante con una pierna manteniendo el tronco lo más recto posible. La pierna adelantada debe flexionarse hasta que el muslo quede lo más paralelo al suelo posible. La pierna de atrás debe quedar anclada con el pie al suelo pero debe descender hacia el mismo por la rodilla. Soltando aire volvemos a la posición inicial.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Brazos** **Grupo 1**

Sentarse en una silla con pies apoyados en el suelo. Coger aire a la vez que subimos brazos al máximo, por delante de nuestros ojos, soltar aire lentamente con labios fruncidos, bajar despacio los brazos a la posición inicial. Este ejercicio puede hacerse de pie.

número repeticiones

Coger aire a la vez que abrimos los brazos al máximo y soltar aire lentamente con labios apretados, abrazándonos a nosotros mismos. Este ejercicio puede hacerse sentado.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

Desde la posición de sentados con los pies en el suelo, coger aire y levantarse sin apoyarse. Hacer un ciclo respiratorio (tomar y echar el aire) y volver a la posición del comienzo.

número repeticiones

Apoyar espalda y nalgas sobre pared, pies paralelos y un poco separados, bajar lentamente doblando las piernas y sin despegar la espalda de la pared hasta el punto donde se pueda subir a la posición inicial sin apoyo.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Andar, bicicleta, escaleras** **Grupo 1**

Caminar despacio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y volver a caminar. Evitar los momentos del día de más calor o frío.

semana									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
minutos									
15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Subir un escalón cogiendo aire, parar y soltar aire. Subir otro escalón cogiendo aire y subir dos soltando aire. Repetir.

# Grupo 2:

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Piernas** **Grupo 2**

Sentarse en el suelo con piernas estiradas y espalda recta, poner un rulo (toalla enrollada) bajo las rodillas y mantener el tobillo a 90°. El ejercicio se realiza apretando la toalla.

número repeticiones

Tumbarse en el suelo con una pierna estirada y la otra flexionada. Elevar primero una pierna en extensión completa a unos 30 cm del suelo, en esa posición hacer pequeños círculos como si estuviéramos pintando con nuestro talón. Repetir con la otra pierna.

número repeticiones

De pie, piernas ligeramente separadas de la cadera. Coger aire y dar un paso adelante con una pierna manteniendo el tronco lo más recto posible. La pierna delantera debe flexionarse hasta que el muslo quede lo más paralelo al suelo posible. La pierna de atrás debe quedar anclada con el pie al suelo pero debe descender hacia el mismo por la rodilla. Soltando aire volvemos a la posición inicial.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Brazos** **Grupo 2**

Sentarse en una silla con pies apoyados en el suelo. Coger aire a la vez que subimos brazos al máximo, por delante de nuestros ojos, soltar aire lentamente con labios apretados, bajar despacio los brazos a la posición inicial. Este ejercicio puede hacerse de pie.

número repeticiones

Coger aire a la vez que abrimos los brazos al máximo y soltar aire lentamente con labios apretados, abrazándonos a nosotros mismos. Este ejercicio puede hacerse sentado.

número repeticiones

\*Emppear a hacer los ejercicios como se explica arriba y vamos añadiendo peso poco a poco y según nuestra tolerancia.

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Piernas** **Grupo 2**

Desde la posición de sentados con los pies en el suelo, coger aire y levantarse sin apoyarse. Hacer un ciclo respiratorio (tomar y echar el aire) y volver a la posición del comienzo.

número repeticiones

Desde la posición de sentados con los pies en el suelo, apoyar las manos en el borde de la silla. Despegar el trasero de la silla, como si quisiera levantarse, sin llegar a hacerlo. Hacer fuerza con los brazos, pero especialmente con glúteos y piernas.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Doméstico Individualizado

**Ejercicios: Andar, bicicleta, escaleras** **Grupo 2**

Caminar despacio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y volver a caminar. Evitar los momentos del día de más calor o frío.

semana									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
minutos									
15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Subir un escalón cogiendo aire, parar y soltar aire. Subir otro escalón cogiendo aire y subir dos soltando aire. Repetir.

## Grupo 3:

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

**Ejercicios: Piernas Grupo 3**



De pie, apoyar los brazos sobre una silla fija. Flexionar una rodilla (unos 90 grados), después extenderla y llevarla hacia atrás unos 30 grados, sin tocar el suelo. Es importante mantener el cuerpo recto durante el ejercicio.

número repeticiones

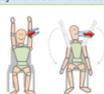


Apoyar espalda y nalgas sobre pared, pies paralelos y un poco separados, bajar lentamente doblando las piernas y sin despegar la espalda de la pared hasta el punto donde se pueda subir a la posición inicial sin apoyo.

número repeticiones

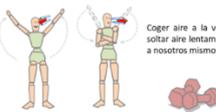
Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

**Ejercicios: Brazos Grupo 3**



Sentarse en una silla con pies apoyados en suelo. Coger aire a la vez que subimos brazos al máximo, por delante de nuestros ojos, soltar aire lentamente con labios apretados, bajar despacio los brazos a la posición inicial. Este ejercicio puede hacerse de pie.

número repeticiones



Coger aire a la vez que abrimos los brazos al máximo y soltar aire lentamente con labios apretados, abrazándonos a nosotros mismos. Este ejercicio puede hacerse sentado.

número repeticiones

Se puede hacer con medio kilo de peso en cada mano, y aumentar progresivamente según la tolerancia.

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

**Ejercicios: Piernas Grupo 3**



Sentarse en el suelo con piernas estiradas y espalda recta, poner un rulo (toalla enrollada) bajo las rodillas y mantener el tobillo a 90°.

El ejercicio se realiza apretando la toalla.

número repeticiones



Tumbarse en el suelo con una pierna estirada y la otra flexionada. Elevar primero una pierna en extensión completa a unos 30 cm del suelo, en esa posición hacer pequeños círculos como si estuviéramos pintando con nuestro talón. Repetir con la otra pierna.

número repeticiones



De pie, piernas ligeramente separadas de la cadera. Coger aire y dar un paso adelante con una pierna manteniendo el tronco lo más recto posible. La pierna delantera debe flexionarse hasta que el muslo quede lo más paralelo al suelo posible. La pierna de atrás debe quedar anclada con el pie al suelo pero debe descender hacia el mismo por la rodilla. Soltando aire volvemos a la posición inicial.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

**Ejercicios: Andar, bicicleta, correr Grupo 3**



Hacer el ejercicio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y continuar..

Si es bicicleta estática aumentar la resistencia poco a poco

Evitar los momentos del día de más calor o frío.



semana									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----									
minutos									
15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

**Ejercicios: Andar, bicicleta, correr Grupo 3**



Hacer el ejercicio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y continuar..

Si es bicicleta estática aumentar la resistencia poco a poco

Evitar los momentos del día de más calor o frío.



semana									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----									
minutos									
15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Figura 12: Material gráfico grupos 1,2 y 3 Programa de entrenamiento físico PEFID.

## IV. Análisis estadístico

Para calcular el tamaño de la muestra se estableció mediante la prueba t y utilizando FMC como principal medida de resultado. El tamaño de la muestra se basó en una potencia del 80% para detectar un tamaño del efecto de 0,55 entre grupos, asumiendo un nivel alfa de 0,05 y pérdidas del 26%. Un total de 42 participantes por grupo fueron requeridos.

El emparejamiento entre los pacientes del grupo control e intervención se realizó mediante las variables sexo, edad y FEV1.

Las variables cuantitativas se expresan como media y desviación estándar (SD), mediana y rango intercuartil (RI) y las cualitativas por número y porcentaje. Debido a la naturaleza emparejada de los datos, se utilizaron pruebas t de Student pareadas y la prueba de Wilcoxon para evaluar las diferencias entre las variables cuantitativas y la prueba de McNemar para variables cualitativas.

Se calculó la d de Cohen para estimar el tamaño del efecto de los cambios en QMS, 4MGS y pruebas 5STS. El tamaño del efecto se calculó utilizando una calculadora en línea.

Todos los contrastes se han realizado a dos colas. La significación estadística se ha establecido en un valor p menor o igual a 0,05.

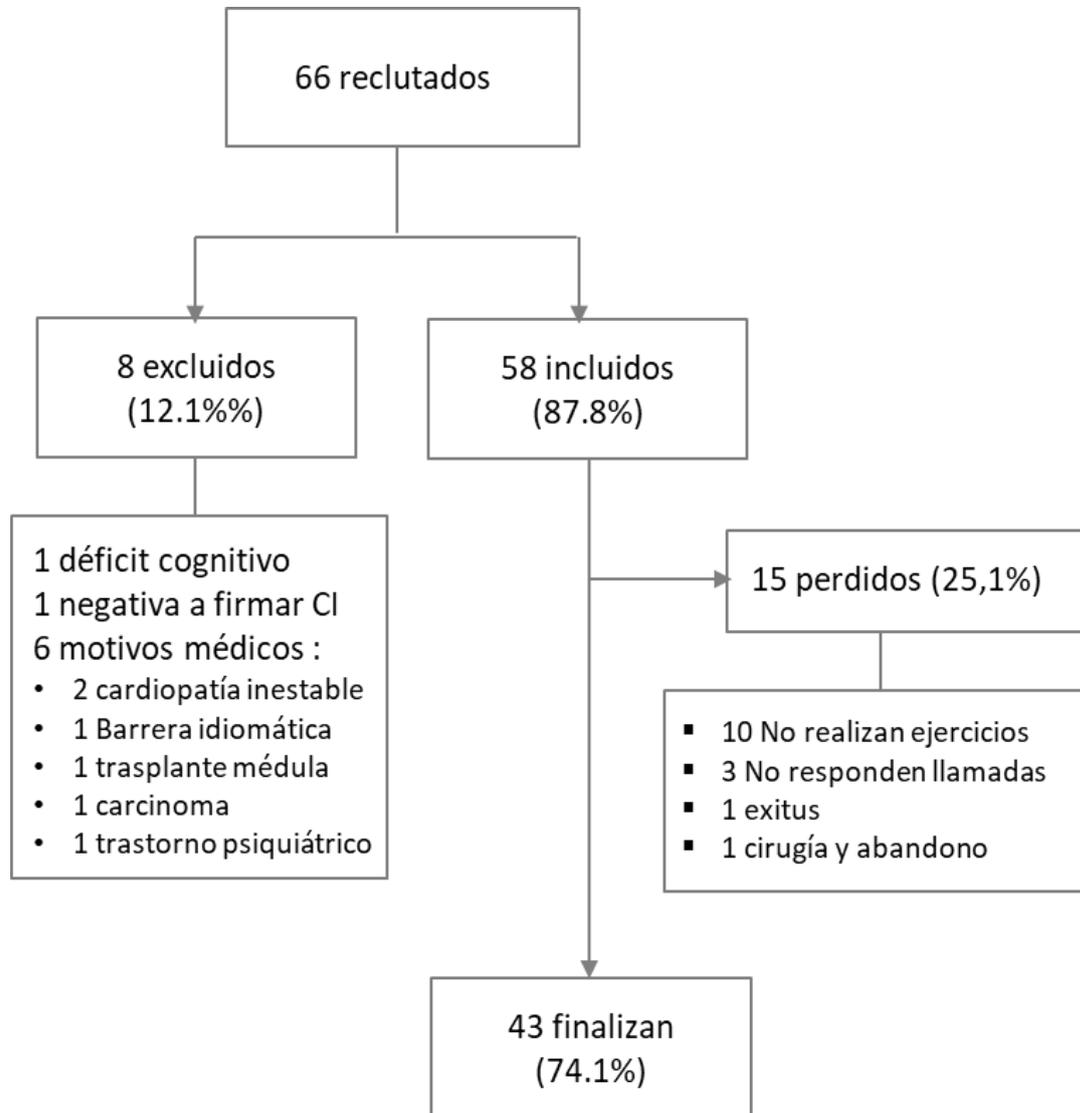
Todos los análisis se realizaron utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales. (SPSS) versión 24.0 (IBM SPSS, Chicago, IL, EE. UU.).

## **V. Resultados**

### **V.1. Participantes**

Entre marzo y mayo de 2022 se reclutaron un total de 66 pacientes con EPOC, de los cuales, 58 cumplían criterios de inclusión. De los 58 pacientes incluidos, 43 completaron el programa PEFID (74,1%). De los 15 pacientes perdidos del estudio (25,1%), tres no contestaron repetidamente las llamadas, un paciente falleció por “causa no respiratoria”, un paciente fue intervenido quirúrgicamente y abandonó el programa, los diez pacientes

restantes (17,2%) reconocieron, en la monitorización telefónica, que no continuaban con los ejercicios regularmente.



**Figura 13:** Reclutamiento y pérdidas del estudio. Grupo de Estudio.

CI; consentimiento informado.

Finalmente se analizaron 43 pacientes con EPOC avanzada que finalizaron PEFID.

Las características basales sociodemográficas y clínicas de la población estudiada, grupos GE y GC, fueron similares y se muestran en la tabla 4.

	Grupo estudio N=43	Grupo control N=43	Valor P
Edad , media (SD)	67,83 (9,49)	67,04 ( 9,32)	0,698
Mujeres, número (%)	9 (20,9)	9 (20,9)	1,000
IMC (kg/m2), media (SD)	27,47 (4,65)	28,89 (4,80)	0,167
Comorbilidades (COTE), mediana (RI)	1 (0-2)	0 (0-1)	0,141
HADs: media (SD)	11,4 (7,82)	13 (8)	0,383
FEV1 % pred (SD)	40,34 (11,89)	44,09 (13,09)	0,169
Tabaquismo activo, n (%)	7 (16,3)	10 (23,3)	0,417
Disnea (mMRC), mediana (RI)	3 (2-3)	1 (1-2)	<0,001

**Tabla 4:** Características sociodemográficas y clínicas en la visita inicial.

IMC; índice de masa corporal, RI; rango intercoantílico, SD; desviación típica, N; número, mMRC; British Medical Research Council.

Cuarenta y tres pacientes del GE fueron emparejados con 43 “controles”, extraídos de una cohorte de pacientes con EPOC, seguidos durante un año, en los que no se había realizado ningún tipo de intervención de RR (GC). La media de edad para el grupo de estudio (GE) fue  $67,8 \pm 9,5$  años. La mayoría eran hombres 34 (79 %).

En relación a las comorbilidades, la mediana el grupo de estudio, tenía un índice COTE mayor 1(0-2) que el grupo control 0 (0-1), pero sin diferencias significativas ( $p = 0,141$ ).

En cuanto a función pulmonar, medida por espirometría forzada, el FEV1, la media en ambos grupos estaba por debajo del 50%, 40,34 (11,9) en el GE y 44,09 (13,1) para el GC, 35 pacientes en el GE y 37 en el GC (81,4% y 86% respectivamente).

El tabaquismo activo estaba presente en pocos pacientes de ambos grupos: 16,3% en GE y 23.3% en el GC ( $p = 0,417$ ). La mediana en la disnea en el GE fue grado 3, mientras que en el GC fué grado 1, es decir, los pacientes del GC estaban menos sintomáticos, al inicio del estudio ( $p < 0,001$ ).

	GE	GC	P
Diferencia SPPB, n (%)	24 (55,8)	20 (46,6)	0,003
Test 4 metros en segundos, n (%)	27 (62,8)	18 (41,9)	0,001
Evolución test silla, n (%)	31 (72,1)	15 (34,9)	<0,001
Evolución Dinamo cuádriceps, n (%)	29 (67,4)	22 (51,2)	0,002

**Tabla 5.** Pacientes que mejoran en GE y GC al año en cuanto a la puntuación total de SPPB, el test de los 4 metros, 5STS y la evolución de la fuerza muscular medida por dinamometría.

N; número, GE; grupo estudio, GC; grupo control, P; valor p.

En relación al porcentaje de los pacientes que mejoraron después de un año del inicio, según la diferencia de puntuación total del SPPB fue un 55,8 en el GE frente a un 46,6 en el GC. En el test de los 4 metros en el GE mejoraron 27 pacientes (62,8) mientras que en el GC fueron 18 (41,9). El número de los pacientes que mejoraron en el test de la silla del GE fue de 31 (72,1) y en el GC 15 (34,9). Y en referencia a la FMC en el GE mejoraron 29 pacientes (67,4) frente a 22 pacientes (51,2) del GC.

Las variables de resultado del estudio en la visita inicial, eran similares en ambos grupos (GE y GC). La fuerza del músculo cuádriceps (FMC): 17,36 (4,04) (GE) frente a 15,84 (2,93) (GC),  $p = 1,896$ . El test de test de velocidad de la marcha de cuatro metros (four-meter walk, speed test: 4MGS): 4,73 (1,20) en GE vs 4,4 (1,01) GC, ( $p = 0,329$ ). Por último, el test de las 5 repeticiones: sentarse levantarse (the five-repetition test sitting and standing: 5STS), fue de 17,24 (4,33) en GE, frente a 14,3 (2,73) (GC), ( $p = 0,139$ ). Tabla 6.

	Visita inicial		Visita final		Tamaño efecto	Valor P
	Puntuación Media $\pm$ SD		Puntuación Media $\pm$ SD			
	GE	GC	GE	GC		
<b>Test 4 metros (SD)</b> (segundos)	4,73 (1,2)	4,4 (1,01)	4,34 (1,16)	4,77 (1,44)	0,02 (-0,40, 0,45)	0,001
<b>Test silla (SD)</b> (segundos)	17,24 (4,33)	14,30 (2,73)	15,69 (4,48)	14,91 (3,42)	0,38 (-0,04, 0,81)	0,001
<b>Fuerza cuádriceps (SD)</b> (Newton/Kg)	17,36 (4,04)	15,84 (2,93)	19,8 (5,11)	15,89 (3,17)	0,57 (0,14, 1,01)	0,009

**Tabla 6:** Efecto del programa PEFID. Cambios en puntuaciones en las variables de resultado entre a visita inicial y final.

SD; desviación típica

Transcurrido un año de seguimiento, desde el inicio del PEFID, la FMC fue mayor significativamente en el GE 2,44 (4,07) vs 0,05 (4,26) (GC), ( $p = 0,009$ ). En el GE, el tamaño del efecto de FMC, fue 0,57 (IC 95%: 0,14, 1,01). El test de velocidad de la marcha de cuatro metros disminuyó 0,39 (0,86) en el GE mientras que aumentó 0,37 (0,96) en el GC ( $p = 0,001$ ); tamaño del efecto: 0,02 (IC95% -0,40, 0,45). Por último, en el test de las 5 repeticiones, el GE disminuyó 1,55 (0,82) mientras que en el GC aumentó el tiempo en 0,61 (0,24). El tamaño del efecto fue de 0,38 (IC95% -0,04, 0,81). Los datos del tamaño efecto en FMC, 4MGS y 5STS y los cambios entre las visitas inicial y final del GE y GC se especifican en tabla 6.

Para valorar el estado emocional basal de los pacientes incluidos en el estudio, se realizó la escala HADs de ansiedad depresión. La media de puntuación no difirió en ambos grupos: 11,46 (7,82) y 13 (8) ( $p = 0,383$ ). Para analizar el posible efecto del programa (PEFID) en la mejora emocional los pacientes del GE, se evaluó la escala HADs, transcurrido un año. Se observó una mejora significativa en las puntuaciones de dicha escala, pasando de 11,47 (7,83) en la visita inicial a 7,37 (4,28) (diferencia entre medias: 4,09 (4,24) ( $p = 0,001$ )).

La puntuación global de la batería corta de rendimiento físico (SPPB), incluyendo las tres pruebas: tests de velocidad de la marcha de 4 metros, test de 5 repeticiones: sentarse levantarse y test de equilibrio; fue de 8,30 (1,66): fragilidad leve, en la visita inicial en el GE, mejorando ligeramente a 9,12 (1,75) en la visita post intervención ( $p = 0,214$ ). En el Grupo control en la visita inicial, la puntuación del SPBB fue de 9,51 (1,91), y al año era muy similar 9,24 (1,9) ( $p = 0,416$ ).

Dos variables secundarias, no fueron incluidas en el grupo Control al año de la visita inicial, el cuestionario de Calidad de vida relacionada con la salud, y la disnea. Ambas variables si mostraron cambios significativos intragrupo (GE) transcurrido un año de la intervención (PEFID), desde el punto de vista estadístico ( $p = 0,021$ ), El CCQ alcanzó *diferencias mínimas clínicamente importantes* (superior a 0,4). Tabla 7.

	Visita inicial Pre-intervención	Visita final Post-intervención	Diferencia de las medias	Valor P
Disnea (mMRC), media (SD)	2,84 (0,69)	1,89 (0,7)	0,94	0,019
Calidad de vida (CCQ), media (SD)	1,96 (1,08)	1,24 (0,88)	0,71	0,002
SPPB, media (SD)	8,30 (1,66)	9,12 (1,75)	-0,81	0,214
Ansiedad-depresión (HADS), media (SD)	11,47 (7,83)	7,37 (4,28)	4,09	0,001

**Tabla 7.** Diferencia test GE pre y post intervención.

mMRC; British Medical Research Council, CCQ; Cuestionario clínico de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, SPPB; Short Physical Performance Battery 4MGS: four-metres gait speed test. 5STS: five-repetition sit-to-stand test. QMS: quadriceps muscle strength, HADS; escala ansiedad y depresión.

Cuando analizamos las diferencias clínicas mínimamente importantes en las variables del estudio, nos encontramos que en el caso de FMC aún no ha sido establecida, ya que no se han realizado estudios para validar esta diferencia.

En el test de los 4 metros en el GE, la puntuación media del 4MGS mejoró de forma significativa tras la intervención PEFID, pasando de 0,845 m. s-1 (GE) a 0,922 m. s-1 (P = 0,04). Aunque, la diferencia entre las medias no alcanzó la DCMI de 0,11 para este test (0,07). En el test de las 5 repeticiones, el tiempo disminuyó significativamente con RR. Pre: 17,2 segundos (4,4) y 15,6 (4,4) post (p = 0,001). La diferencia de medias fue de 1,55 (DCMI 1,7).

La disnea mejoró significativamente en la comparación intragrupo, pasando de una puntuación media de 2,837 (0,68) pre-programa a 1,88 (0,69), post programa. Diferencia de medias: - 0,94, muy próxima a la DCMI de -1, considerada como “punto de corte” para considerar una mejora en la disnea percibida por el paciente con EPOC.

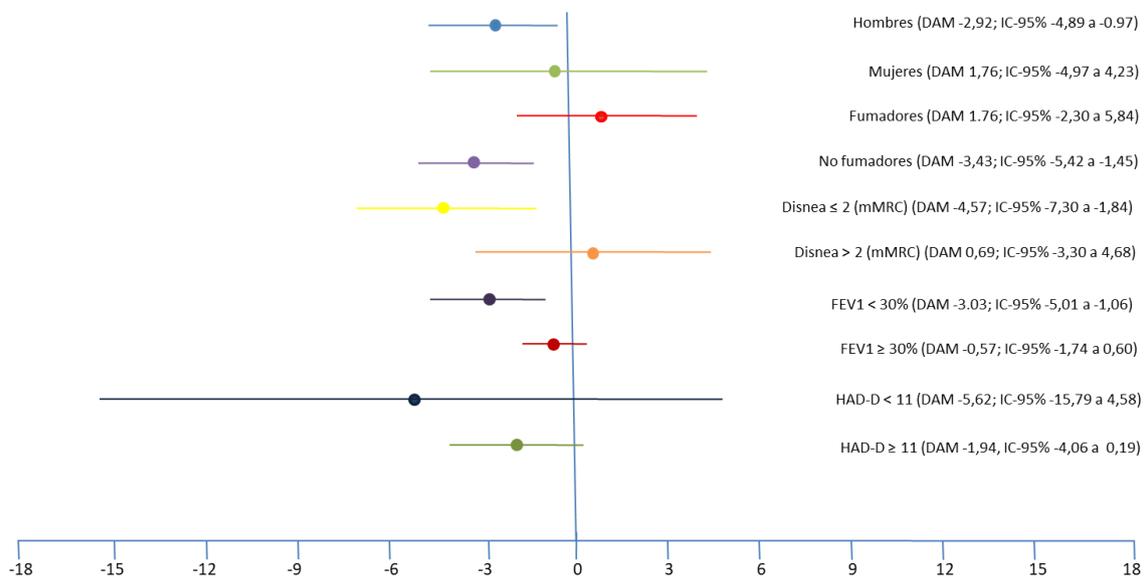
En relación al cuestionario CCQ la diferencia de medias fue de - 0,71 por encima del punto de corte establecido de DCMI para este cuestionario (-0,4). Tabla 8.

	Diferencia medias: Pre-post programa	DCMI
Fuerza cuádriceps	2,44	-
Test 4 metros (4MGS)	0,08	0,11
Test silla (5STS)	1,55	1,7
Disnea (mMRC)	-1	-1
Calidad de vida (CCQ)	-0,71	-0,4

**TABLA 8:** Comparación entre las medias y valores de las diferencias mínimas clínicamente importantes de variables del grupo estudio. 4MGS; test de velocidad de 4

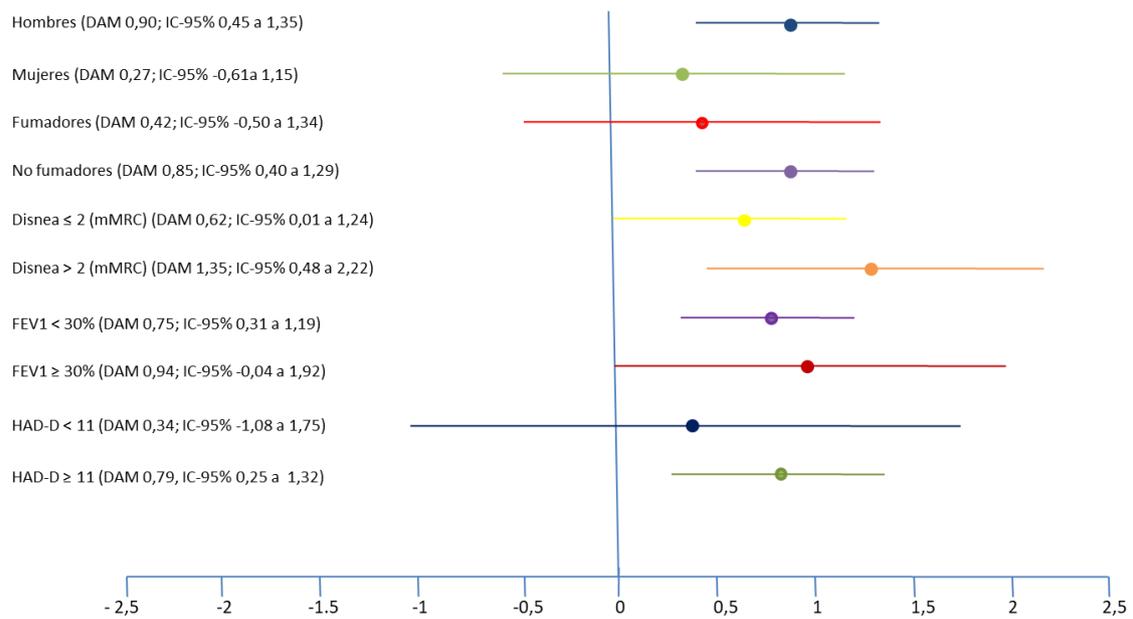
metros, 5STS: test cinco repeticiones levantarse-sentarse de una silla, mMRC; British Medical Research Council, CCQ; Cuestionario clínico de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.

Cuando analizamos las diferencias de efecto en los pacientes con EPOC incluidos en el programa de entrenamiento (PEFID), encontramos diferencias significativas en el tamaño del efecto de la prueba de fuerza del cuádriceps al categorizado por género, tabaquismo, disnea, FEV1 y escala HAD. El tamaño del efecto del PEFID se relacionó significativamente con el sexo masculino, la disnea  $\leq 2$ , un FEV1  $< 30\%$  del valor predicho y una escala HAD-D  $\geq 11$ . 0,725 (0,234-1,216), 0,834 (0,342-1,327), 1,116 (0,431-1,800), 0,711 (0,241-1,181) y 0,487 (-0,044-1,018), respectivamente. (Figuras 13, 14,15).



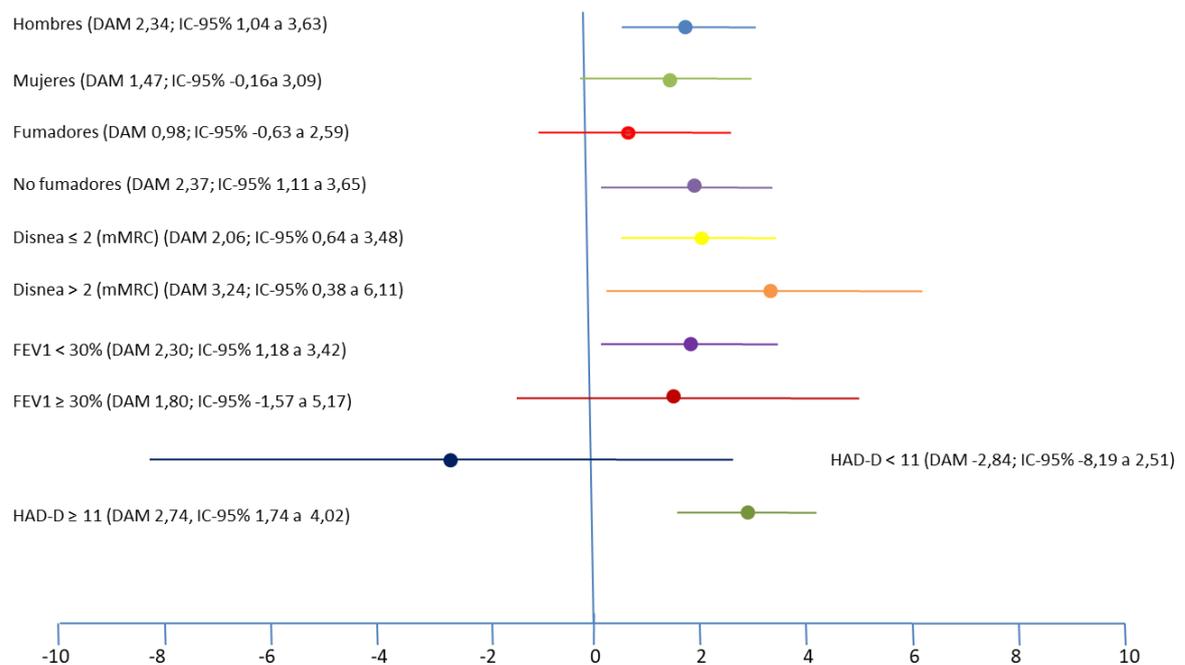
**Figura 14.** Diferencia absoluta de medias entre la basal y al año, entre Grupo Control e Intervención, en la fuerza muscular del cuádriceps (kg) en los diferentes subgrupos analizados.

FEV1; Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada; HADS; escala ansiedad y depresión.



**Figura 15.** Diferencia absoluta de medias entre la basal y al año, entre Grupo Control e Intervención, en la prueba **4MGS** en los diferentes subgrupos analizados.

FEV1; Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada; HADS; escala ansiedad y depresión.



**Figura 16.** Diferencia absoluta de medias entre la basal y al año, entre Grupo Control e Intervención, en la prueba **5STS** en los diferentes subgrupos analizados.

FEV1; Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada; HADS; escala ansiedad y depresión.

## 11. DISCUSIÓN:

La rehabilitación respiratoria (RR) es la clave del tratamiento no farmacológico de la EPOC y se ha demostrado capaz de mejorar la disnea, la calidad de vida, la capacidad de ejercicio y reducir ingresos hospitalarios y duración de la hospitalización en los pacientes con esta enfermedad (McCarthy, 2015) (Puhan, 2016). Múltiples evidencias muestran que la RR basada en el ejercicio pueden mejorar, además de variables de actividad física y fuerza muscular, la calidad de vida y la disnea en la EPOC en comparación a pacientes sin ejercicio (Zhang, 2021) (He, 2023).

Está dirigida a mejorar el estado físico y mental de los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. Como un componente central en la RR, el entrenamiento físico, incluye entrenamiento de resistencia y entrenamiento de fuerza entre otros (Spruit, 2013).

### **Sobre las características de la población estudiada**

Aunque pueden existir diferencias en los resultados según la gravedad de la enfermedad, la mayor parte de la literatura existente no distingue a los pacientes con diferentes niveles de gravedad, y las evidencias del efecto de la RR en la EPOC, basadas en entrenamiento al ejercicio, se centran principalmente en pacientes con EPOC de moderada a grave (COPD).

Nuestro estudio ha tenido como objetivo evaluar los efectos de la RR basada en ejercicio, sobre el rendimiento físico de las extremidades inferiores, calidad de vida y disnea en pacientes con EPOC avanzada: grave/muy grave y todos los pacientes incluidos en el PEFID presentaron un  $FEV1 \leq 50\%$ . Un 85,4% eran graves y el resto, con un  $FEV1 < 30\%$  muy graves según la clasificación GOLD (2001). Una reciente revisión sistemática solo encontró 6 artículos que incluyeron a pacientes con EPOC con este nivel de gravedad (He, 2023).

Los pacientes del grupo estudio tenían una media de edad de 67 (10), un 20,9% eran mujeres. La media del IMC en los 43 sujetos, fue de 27,47 (4,65). En cuanto a la mediana del índice de comorbilidades (COTE) en encontraba en 1 (1-2), un 16,3% seguían fumando y grado 3 (2-3) de disnea.

En nuestro estudio, se ha comparado un grupo experimental, a los que se les ha aplicado RR con un grupo control tipo cohorte histórica. El grupo que recibió el PEFID, presentaba una puntuación basal del cuestionario HAD-D (ansiedad-depresión) de 11,46 (7,82), similar al Grupo control ( $p = 0,383$ ). Al año de seguimiento, en el grupo que recibió la intervención, mejoró significativamente la puntuación del cuestionario HADs. (11,46 a 7,37;  $p = 0,001$ ). En términos de impacto emocional, otros estudios, incluidos en un metaanálisis, han mostrado que el entrenamiento físico tiene un efecto significativo en la mejora de las emociones negativas, como la ansiedad y la depresión en pacientes con EPOC. (Li, 2019). Pero la mayoría de estos estudios incluidos en este metanaálisis (9 de 13) utilizan técnicas de relajación (*tai -chi, baduanjin, yoga, etc.*) en ámbitos culturales diferentes al nuestro (China) por lo que no son comparables a nuestros resultados.

### **Sobre los resultados principales**

El Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID), impactó favorablemente en el rendimiento de los miembros inferiores: fuerza de cuádriceps (FMC) y tests de velocidad de la marcha de 4 metros (4MGS) y 5 repeticiones sentarse levantarse (5STS), (subpruebas de la Batería corta de rendimiento físico: SPPB). Todas las medidas mejoraron significativamente al finalizar el seguimiento.

La fuerza del cuádriceps puede transmitir información pronóstica en la EPOC, y no siempre es una variable subrogada del índice de masa corporal o viceversa. La reducción de la fuerza del cuádriceps se relaciona con mayor mortalidad y reducción de la capacidad de ejercicio en la EPOC

(Seymour, 2009). La fuerza de contracción voluntaria máxima isométrica del cuádriceps se usa comúnmente para cuantificar la fuerza del cuádriceps y está típicamente reducida un 30% en pacientes con EPOC de moderada a grave, en comparación con sujetos sanos de la misma edad y género (Swallow, 2007). En nuestro estudio la fuerza del cuádriceps mejoró de forma estadísticamente significativa, tras la aplicación del PEFID, con valores finales de 19,80 (5,10) en el GE y 15,88 (3,16) en el GC ( $p = 0,009$ ). Esto representa un tamaño del efecto de 0,57 (magnitud media).

Un reciente metaanálisis conducido por Li et al de 30 ensayos clínicos aleatorizados (1,317 pacientes con EPOC), concluye que disponemos de una evidencia moderada para apoyar que el entrenamiento físico en pacientes con EPOC estables tiene efectos significativos y beneficiosos sobre la fuerza del músculo esquelético periférico, aunque sólo 4 estudios de los incluidos en el, utilizaron como variable de resultado, específicamente la fuerza muscular del cuádriceps (Clark, 2000 ) (Chen, 2018) (Simpson, 1992) (Van Wetering, 2010). De ellos, solo hemos encontrado un estudio similar al nuestro (Chen, 2018) que aplica un programa de entrenamiento domiciliario similar, dirigido también a mejorar la resistencia de miembros inferiores. Pero la metodología difiere sustancialmente, en cuanto al contenido y la duración del programa de entrenamiento. Estudian 47 pacientes (25 GE y 22 GC). El programa consistió en 6 series de entrenamiento de miembros inferiores de resistencia de gravedad y resistencia propia de 8–12 Repeticiones, 20–30 min/sesión y 3 sesiones/semanales, durante 12 semanas. La intensidad no estaba estratificada por gravedad, el entrenamiento solo atendió a los miembros inferiores y la duración del programa fue muy inferior a nuestro

estudio y no estuvo supervisada telefónicamente. En relación con los resultados al inicio, todos los índices de fuerza muscular analizados (extensión isométrica del cuádriceps, extensión isométrica en relación al peso corporal y extensión isocinética) no observaron cambios significativos en el grupo de intervención.

Otro estudio aleatorizado y controlado en 43 pacientes con EPOC, analizó el efecto de un programa, de 12 semanas, de ámbito hospitalario con entrenamiento con pesas en pacientes ambulatorios, en términos de función del músculo esquelético (función muscular isocinética e isotónica y sostenida de extremidades superiores e inferiores). En este estudio, la media de edad muy inferior a nuestro estudio ( $49 \pm 11$  años) y mejor función pulmonar (FEV1:  $77 \pm 23\%$ ) Los 43 pacientes se asignaron aleatoriamente a grupos de entrenamiento ( $n=26$ ) y control ( $n=17$ ). El grupo de entrenamiento mostró mejoras significativas en la prueba sostenida de trabajo muscular isocinético, tanto en miembros superiores como inferiores,  $32$  (IC 95% 148-491) *joules* versus  $32$  (IC 95%: 126-189) *joules* ( $p < 0,02$ ). Tanto la metodología (tipo de entrenamiento, intensidad, duración del programa), como las variables utilizadas difieren bastante de nuestro estudio, por lo que los resultados son difícilmente comparables. Igualmente, el estudio de van Wetering CR et al. (Van Wetering, 2010) estudia una población de pacientes con un 72% de EPOC leve o moderada (FEV1 > 50%), por lo que los resultados no son comparables.

Van Wetering et al, muestra en un estudio controlado y aleatorizado que un programa de entrenamiento muscular dirigido a los miembros inferiores, mostraba una mejoría en la fuerza a los seis meses de la intervención. Sin embargo, en este estudio el 72% de los pacientes

mostraban una EPOC leve moderada, por lo que sus resultados no se pueden extrapolar a la población más grave.

En nuestro trabajo, en relación a la puntuación global del SPPB, no hubo cambios en la subprueba de equilibrio de SPPB en ambos grupos al final del seguimiento, pero sí en la velocidad de la marcha de 4 metros (4MGS) y en las 5 repeticiones sentarse levantarse (5STS), que mejoraron de forma estadísticamente significativa, aunque estas diferencias alcanzasen un tamaño de efecto discreto ( $< 0,3$ ). Es posible que la ausencia de cambios entre los grupos al evaluar el componente de equilibrio del SPPB, se deba al hecho, de que esta prueba refleje una habilidad compleja, que no solo depende del estado funcional de los miembros inferiores, sino que también incluye otros determinantes, como la integración y coordinación del sistema musculoesquelético (biomecánica, rango de movimiento, flexibilidad), sistemas neurales (integración motora y sensorial y premotores de nivel superior) y pocos pacientes en nuestro estudio mostraron alteraciones del equilibrio, en la evaluación inicial del SPPB.

Un reciente estudio realizado en Países Bajos (Stoffels, 2020) analizó retrospectivamente la respuesta a un programa de rehabilitación respiratoria y las diferencias mínimas importantes (DCMI) de la Subpruebas de la batería de rendimiento físico (SPPB) y la puntuación global SPPB en una población de 632 pacientes con EPOC con una edad media de  $65 \pm 8$  años y un FEV1: 43% [rango intercuartil, 30%-60%] de valor predicho). El programa se aplicó a pacientes hospitalizados y ambulatorios con diferente duración (40 sesiones de 8 semanas o 14 semanas respectivamente). Las variables de resultado principal fueron, como en nuestro estudio, las medidas iniciales y posteriores a la RR del

SPPB: pruebas de equilibrio de pie, velocidad de marcha de 4 metros (4MGS) y 5 repeticiones de sentarse a levantarse (5STS). Los pacientes fueron estratificados de acuerdo con sus puntuaciones iniciales del SPPB en grupos de bajo rendimiento, rendimiento moderado y alto rendimiento, similar a la estratificación del PEFID, pero nosotros utilizamos el grado de disnea. La subprueba de 5STS ( $\Delta = 1,14 [4,20 - 0,93]$ ) y la puntuación total del SPPB ( $\Delta = 1 [0-2]$  puntos) mejoraron después de la RR. En pacientes con un rendimiento bajo al inicio, el equilibrio en tándem y 4MGS también aumentaron significativamente. Los autores concluyen que 5STS y puntuación resumen del SPPB responden a PR en pacientes con EPOC, mientras la prueba de equilibrio y 4MGS solo responden a RR en pacientes con EPOC con puntuación del SPPB baja al inicio del estudio. Los resultados difieren, en parte, de nuestro estudio. En el GE, que recibió PEFID, el SPPB no cambió significativamente, pero si lo hizo el 5STS ( $p = 0,001$ ) y el 4MGS ( $p = 0,04$ ), aunque nuestros resultados no fueron estratificados por grupos de clasificación inicial de los pacientes (grupos 1 a 3). Estas diferencias pueden explicarse por diversos factores. En primer lugar, por el diseño retrospectivo del estudio, lo que incrementa la posibilidad de sesgos y variables de confusión. En segundo lugar, la intervención aplicada en el estudio de Stoffels AA et al. fue sustancialmente diferente al PEFID. Ellos aplicaron un programa de “entrega presencial” de 8 semanas de duración, en el caso de hospitalizados y de 14 en el caso de “EPOC ambulatorios”, la monitorización del programa también fue presencial, por un equipo multidisciplinar. En nuestro estudio fue no presencial, telefónica, en el domicilio de los pacientes y realizada por un fisioterapeuta.

Un estudio que evaluó 301 pacientes con EPOC, midió la 4MGS antes y después rehabilitación respiratoria. El 4MGS se midió al inicio y 1 año después, en un estudio separado de una cohorte de 162 pacientes también con EPOC. El 4MGS mejoró significativamente con la rehabilitación respiratoria (cambio medio  $0,08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $p < 0,001$ ) y el cambio mínimo detectable al 95% de confianza fue de  $0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . En nuestro estudio, la puntuación media del 4MGS mejoró de forma significativa en el grupo de estudio tras la intervención PEFID, pasando de  $0.845 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (GE) a  $0,922 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; mientras en el grupo control, por el contrario, empeoró, pasando de  $0,909 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a  $0,839 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $p= 0,0001$ ).

Un estudio abierto, transversal con muestreo de conveniencia, (antes-después); determinó la capacidad de respuesta del 5STS a la RR antes y después de un programa rehabilitación respiratoria ambulatoria en 239 pacientes EPOC con una media del FEV1 de  $47,6 (20,6)$ . El programa de RR, igual que nuestro estudio, era ambulatorio, el entrenamiento individualizado e incluyó una combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza; pero la duración era sólo de 8 semanas (con al menos una sesión en casa por semana). El tiempo de 5STS disminuyó significativamente con RR. Pre:  $14,1 (11,5 - 21,3)$  frente a post:  $12,4 (10,2 - 16,3)$  segundos;  $p < 0,001$ ). Datos evolutivos muy similares a los obtenidos en nuestro caso: Pre:  $17,2$  segundos ( $4,4$ ) y  $15,6 (4,4)$  post ( $p= 0,001$ ). La diferencia en la medida inicial de ambos estudios, puede deberse la diferencia en la situación funcional de los pacientes incluidos. En nuestro caso, los pacientes tenían una media de FEV1 inferior:  $40,34 (11,89)$  (Jones, 2013).

## Sobre otros resultados

**Variables secundarias de nuestro estudio:** Tanto la Disnea (evaluada mediante la escala mMRC) (Bestall, 1999) como la calidad de vida (CCQ) (Van der Molen, 2003) también han sido analizadas en otros estudios. Una revisión sistemática conducida por Zhang (Zhang, 2021) exploró los efectos en la disnea del entrenamiento muscular en pacientes con EPOC. Se incluyeron catorce ensayos clínicos aleatorizados y 18 intervenciones (n= 860 participantes). Cinco estudios utilizan la escala mMRC, mientras los otros 13 utilizan la escala Borg. Con ambas escalas de medición se alcanzan mejoras significativas. El entrenamiento muscular mejoró significativamente la disnea durante el ejercicio y en la vida diaria de los pacientes con EPOC (DMCI 95%: 0,58 (0,84, 0,32), ( $p < 0,0001$ ) y 0,44 (0,65, 0,24) ( $p < 0,0001$ ), respectivamente). En nuestro estudio la disnea mejora significativamente en la comparación intragrupo, pasando de una puntuación media de 2,837 (0,68) pre-programa a 1,88 (0,69), post-programa. Diferencia de medias: -0,94, muy próxima a la DCMI de -1, considerada como “punto de corte” para considerar una mejora en la disnea percibida por el paciente con EPOC (De Torres, 2002). Además, presentar disnea  $\leq 2$  en la visita inicial predice una mejora significativa en la fuerza muscular de cuádriceps pasando de 17,36 en la visita inicial a 19,8 en la final ( $p < 0,001$ ), con un tamaño efecto de 0,57 situándose en un nivel de efecto medio.

Aun empleando metodologías muy heterogéneas en la aplicación y el tipo de programas de RR, existen algunos programas recientes que sustentan la utilidad de los cuestionarios de calidad de vida en la evaluación de la respuesta a los programas de RR en la EPOC (Higashimoto, 2020). En la

evaluación de los síntomas de la EPOC, GOLD, desde 2011, sugiere dos medidas integrales: el CAT (CPOD Assessment Test) y el Cuestionario Clínico de la EPOC (CCQ: Clinical COPD Questionnaire). (GOLD, 2023). El estado de salud medido por el CCQ ha mostrado y mejorías clínicamente relevantes durante programas de RR; este y ésta mejora se correlaciona bien con la mejora de la capacidad en funcional, lo que indica que el CCQ es sensible al cambio en respuesta a RR (Van Dam, 2014). El CCQ fue utilizado, en nuestro estudio, para evaluar la respuesta de los pacientes al PEFID (GE variable secundaria), se ha mostrado especialmente sensible al efecto de la RR ambulatoria, como la realizada en nuestro estudio y de igual sensibilidad a la mostrada por otros cuestionarios de calidad de vida bien establecidos como el SGRQ y el CAT. El cambio en CCQ en respuesta a RR se correlaciona significativamente con cambios en SGRQ y CAT. Además, existe una estimación consistente en que la mejora mínima clínicamente importante importante es de  $-0,4$  (Kocks, 2006). En nuestro caso, la diferencia de medias en el GE, pre y post intervención fue de 1,955 (1,07) y 1,241 (0,88) respectivamente, diferencia de medias =  $-0,714$ , lo que indica una diferencia clínicamente relevante.

### **Sobre las características de la intervención**

Recientemente, la función muscular de extremidades inferiores se ha relacionado con la capacidad de ejercicio en la EPOC (Li, 2021). Estudios previos han confirmado que la disfunción del músculo esquelético es un importante factor adicional que contribuye a la restricción del ejercicio y a deficiencias funcionales en la EPOC (Saey, 2003) (Gagnon, 2009), y está íntimamente relacionado con la calidad de vida, tasas de hospitalización y

mortalidad (Nyberg, 2016), (Maltais, 2014). De ahí la importancia que en nuestro estudio hemos dado a las extremidades inferiores focalizando en éstas, tanto el entrenamiento físico, como las medidas de resultado.

Sin embargo, aunque directrices y revisiones recientes han concluido consistentemente que el entrenamiento físico mejora la disfunción del músculo esquelético de la EPOC, todavía es difícil esclarecer el grado de beneficio real debido de la diversidad y heterogeneidad de los programas de ejercicio e incluso de las medidas de resultado. Metaanálisis previos de entrenamiento físico en la EPOC exploraron los efectos de ejercicios aeróbicos (EA)/de resistencia (ER) que se realiza clásicamente contra una carga relativamente baja durante un tiempo prolongado en el ejercicio capacidad (Li, 2021), de ejercicios de potencia/fuerza (EF) vs. ER (Lepsen, 2015), y ejercicios combinados aeróbico y de resistencia sobre la fuerza muscular de miembros inferiores y capacidad de ejercicio (Lepsen, 2015). Sin embargo, estos estudios se centraban en los efectos de una sola modalidad de ejercicio o en la comparación de los efectos de dos modalidades de ejercicio. Todavía falta el efecto cuantitativo integral del ejercicio sobre la periferia masa muscular esquelética, fuerza y capacidad de ejercicio en la EPOC. Estos estudios presentan limitaciones; fallos en la calidad metodológica como la falta de cegamiento del sujeto y del evaluador en los ensayos de intervención con ejercicios. Existe gran heterogeneidad en la planificación del tipo de ejercicios y tiempo de intervención. La mayoría analizan los efectos sobre la fuerza del músculo esquelético. En nuestro caso, además de la fuerza muscular, evaluamos el rendimiento de miembros inferiores, mediante las subpruebas del SPPB.

El ejercicio con diferentes modalidades parece efectivo para mejorar fuerza del músculo esquelético periférico y capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC estable. Específicamente, los ejercicios de potencia /fuerza (EF) muestran mayor mejora en la resistencia y los ejercicios aeróbicos/de resistencia (ER), muestran una mayor mejora en el fuerza muscular periférica y una prueba isotónica, como la utilizada en nuestro trabajo (dinamometría cuádriceps) es relativamente sensible reflejando los cambios en la fuerza muscular, para pacientes con EPOC, cuya limitación del ejercicio es causada por un deterioro de la función del músculo esquelético periférico, ER podrían ser una intervención preferible (Li, 2021). El ejercicio con diferentes modalidades parece el más efectivo para mejorar la fuerza del músculo esquelético periférico y la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC estable, pero la proporción de ejercicios en los programas de entrenamiento combinado, todavía necesita ser explorado y analizado en ensayos clínicos de alta calidad metodológica con tamaño muestral grande para verificar los resultados sobre la estructura y función del músculo esquelético periférico en pacientes con EPOC de diferente gravedad. (Li, 2021). El programa PEFID incluyó una combinación de ejercicios aeróbicos y de resistencia con intensidad y progresión variable que fue individualizada en cada paciente.

Por otra parte, aunque el modelo tradicional de RR basada en centros hospitalarios en la EPOC se ha mostrado eficaz en la mayoría de ensayos, en la práctica clínica real, hay poca adherencia por diferentes problemas ya comentados. Si bien algunas barreras reflejan ineficiencias en el sistema de salud y bajas tasas de derivación, también existen barreras relacionadas con la aceptación del programa por los pacientes. Estos incluyen viajes y transporte al centro de rehabilitación y la interrupción de

las rutinas de los pacientes (Keating, 2011). En nuestro estudio, basándonos en la evidencia de que los programas domiciliarios, tienen el potencial de superar muchas de estas limitaciones. Es más accesible “atender” una llamada telefónica en casa y contar con el asesoramiento del fisioterapeuta que acudir a una sesión de rehabilitación en el hospital. En el contexto “pandémico” actual, como consecuencia de la pandemia del COVID-19, muchos programas de rehabilitación respiratoria han hecho una transición rápida a la entrega remota interenciones de RR. A lo largo de un año de seguimiento, solo abandonaron el PEFID 15 pacientes (25,1%), frente a estudios que informan que solo el 40-60% lo completan los programas de RR (Moore, 2017).

### **Sobre las medidas de resultado utilizadas**

En general, la RR mejora los síntomas relacionados con la actividad (disnea y fatiga), capacidad de ejercicio y calidad de vida (McCarthy, 2015). Sin embargo, algunas personas responden mal a la RR, y esto depende, al menos en parte, de las medidas de resultado utilizadas (Spruit, 2015). En nuestro estudio, optamos para una batería de pruebas de fácil realización, bajo coste y previamente validadas en la EPOC como el test velocidad de marcha de cuatro metros (4MGS) frente a pruebas utilizadas tradicionalmente, como el *test de marcha de los seis minutos*, que se ha utilizado profusamente para evaluar el progreso del paciente antes y después de intervenciones clínicas como la RR en la EPOC (Casanova, 2008).

Otra de las pruebas utilizadas en nuestro estudio para valorar los efectos del PEFID, el test de la silla o de las 5 repeticiones sentarse-levantarse

(5STS), también ha sido validado previamente en pacientes con EPOC (Jones, 2013) El 5STS es una herramienta de evaluación sencilla y factible en todos los entornos sanitarios (incluido el domicilio), y puede ser un método rápido de evaluar cambios en la capacidad de ejercicio en la EPOC en respuesta a la RR y detectar mal funcionamiento físico en individuos con EPOC. La maniobra de sentarse y levantarse (STS) es una maniobra común en la actividad de la vida diaria (Dall, 2010) y depende, en parte, de las funciones de equilibrio y fuerza de los músculos de los miembros inferiores (Lord, 2002). Es fiable y se correlaciona con la capacidad de ejercicio y fuerza del cuádriceps y responde a la RR en la EPOC. Es una medida de resultado funcional práctica adecuada para su uso en la mayoría de los entornos de atención médica. (Jones, 2013).

El 5STS y el 4MGS tienen ventajas obvias como herramienta de evaluación de rendimiento físico en la EPOC. Primero, son test rápidos de realizar (todos los pacientes completaron las pruebas en 6-8 minutos) y los estudios sugieren que no hay efecto aprendizaje. Esto contrasta con otros *tests de marcha de los seis minutos*: 6MWT y la *prueba de la lanzadera Shuttle Walk Test: SWT*, (Butland, 1982) (Singh, 2008). Ambos requieren caminatas repetidas con descanso adecuado entre pruebas y suelen tardar un mínimo de 30 min. En segundo lugar, son económicos de realizar, ya que no precisan equipos específicos, una silla en el caso del 5STS y cronómetro. Tercero, las pruebas se pueden hacer en un espacio limitado, lo que las hace factibles en la práctica totalidad de ámbitos de atención sanitaria, incluso en el domicilio de los pacientes.

## **Sobre las características del Programa PEFID**

Algunos ensayos clínicos para EPOC, realizados en el ámbito de rehabilitación domiciliario utilizando mínimos recursos han aportado resultados clínicos a corto plazo equivalentes a los obtenidos en centros hospitalarios, en la capacidad de ejercicio funcional. Un reciente metaanálisis de 16 estudios (1800 pacientes con EPOC de 11 países), mostró que los efectos de la RR en domicilio sobre la capacidad de ejercicio y/o la calidad de vida relacionada con la salud. En comparación con la RR hospitalaria, la RR domiciliaria no mostró diferencias significativas. Diferencia de medias en la capacidad de ejercicio  $-0,10$  (IC 95%  $-0,25-0,05$  ( $p = 0,21$ )) o calidad de vida  $0,01$  (IC 95 %  $-0,15- 0,17$  ( $p = 0,87$ )). Finalmente concluyen que la RR domiciliaria es tan eficaz como la PR en el centro para mejorar la capacidad de ejercicio funcional y la calidad del ejercicio vida en comparación con la atención habitual en centros sanitarios, y es una opción para mejorar el acceso a la rehabilitación respiratoria. En un ensayo con 252 pacientes con EPOC (FEV1 medio predicho; 43 (13)), después de un programa educativo de 4 semanas, fueron asignados al azar a rehabilitación domiciliaria o rehabilitación hospitalaria para pacientes ambulatorios durante 8 semanas y seguido durante 1 año durante el seguimiento, se programó una visita a los tres meses y fueron seguidos telefónicamente cada 4 semanas para identificar eventos adversos. Los resultados en disnea, calidad de vida y tolerancia al ejercicio medidos por el test de marcha de 6 minutos fue equivalente en ambos modelos (Maltais, 2008). En nuestro estudio, la población con EPOC con deterioro funcional similar (FEV1% medio predicho: 40 (11) recibió un programa educativo en una sola sesión y sólo se realizaron dos visitas presenciales durante el año de seguimiento.

Además, se realizó el seguimiento telefónico con el objetivo de incentivar a los pacientes a ser adherentes y ajustar la realización de los ejercicios.

El uso del teléfono como herramienta para la aplicación y supervisión de un programa de ejercicio para pacientes con EPOC de moderada a grave en un entorno domiciliario, también ha sido utilizado, con anterioridad a este estudio, con buenos resultados clínicos y de cumplimiento (Liu, 2008). Una revisión sistemática reciente, valoró la efectividad de aplicaciones de salud digital utilizando teléfonos móviles, los resultados de interés incluyeron exacerbaciones, función física y calidad de vida. La evidencia de la eficacia de estas aplicaciones de móviles, fue inconsistente entre los estudios y el tamaño del efecto combinado para la función física y la calidad de vida no fue significativo. (Shaw, 2020). En nuestro estudio el teléfono fue utilizado como una herramienta complementaria de apoyo, para realizar la monitorización, incentivación y seguimiento de los pacientes.

### **Sobre las fortalezas**

En un escenario de incremento continuo de demanda de servicios sanitarios y limitación de recursos públicos, incluso de restricciones epidemiológicas como la reciente, es necesario explorar la viabilidad de intervenciones de rehabilitación respiratoria, sencillas, efectivas, accesible a los pacientes y fáciles de implementar. Nuestro estudio plantea la aplicación de un programa de RR en el domicilio de pacientes con EPOC avanzada, con monitorización y ajuste de los mismos; y además, propone, evaluar la efectividad del programa de RR, también con pruebas sencillas, de bajo coste, fáciles de utilizar en los pacientes y que aporten

información útil sobre parámetros de impacto pronóstico en la EPOC, como el status funcional y rendimiento físico de los miembros inferiores. Nuevos estudios prospectivos y aleatorizados serán necesarios para verificar nuevos planteamientos en los programas de RR, para que éstos sean más accesibles para pacientes y profesionales, eficientes y sostenibles.

En cuanto a las fortalezas, el presente estudio apunta en la dirección de otros estudios que han demostrado que un programa de entrenamiento individualizado, lejos de los centros sanitarios, es factible y puede alcanzar beneficios de rendimiento físico en pacientes con EPOC incluso con deterioro funcional grave y muy grave (EPOC avanzada). En segundo lugar, es un estudio prospectivo cuasi-experimental, con un grupo control de pacientes con EPOC con el mismo deterioro funcional que el grupo de estudio, utilizando unas técnicas de emparejamiento estadístico y durante el mismo período seguimiento. Otra fortaleza, ha sido plantear un enfoque individualizado en la programación de los ejercicios y contactar telefónicamente para el seguimiento de cada caso. También existen ventajas en la utilización de la medida de la fuerza del cuádriceps y de las dos subpruebas del SPPB: el 4MGS y el 5STS, como herramientas de evaluación de resultado del programa PEFID, por haber sido validadas en EPOC y ser fáciles de realizar, rápidas, económicas y sin “efecto” de aprendizaje siendo viables en la mayoría de los entornos sanitarios, incluido el domicilio.

## **Sobre las debilidades**

El estudio presenta algunas limitaciones. Primero, debidas al diseño del estudio. La eficacia de una medida terapéutica, farmacológica o no farmacológica debe de evaluarse mediante un ensayo controlado y aleatorizado. Nuestro trabajo no presenta este diseño, se trata de un ensayo controlado, pero no aleatorizado, lo que afecta a la validez interna del estudio y, por tanto, las conclusiones deben de ser interpretadas con cautela. Por otro lado, el carácter unicéntrico y el número de pacientes estudiados, hace que sus resultados no puedan generalizarse de forma concluyente y son necesarios estudios prospectivos, multicéntricos o de mayor tamaño; para confirmar estos resultados. La intervención no estuvo cegada ni para pacientes ni para los autores del estudio, lo que incrementa la posibilidad de sesgos. En segundo lugar, algunas variables no fueron controladas, como el efecto de tratamiento farmacológico de los pacientes en ambos grupos sobre las variables de interés. Tercero, la adherencia de pacientes al programa, en términos de cuántas veces por semana o por cuánto tiempo realizaban los ejercicios programados, no fue medida objetivamente y es plausible pensar que existieron rangos muy diferentes del cumplimiento entre los pacientes del grupo de estudio. Tampoco fue recogida sistemáticamente la información de las llamadas telefónicas, de forma que es posible que información relevante sobre la adherencia a los ejercicios o las dificultades se perdiera durante el seguimiento. En cuanto a las pruebas utilizadas, la principal limitación del test 5STS es la presencia de un efecto “suelo” y esta prueba puede tener un mayor valor en pacientes con mejor funcionamiento en comparación con pacientes que no pueden intentar o completar la prueba (Jones, 2013). Finalmente, una evaluación más rigurosa de la viabilidad del

programa PEFID debería incluir un estudio de los costes por paciente, incluyendo la realización pruebas de evaluación de resultados.

## Resumen

En un escenario ambivalente de incremento continuo en la demanda de servicios sanitarios y limitación de recursos públicos, complicado con medidas epidemiológicas, que apuntan hacia restricciones de presencialidad en la atención sanitaria convencional; nuestro estudio explora la viabilidad y la efectividad de un Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID), accesible para los pacientes y fácil de implementar. Este programa se aplica a una población de pacientes frágiles con EPOC avanzada, que presentan indicadores pronósticos y condiciones físicas desfavorables. Transcurrido un año del inicio del PEFID, encontramos mejoría de las variables del estudio frente a un grupo control de pacientes de las mismas características que no recibieron el programa. Así mismo proponemos, recoger información sobre parámetros de interés pronóstico en la EPOC, status funcional y rendimiento físico de los miembros inferiores, mediante pruebas técnicamente sencillas, reproducibles y fáciles de realizar como el *test de marcha*, el *test de la silla* o la *dinamometría del cuadriceps*. Nuevos estudios prospectivos y aleatorizados son necesarios para verificar nuestros planteamientos y conseguir que los programas de RR, cuya eficacia en la EPOC ha sido suficientemente demostrada; sean cada vez más accesibles, eficientes y sostenibles para pacientes y profesionales.

## 12. CONCLUSIONES:

1ª. Tras la aplicación de un Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID) a pacientes con EPOC avanzada, al año del inicio, mejoró el rendimiento de los miembros inferiores evaluado mediante subpruebas de la batería corta de rendimiento físico SPPB (Short Physical Performance Battery), el test de velocidad de la marcha de cuatro metros (4MGS, four-meter walk, speed test:) y test de las cinco repeticiones sentarse levantarse (5STS the five-repetition test sitting and standing).

2ª. El Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID), también mejoró la fuerza de los músculos cuádriceps medida por dinamometría (FMC).

3ª. Los síntomas, evaluados mediante el test de disnea modificada del Consejo de Investigación Médica, (mMRC, *Modified Medical Research Council Scale*) mejoraron al año del inicio en el grupo de pacientes con EPOC avanzada, que recibieron el Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID).

4ª. La calidad de vida relacionada con la salud, evaluada mediante el cuestionario clínico de EPOC (CCQ, *Clinical COPD Questionnaire*) mejoraron, al año del inicio, en el grupo de pacientes con EPOC avanzada

que recibieron el Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID).

5ª. El Programa de Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID), puede resultar más accesible para los pacientes que los programas de rehabilitación respiratoria tradicionales, administrados en centros sanitarios; tuvo una implementación con pérdidas a lo largo del año de seguimiento, menores que las reportadas en estudios previos.

6ª. Las herramientas utilizadas para evaluar los resultados de la aplicación del programa (PEFID), son técnicamente sencillas y fáciles de aplicar en la práctica clínica habitual.

7ª. El Programa Entrenamiento Físico Individualizado Domiciliario (PEFID), representa una alternativa posible, frente a programas de Rehabilitación respiratoria tradicionales y presenciales, aunque son necesarios nuevos estudios prospectivos en pacientes con EPOC, para consolidar estos planteamientos.

## VII. Bibliografía

(CHMP), C. f. (2015). *Reflection paper on physical frailty: instruments for baseline characterisation of older populations in clinical trials*. Obtenido de [www.ema.europa.eu](http://www.ema.europa.eu)

(COPD), W. H. (s.f.). Obtenido de <https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease> (COPD).

Adams, S.G. (2007). Systematic review of the chronic care model in chronic obstructive pulmonary disease prevention and management. *Arch Intern Med.*, 26; 167:551-61.

Agusti, A. (2016). Treatable traits: toward precision medicine of chronic airway diseases. *Eur Respir J*, 47: 410–419.

Agusti, A. (2010). Evaluation of COPD Longitudinally to Identify Predictive Surrogate Endpoints (ECLIPSE) investigators. Characterisation of COPD heterogeneity in the ECLIPSE cohort. *Respir Res*, 11:122-45.

Agusti, A. (2019). Update on the Pathogenesis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *N Engl J Med.*, 381:1248–56.

Agustí, A. (2022). Pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease: understanding the contributions of gene–environment interactions across the lifespan. *Lancet Respir Med.* 10:512–24.

*American Thoracic Society* .(s.f.) Obtenido de [\[https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.201908-1590ST\]](https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.201908-1590ST).

Andrianopoulos, V. (2015). Prognostic value of variables derived from the six-minute walk test in patients with COPD: results from the ECLIPSE study. *Respir Med*, 109:1138-1146.

Barreiro, E. (2015). Guidelines for the evaluation and treatment of muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol*. 51:384–95.

Barreiro, E. (2016). Normativa SEPAR sobre disfunción muscular de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Arch Bronconeumol*, 51:384-95.

Barreiro, E. (2003). Nitric oxide synthases and protein oxidation in the quadriceps femoris of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Cell Mol Biol.*, 29:771-8.

Bauman, A.E. (2003). Getting it right: why bother with patient-centred care. *Med J Aust*, 179: 253–256.

Bean, R. (1950) Sir William Osler: Aphorisms from His Bedside Teachings and Writings. New York, Henry Schuman. 33: 1326-1327.

Beauchamp, M.K. (2011). Optimal duration of pulmonary rehabilitation for individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Chron Respir Dis*, 8:129–140.

Bernabeu-Mora, R. (2017). Determinants of each domain of the Short Physical Performance Battery in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 12: 2539–44 .

Bernard, S. (1998). Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. . *Am J Respir Crit Care Med.* , 158(2):629-34.

Berry, M.J. (2003). A randomized, controlled trial comparing long-term and short-term exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. . *J Cardiopulm Rehabil* 2003, 23: 60–68.

Bestall, J.C. (1999). Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. . *Thorax*, 54:581-586.

Bestall, J. C. (1999). Usefulness of the Medical Research Council (MRC) Dyspnoea Scale as a Measure of Disability in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. . *Thorax*, 54; 581–586.

Biswas, A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med*, 162:123-1.

Bolton, C.E. (2013). British Thoracic Society Pulmonary Rehabilitation Guideline on pulmonary rehabilitation in adults. *Thorax*, 1-30.

Bourbeau, J. (2007). Impact on patients health status following early identification of a COPD exacerbation. *Eur Respir J*, 30:907-913.

Bourne, S. (2017). Online versus face-to-face pulmonary rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: randomised controlled trial. *BMJ Open*, 3n0034.

Bove, D.G. (2015). Efficacy of a minimal home-based psychoeducative intervention versus usual care for managing anxiety and dyspnoea in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial protocol. *BMJ Open*, 5:e008031.

Breyer-Kohansal, R. (2020). Factors Associated with Low Lung Function in Different Age Bins in the General Population. *Am J Respir Crit Care Med*, 202:292–6.

Brighton, L.J. (2020). Experiences of pulmonary rehabilitation in people living with chronic obstructive pulmonary disease and frailty. A qualitative interview study. *Ann Am Thorac Soc*, 17:1213–21.

Brooks, D. (2002). The effect of post rehabilitation programmes among individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, 20: 20–29.

Brusasco, V. (2003). Health outcomes following treatment for six months with once daily tiotropium compared with twice daily salmeterol in patients with COPD. *Thorax*, 58:399-404.

Butland, R.J.A. (1982). Two-, six-, and 12-minute walk tests in respiratory disease. *BMJ*, 284:1607-1608.

Camp, P.G. (2015). Pulmonary rehabilitation in Canada: a report from the Canadian Thoracic Society COPD Clinical Assembly. *Can Respir J*, 22:147–152.

Carrington, D. (2015). Responsiveness of the Short Physical Performance Battery (SPPB) in severely dyspnoeic patients with COPD. *Eur Respir J*, 46 (Suppl 59):PA4593.

Casaburi, R. (1991). Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis.*, 143(1):9-18.

Casanova, C. (2008). Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. *Chest.*, 134:746–52.

Celli, B.R. (2004). The Body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*, 350:1005-1012.

Chen, Y. (2018). Effects of home-based lower limb resistance training on muscle strength and functional status in stable Chronic obstructive pulmonary disease patients. *J Clin Nurs.*, 27:e1022-e1037.

Chen, Y. (2020). Home versus centre-based pulmonary rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *TMR Integrative Med*, 4: 88888–e20012.

Chronic obstructive pulmonary disease in over 16s: diagnosis and management. (2019). *National Institute for Health and Care Excellence*.

Clark, C. (2000). Skeletal muscle strength and endurance in patients with mild COPD and the effects of weight training. *Eur Respir J.*, 15:92–7.

Corhay, J.L. (2014). Pulmonary rehabilitation and COPD: providing patients a good environment for optimizing therapy. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 9:27–397.

Couillard, A. (2005). From muscle disuse to myopathy in COPD: potential contribution of oxidative stress. *Eur Respir J.*, 26:703-19.

Cox, N.S. (2021). Telerehabilitation for chronic respiratory disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 1: CD013040.

Dall, P.M. (2010). Frequency of the sit to stand task: an observational study of free-living adults. *Appl Ergon*, 41:58–61.

Davies, M.J. (2008). Effectiveness of the diabetes education and self management for ongoing and newly diagnosed (DESMOND) programme for people with newly diagnosed type 2 diabetes: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 336: 491–495.

De Brandt, J. (2018). Changes in lower limb muscle function and muscle mass following exercise-based interventions in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis*, 15:182.

De Torres, J.P. (2002). Power of outcome measurements to detect clinically significant changes in pulmonary rehabilitation of patients with COPD. *Chest*, 121:1092-1098.

Divo, M. (2012). Comorbidities and risk of mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 186:155–61.

Doucet, M. (2007). Muscle atrophy and hypertrophy signaling in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 176(3):261-9.

Dowman, L. (2014). Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Cochrane Database*. 2: 1465-1858.

Effing, T. (2007). Self-management education for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 3:CD002990

Effing, T. (2011). Community based physiotherapeutic exercise in COPD self-management: a randomised controlled trial. *Respir Med*, 105(3): 418–426.

Estrada, H. (2008). EPOC diagnóstico y tratamiento integral: con énfasis en la rehabilitación. En *EPOC diagnóstico y tratamiento integral: con énfasis en la rehabilitación*. Medica panamericana.

Farias, C.C. (2014). Costs and benefits of pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*, 18: 165–173.

Ferrer, M. (2002). Interpretation of quality of life scores from the St George's Respiratory Questionnaire. *Eur Respir J*, 19:405-413.

Fishman (1994). Pulmonary rehabilitation research. *Am J Respir Crit Care Med*, 149: 825–833.

FORUM Academy of Medical Sciences. (2015). Obtenido de Stratified, Personalised or P4 Medicine: a New Direction for Placing the Patient at the Centre of Healthcare and Health Education: <https://acmedsci.ac.uk/viewFile/564091e564072d564041.pdf>

Franke, K-J. (2016). Telemonitoring of home exercise cycle training in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 11: 2821–2829.

Furlanetto, K.C. (2017). Sedentary Behavior Is an Independent Predictor of Mortality in Subjects With COPD. *Respir Care*, 62(5):579 –587).

Gagnon, P. (2009). Impact of preinduced quadriceps fatigue on exercise response in chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects. *J Appl Physiol.*, 107:832–40.

Garber, C.E. (2011). American College of Sports Medicine position stand: quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43 (7): 1334-1359.

Garcia-Aymerich. J. (2017). Physical Activity in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch Bronconeumol.*, 53:413–414.

Garcia-Aymerich, J. (2007). Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: a population based cohort study. *Thorax*, 61:772-8.

Garcia-Rio, F. (2012). Prognostic value of the objective measurement of daily physical activity in patients with COPD. *Chest*, 142 : 338-346.

Garrod, R. (2006). Predictors of success and failure in pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J*, 27: 788–794.

Gea, J. (2015). Muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease: Update on causes and biological findings. *J Thorac Dis.*, 7:E418–38.

Gibbs, B.B. (2015). Definition, measurement, and health risks associated with sedentary behavior. *Med Sci Sports Exerc* , 47:1295-1300.

Giraldo, H. (2012). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica: morbimortalidad e impacto sanitario. *Arch Bronconeumol.* 40; 198-204.

Gimeno-Santos, E. (2014). Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax* , 69:731- 739.

Glaab, T. (2010). Outcome measures in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): strengths and limitations. *Respir Res*, 11: 79.

GOLD (2023). Obtenido de <https://goldcopd.org/>.

Gosker, H.R. (2007). Reduced mitochondrial density in the vastus lateralis muscle of patients with COPD. *Eur Respir J.*, 30:73-9.

Gosker, H.R. (2007). Muscle fibre type shifting in the vastus lateralis of patients with COPD is associated with disease severity: a systematic review and meta-analysis. *Thorax.*, 62:944-9.

Gosselink, R. (1996). Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 153:976-80.

Güell, R. (2008). Home vs Hospital-Based Pulmonary Rehabilitation for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Spanish Multicenter Trial. *Archivos de bronconeumologia*, 512-518.

Guralnik, J.M. (1995). Lower extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med.*, 2; 332:556-61.

Guralnik, J.M. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol.*, 49: 85-94.

Habib, G.M. (2020). Systematic review of clinical effectiveness, components, and delivery of pulmonary rehabilitation in low-resource settings. *NPJ Prim Care Respir Med.* 30: 32.

Hansen, J.E. (2014). Counterpoint: is an increase in FEV(1) and/or FVC  $\geq 12\%$  of control and  $\geq 200$  mL the best way to assess positive bronchodilator response?. *Chest*. 146:538–41.

Hartman, J.E. (2013). Physical and psychosocial factors associated with physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. . *Arch Phys Med Rehabil*, 94:2396-2402.

He, W. (2023). Effects of exercise-based pulmonary rehabilitation on severe/very severe COPD: a systematic review and meta-analysis. *Ther Adv Respir Dis.*, 17:17534666231162250.

Herrero, M. (2003). A validation study of the hospital anxiety and depression scale (HADS) in a Spanish population. *Gen Hosp. Psychiatry*, 25: 277–283.

Herrero, M. (2003). A validation study of the hospital anxiety and depression scale (HADS) in a Spanish population. *Gen. Hosp. Psychiatry*, 25: 277–283.

Higashimoto, Y. (2020). Effect of pulmonary rehabilitation programs including lower limb endurance training on dyspnea in stable COPD: A systematic review and meta-analysis. *Respir Investig.*, 5: 355-36.

Hill, K. (2015). Physical activity and sedentary behaviour: applying lessons to chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J* , 45:474-482.

Hodgkin, JE. (1981). American Thoracic Society. Medical Section of the American Lung Association. Pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis*, 124: 663–666.

Holland, A.E. (2017). Home-based rehabilitation for COPD using minimal resources: a randomised, controlled equivalence trial. *Thorax* 2017, 72:57–65.

Holland , A.E.(2014). An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J.*, 44(6):1428-46.

Hollmann, W.J. (2007). Physical activity and the elderly. *Eur. J. Prev. Cardiol.*, 730–739.

Holman, W.J. (1966). Instruction for use on the questionnaire on respiratory symptoms. *Medical Research Council*. 2, 710-715.

Hopkinson, NS. (2007). A prospective study of decline in fat free mass and skeletal muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Res.*, 8:25.

Horton, E.J. (2018). Comparison of a structured home-based rehabilitation programme with conventional supervised pulmonary rehabilitation: a randomised non-inferiority trial. *Thorax*. 73:29-36.

Lepsen, U.W. (2015). Systematic review of resistance training vs. endurance training in COPD. *J Cardiopulm Rehabil Prev.*, 35:163–72.

Jaitovich, A. (2018). Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): what we know and can do for our patients. *Am J Respir Crit Care Med.*, 198:175–86.

Jakobsson, P. (1995). Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.*, 151:374-7.

Jobin, J. (1998). Chronic obstructive pulmonary disease: capillarity and fiber-type characteristics of skeletal muscle. *J Cardpulm Rehabil.*, 18:432-7.

John, M. (2007). The American Heart Association endocarditis prophylaxis guidelines: A compromise between science and common sense. *Can J Cardiol*, 24: 673–675.

Johnson-Warrington, V. (2016). Can a supported self-management program for COPD upon hospital discharge reduce readmissions? A randomized controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 11: 1161–1169.

Jones, PW. (1992). A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation. The St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis*, 145:1321-1327.

Jones, S.E. (2013). The five-repetition sit-to-stand test as a functional outcome measure in COPD. *Thorax*, 68:1015–20.

Katzmarzyk, PT. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Med Sci Sports Exerc*, 41:998-1005.

Keating, A. (2011). What prevents people with chronic obstructive pulmonary disease from attending pulmonary rehabilitation? A systematic review. *Chron Respir Dis*, 8:89–99.

Kendall, F. (1993). *Muscles Testing and Function. 4th ed.; Lippincott, Williams and Wilkins. Vol 3 N 4.*

Khdour, M.R. (2009). Clinical pharmacy-led disease and medicine management programme for patients with COPD. *Br J Clin Pharmacol* , 68: 588–598.

Kim, H.C. ( 2008). Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.*, 3:637-58.

Kocks, J.W. (2006). Health status measurement in COPD: the minimal clinically important difference of the clinical COPD questionnaire. *Respir Res.*, 7;7:62.

Koechlin, C. (2005). Hypoxaemia enhances peripheral muscle oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 60:834-41.

Kon, S.S. (2014). The 4-metre gait speed in COPD: responsiveness and minimal clinically important difference. *Eur Respir J*, 43:1298–305.

Kosteli, M.C. (2017). Barriers and enablers of physical activity engagement for patients with COPD in primary care. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* , 12: 1019–1031.

Lacasse, Y.(2006). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.*, 18:CD003793 .

Larsson, P. (2018). An evaluation of the Short Physical Performance Battery following pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Res Notes*, 11:348.

Lee, AL. (2017). Pulmonary rehabilitation in individuals with non-cystic fibrosis bronchiectasis: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 98:774–782.

Lepsen, U.W. (2015). Systematic review of resistance training vs. Endurance training in COPD. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 35:163–72.

Li, N. (2019). Effects of resistance training on exercise capacity in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: a meta-analysis and systematic review. *Aging Clin Exp Res.*, 32:1911–22.

Li, P. (2021). Effects of Exercise Intervention on Peripheral Skeletal Muscle in Stable Patients with COPD: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Med.*, 8:766841.

Lindenauer, P.K. (2020). Association between initiation of pulmonary rehabilitation after hospitalization for COPD and 1-year survival among Medicare beneficiaries. *JAMA*, 323:1813–1823.

Liu, W. (2008). Efficacy of a cell-phone-based exercise program for chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.*, 32, 651–659.

Lord, S.R. (2002). Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57: 539–43.

Lusuardi, M. (2005). Definition and rationale for pulmonary rehabilitation. *Pulmonary Rehabilitation*, 3–8.

MacColl, W. E. (1998). Institute for Healthcare Innovation Group Health Cooperative of Puget Sound Seattle. Chronic Disease Management: What Will It Take to Improve Care for Chronic Illness? . *Effective Clinical Practice*, 1:2-4.

Mahler, D.A. (1995). Changes in dyspnea, health status, and lung function in chronic airway disease. *Am J Respir Crit Care Med* , 151:61-65.

Mahler, D.A. (1984). The measurement of dyspnea. Contents, interobserver agreement, and physiologic correlates of two new clinical indexes. *Chest*, 85:751-758.

Mahler, D.A. (2005). The MCID of the transition dyspnea index is a total score of one unit. *COPD*, 2:99-103.

Mahler, D.A. (1988). Evaluation of Clinical Methods for Rating Dyspnea. *Chest*, 93: 580–586.

Maltais, F. (2008). Effects of home-based pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 149:869-878.

Maltais, F. (2014). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Me*, 189:15-62.

Maltais, F. (2008). Effects of home based pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 149: 869-878.

Man, W.D. (2015). Pulmonary rehabilitation and severe exacerbations of COPD: solution or white elephant. *ERJ Open Res*, 1: 00050-2015.

Man, W.D. (2005). Abdominal muscle and quadriceps strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 60:718-22.

Man, W.D. (2009). Exercise and muscle dysfunction in COPD: implications for pulmonary rehabilitation. *Clin Sci Lond Engl*, 117:281-91.

Mantoani, L.C. (2016). Interventions to modify physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Eur Respir J.*, 48:69–81.7.

Marin-Corral, J. (2009). Oxidised proteins and superoxide anion production in the diaphragm of severe COPD patients. *Eur Respir J.*, 33:1309-19.

Martinez, F.J. (2022). Treatment Trials in Young Patients with COPD and Pre-COPD Patients: Time to Move Forward. *Am J Resp Crit Care Med.*, 205:275–87.

McCarthy, B. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 2: CD003793.

McGeoch, G.R.B. (2006). Self-management plans in the primary care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology* , 11: 611–618.

Medina-Mirapeix, F. (2016). Interobserver reliability of peripheral muscle strength tests and Short Physical Performance Battery in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective observational study. *Arch Phys Med Rehabil*, 97:2002-5.

Meguro, M. (2007). Development and Validation of an Improved, COPD-Specific Version of the St. George Respiratory Questionnaire. *Chest*, 132:456-463.

Mendes de Oliveira, J.C. (2010). Outpatient vs. home-based pulmonary rehabilitation in COPD: a randomized controlled trial. *Multidiscip .Respir Med*, 5: 401–408.

Moore, E, (2017). Effects of Pulmonary Rehabilitation on Exacerbation Number and Severity in People With COPD: An Historical Cohort Study Using Electronic Health Records .*Chest*, 152: 1188-1202.

Morgan, M.D. (2001). Pulmonary Rehabilitation. British Thoracic Society Standards of Care Subcommittee on Pulmonary Rehabilitation. *Thorax* , 56: 827-834.

Morris, N.R. (2017). Exercise-based rehabilitation programmes for pulmonary hypertension. *Cochrane Database Syst Rev*. 1:CD011285.

Moy, M.L. (2016). Long-term effects of an internet-mediated pedometer-based walking program for chronic obstructive pulmonary disease: Randomized controlled trial. *J Med Internet Res.*, 18:e215.

Mühlig, S. (1998). Illness specific data collection on quality of life of patients with asthma and chronic obstructive bronchitis. *Rehabilitation*, 37:25-38.

Naimi, A. (2011). Altered mitochondrial regulation in quadriceps muscles of patients with COPD. *Clin Physiol Funct Imaging.*, 31:124-31.

Neves, L.F. (2016). Home or community-based pulmonary rehabilitation for individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Cad Saude Publica*, 32: S0102-311X2016000602001.

Nici, L. (2006). American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*, 173:1390-1413.

Nici, L. (2012). An official American Thoracic Society workshop report: the Integrated Care of The COPD Patient. *Proc Am Thorac Soc* , 9: 9–18.

Nishi, S.P. (2016). Pulmonary rehabilitation utilization in older adults with chronic obstructive pulmonary disease, 2003 to 2012. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 36:375–382.

Nishimura, K. (2002). Dyspnea is a better predictor of 5-year survival than airway obstruction in patients with COPD. *Chest*. 121:1434–1440.

Nyberg, A. (2016). Adaptations in limb muscle function following pulmonary rehabilitation in patients with COPD a review. *Rev Port Pneumol.*, 22:342–50.

O'Shea, S. (2007). Measuring Muscle Strength for People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Retest Reliability of Hand-Held Dynamometry. *Arch. Phys. Med. Rehabilitation*, 88, 32–36.

Ortega, F. (2002). Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 166:669-74.

Palange, P. (2007). Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*, 29:185-209.

Patel, MS. (2010). Effect of pulmonary rehabilitation on the Short Physical Performance Battery (SPPB) in COPD. *Thorax*, 65.

Patel, M.S. (2014). Phenotypic characteristics associated with reduced Short Physical Performance Battery score in COPD. *Chest*, 145:1016–24.

Pitta, F. (2005). Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *AmJ Respir Crit Care Med*, 171: 972-977.

Pitta, F. (2006). Quantifying physical activity in daily life with questionnaires and motion sensors in COPD. *Eur Respir J*, 27:1040-1055.

Puente-Maestu, L. (2009). Abnormal transition pore kinetics and cytochrome C release in muscle mitochondria of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Cell Mol Biol.*, 40.

Puhan, M.A. (2016). Pulmonary rehabilitation following exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 12: CD005305.

Rabe, K.F. (2007). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*, 176:532-555.

Rennard, S. (2002). Impact of COPD in North America and Europe in 2000: subjects' perspective of Confronting COPD International Survey. *Eur Respir J*, 20:799-805.

Revall, S.M. (1999). The endurance shuttle walk: a new field test for the assessment of endurance capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 54:213-222.

Ries, A. (2003). Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease. *Am J Respir Crit Care*, 167: 880–888.

Rochester, C.L. (2015). ATS/ERS Task Force on Policy in Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society policy statement: enhancing implementation, use, and delivery of pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*, 192: 1373–1386.

Rous, G. (2014). Rehabilitación respiratoria. *Arch Bronconeumol*, 50:332-44.

Saey D, D. R. (2003). Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor limiting exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.*, 168:425–30.

Sánchez-Nieto, J.M. (2016). Efficacy of a self-management plan in exacerbations for patients with advanced COPD. *Inter J COPD*. 11:1939-47.

Schakman, O. (2009). Mechanisms of muscle atrophy induced by glucocorticoids. *Horm Res.*, 1:36-41.

Schünemann, H.J. (2003). Evaluation of the minimal important difference for the feeling thermometer and the St. George's Respiratory Questionnaire in patients with chronic airflow obstruction. *J Clin Epidemiol*, 56:1170-1176.

Seymour, J.M. (2009). Ultrasound measurement of rectus femoris cross-sectional area and the relationship with quadriceps strength in COPD. *Thorax*, 64:418-23.

Shaw, G. (2020). Are COPD self-management mobile applications effective? A systematic review and meta-analysis. *NPJ Prim. Care Respir. Med.*, 30:1–10.

Simpkin, A.L. (2016). Tolerating uncertainty – the next medical revolution? *N Engl J Med*, 375: 1713–17152.

Simpson, K. (1992). Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax*, 47:70–5.

Singh, S.J. (2008). Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. *Thorax*, 63:775-777.

Society, A.T. (2003). ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 167:211-277.

Solway, S. (2001). A qualitative systemic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*, 119:256-270.

Soriano, J.B. (2021). Prevalence and Determinants of COPD in Spain: EPISCAN II. *Arch Bronconeumol*, 57: 61-69.

Spielmanns, M. (2022). Using a smartphone application maintains physical activity following pulmonary rehabilitation in patients with COPD: a randomised controlled trial. *Thorax*. 78:442-450.

Spruit, M.A. (2013). ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.*, 15;188: 13-64.

Spruit, M.A. (2015). Differential response to pulmonary rehabilitation in COPD: multidimensional profiling. *Eur Respir J*, 46:1625–35.

Spruit, M.A. (2012). Evaluation of COPD Longitudinally to Identify Predicting outcomes from 6-minutes walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. *J Am Med Dir Assoc*, 13:291-7.

Statement, A. T.(2002). Guidelines for the Six-Minute Walk Test .*Am J Crit Care Med.*, 166:111–7.

Steiner, M. (2018). Pulmonary rehabilitation: an exercise in improvement. National Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Audit Programme: clinical and organisational audits of pulmonary rehabilitation. *Royal College of Physicians*.

Stoffels, A.A.F (2020). Phenotypic characteristics of patients with chronic obstructive pulmonary disease after stratification for the Short Physical Performance Battery summary score. *Arch Phys Med Rehabil*, 101:1887–97.

Swallow, E.B. (2007). Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 62:115-20.

Taito, S. (2021). Telerehabilitation in subjects with respiratory disease: a scoping review. *Respir Care*, 66: 686–698.

Tremblay, M.S. (2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab*, 35:725-740.

Troosters, T. (2001). Exercise training in COPD: how to distinguish responders from nonresponders. *J Cardiopulm Rehabil*, 21: 10–17.

Troosters, T. (2018). Effect of Bronchodilation, Exercise Training, and Behavior Modification on Symptoms and Physical Activity in Chronic Obstructive pulmonary disease. *Am J respir Crit Care Med*, 15: 1021-1032.

Tsai, LL. (2017). Home-based telerehabilitation via real-time videoconferencing improves endurance exercise capacity in patients with COPD: the randomized controlled TeleR study. *Respirology*, 22:699–7.

Uzzaman, MN. (2022). Effectiveness of home-based pulmonary rehabilitation: systematic review and meta-analysis. *Eur Respir Rev*, 31: 220076.

Vaes, A.W. (2014). Changes in physical activity and all-cause mortality in COPD. *Eur Respir J*, 44:1199-1209.

Van Dam (2014). Health status measured by the Clinical COPD Questionnaire (CCQ) improves following post-acute pulmonary rehabilitation in patients with advanced COPD: a prospective observational study. *NPJ Prim Care Respir Med*, 20; 24:1400.

Van den Borst, B. (2013). Loss of quadriceps muscle oxidative phenotype and decreased endurance in patients with mild-to-moderate COPD. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.*, 114:1319-28.

Van der Molen, T. (2014). The use of health status questionnaires in the management of chronic obstructive pulmonary disease patients in clinical practice. *Respir. Med.*, 8: 479–91.

Van der Molen, T. (2003). Development, validity and responsiveness of the Clinical COPD Questionnaire. *Health Qual Life Outcomes*, 28;1:13.

Van Wetering, C.R. (2010). Short and long-term efficacy of a community-based COPD management programme in less advanced COPD: a randomised controlled trial. *Thorax*, 65:7–13.

Van Wetering, C.R. (2008). Systemic impairment in relation to disease burden in patients with moderate COPD eligible for a lifestyle program. Findings from the INTERCOM trial. *Int J Chron Obs. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 3:443-451.

Vogelmeier, C.F. (2017). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease. *Arch Bronconeumol.*, 53:128–49.

Vogiatzis, I. (2010). Effect of pulmonary rehabilitation on muscle remodelling in cachectic patients with COPD. *Eur Respir J.*, 36:301-10.

Vogiatzis, I, (2011). Effect of pulmonary rehabilitation on peripheral muscle fiber remodeling in patients with COPD in GOLD stages II to IV. *Chest*, 140:744-52.

Warburton, D.E. (2007). Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 32: S16-68.

Waschki, B. (2011). Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. *Chest*, 140: 331-342.

Watson, L. (2004). Gender differences in the management and experience of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Respir Med*, 98:1207-1213.

Watz, H. (2009). Physical activity in patients with COPD. *Eur Respir J* , 33: 262–272.

Watz, H. (2014). An official European Respiratory Society statement on physical activity in COPD. *Eur Respir J*, 44:1521-1537.

Watz, H. (2009). Physical activity in patients with COPD. *Eur Respir J*, 33:262-272.

Wigal, J.K. (1991). The COPD Self-Efficacy Scale. *Chest.*, 99:1193-6.

Witek, T.J. (2003). Minimal important difference of the transition dyspnoea index in a multinational clinical trial. *Eur Respir J*, 21:267-272.

Wouters, E.F.M. (2018). Personalised pulmonary rehabilitation in COPD. *Eur Respir Rev*, 27: 170125.

Wuytack, F. (2018). Comparison of outpatient and home-based exercise training programmes for COPD: a systematic review and meta-analysis. *Respirology*, 23: 272–283.

Xavier, D.M. (2022). Effects of home-based pulmonary rehabilitation on dyspnea, exercise capacity, quality of life and impact of the disease in COPD patients: a systematic review. *COPD*, 19: 18–46.

Yang, F. (2020). Pulmonary rehabilitation guidelines in the principle of 4S for patients infected with 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi*, 43: 180–182.

Yang, I.A. (2022). Chronic obstructive pulmonary disease in never-smokers: risk factors, pathogenesis, and implications for prevention and treatment. *Lancet Respir Med*, 10:497–511.

Yohannes, A.M. (2004). Pulmonary rehabilitation programmes in the UK: a national representative survey. *Clin Rehabil* 2004, 18: 444–449.

Zhang, F. (2021). Effect of muscle training on dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*, 5;100:e24930 .

Zigmond, A.S. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*, 67:361–70.

Zoumot, Z. (2014). Emphysema: time to say farewell to therapeutic nihilism. *Thorax*, 69: 973–975.

Zwerink, M. (2014). Self management for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.*, 19;2014.

## VIII.ABREVIATURAS:

4MGS: Prueba velocidad de marcha de cuatro metros.

5STS: Prueba cinco repeticiones sentado de pie.

6MWT: Prueba de caminata de 6 minutos (*6-Minute Walk Test*).

AF: Actividad física.

ATS/ERS: Sociedad Torácica Americana/Sociedad Respiratoria Europea.

BDI/TDI: Índice de la Disnea, Basal y de Transición.

BDI: Índice de disnea basal.

BODE: *Body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index*, Sistemas de puntuación multidimensional.

CAT: CPOD Assesmentet Test.

CCQ Cuestionario de la enfermedad respiratoria crónica

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono

COTE: Índice de comorbilidad.

CR 10: Versión posterior modificada del 10 Categorías-Ratio.

CVRS: Calidad de vida relacionada con la salud.

DMCI: diferencias mínimas clínicamente importantes.

ECA: Ensayos controlados aleatorios

EF: Ejercicio de fuerza/ potencia.

EPISCAN: estudio epidemiológico de base poblacional, transversal, de ámbito nacional, llevado a cabo en población general de 40 a 80 años residente en España.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

ER: Ejercicio de resistencia/ aerobico.

FEV1: Volumen espiratorio forzado en 1 segundo

FMC: Fuerza del músculo cuádriceps medida por dinamometría.

FVC: Capacidad Vital Forzada.

GC: Grupo control o comparación.

GE: Grupo estudio.

GOLD: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.

HADs: Test ansiedad depresión Hospital *Anxiety and Depression Scale*.

I+D: Investigación y desarrollo.

IBERPOC: estudio epidemiológico de base poblacional, transversal, de ámbito nacional, llevado a cabo en población general de 40 a 80 años residente en España.

IMC: Índice de masa corporal.

MET: Unidad de medida del calor producido por el organismo de un individuo en reposo.

MMII: Miembros inferiores.

m-MRC: Escala de disnea MRC de respuesta revisada.

MRC: Escala del Consejo de Investigación Médica.

O2: Oxígeno

PEFID: Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado.

post-BD: post bronco dilatador.

QALY: *Quality-Adjusted Life Year*: años de vida ganados ajustados por calidad.

QoL: Calidad de vida

RPE: Calificación de Percepción de ejercicio.

RR-D: Rehabilitación respiratoria domiciliaria.

RR-H: Rehabilitación respiratoria hospitalaria.

SGRQ: St. George's Respiratory Questionnaire.

SPPB: Batería Corta de Rendimiento Físico.

SWT: Prueba de la lanzadera (*Shuttle Walk Test*).

TDI: Índice Transicional de disnea.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1. Informe Dictamen Protocolo Favorable CEIC Hospital Morales Meseguer.



**Informe Dictamen Protocolo Favorable  
Otros Estudios**  
C.P.-C.I.EST: 43/19  
12 de diciembre 2019

#### CEIC Hospital General Universitario José María Morales Meseguer

Dra. María Dolores Nájera Pérez  
Presidenta del CEIC Hospital General Universitario José María Morales Meseguer

#### CERTIFICA

Que el Hospital General Universitario José María Morales Meseguer en su reunión del día 12/12/19 acta EXTRAORDINARIA ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: IMPACTO EN EL RENDIMIENTO FÍSICO DE MIEMBROS INFERIORES DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MUSCULAR EN PACIENTES CON EPOC

Proyecto de investigación

**Código Interno:** EST-43/19

**Promotor:** Investigador Principal

**Versión Protocolo Evaluada:** Diciembre 2019

**Versión Hoja Información al Paciente Evaluada:** Versión 19 de diciembre 2019

**Fecha Entrada Aclaraciones:** 19 de Diciembre 2019

**Investigador Principal:** Dr. Juan Miguel Sánchez Nieto H.G.U. Morales Meseguer

**Investigadores Colaboradores:** Dña. Irene Fernández Muñoz H.G.U. Morales Meseguer

**1º.** Considera que:

- Se respetan los principios éticos básicos y es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.

**2º.** Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

Lo que firmo en Murcia, a 19 de diciembre 2019

Dra. María Dolores Nájera Pérez  
Presidenta del CEIC Hospital General Universitario José María Morales Meseguer

## **ANEXO 2. Consentimiento informado para pacientes o familiares.**

### **INFORMACIÓN PARA PACIENTE Y FAMILIARES.**

Por favor, lea atentamente esta información, y no dude en preguntar todo aquello que no entienda.

Le pedimos su autorización para incluirle en una **consulta especializada en la enfermedad que padece: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y conocer el beneficio de esta asistencia**

Durante un año antes y después de la primera vez que lo atendamos en la consulta, REVISAREMOS datos de su historial clínico y obtendremos información sobre el número de veces que ha necesitado ingresar o recibir atención urgente. También utilizaremos cuestionarios rendimiento físico, capacidad de ejercicio y dinamometría.

En ningún momento se le realizará ningún tipo de prueba o asistencia perjudicial para este tipo de enfermedad. Seguirá tomando los mismos medicamentos que su médico o el especialista de pulmón le hayan recetado. **No se experimenta con ningún tipo de medicamento**

#### **VOLUNTARIEDAD:**

El consentimiento para acceder a sus datos clínicos es voluntario y su negativa no conllevará ningún tipo de perjuicio.

#### **BENEFICIOS E INCONVENIENTES:**

Los beneficios que puede obtener es mejorar la capacidad física, el control de los síntomas y el pronóstico de su enfermedad.

No es posible identificar inconvenientes para usted relacionados con el estudio salvo los derivados del desplazamiento al hospital.

## **RETIRADA DEL ESTUDIO:**

El enfermo y su familia pueden anular el consentimiento en cualquier momento, sin que suponga ninguna consecuencia negativa.

**Usted y su familia, pueden pedir más explicaciones que las contenidas en este documento**

**LEGALIDAD:** El estudio se realiza de acuerdo con la **Ley española de ensayo clínico**. Igualmente nos acogemos a las normativas de *Buena Práctica Clínica*, y a la *Declaración de Helsinki* y sus revisiones posteriores. Estas normativas protegen a los pacientes del estudio, garantizando que ninguna actuación se hará en contra de sus intereses, ni de las reglas éticas internacionalmente aceptadas para la práctica médica. Así mismo el estudio cuenta con el dictamen favorable del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC), C.I.: EST:43/19 (12/12/2019)

## **MANIFIESTO:**

Que he preguntado lo que he considerado necesario para estar perfectamente informado acerca de las ventajas e inconvenientes que tiene participar en el presente estudio y se me ha contestado satisfactoriamente.

Y por ello **OTORGO MI CONSENTIMIENTO** para que puedan utilizar los datos de mi historia clínica electrónica, entendiendo que este consentimiento puede ser revocado por mí en cualquier momento, delegando todas mis facultades en caso de encontrarme incapacitado para ello.

D/D<sup>a</sup>.....  
.....

Murcia a      de                      de 2020

Firma:

D/D<sup>a</sup>.....,  
parentesco....., que asiste a este CONSENTIMIENTO  
INFORMADO.

Murcia a      de                      de 2020

Firma:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Investigadora:*

*Irene Fernández Muñoz*

*48519180J*

*Servicio de Neumología*

*Hospital Universitario Morales Meseguer*

## ANEXO 3. Cuestionario ansiedad depresión Hads.

### 5.9. Escala Hospitalaria de Ansiedad y Depresión (Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS)

1

Los médicos conocen la importancia de los factores emocionales en la mayoría de enfermedades. Si el médico sabe cuál es el estado emocional del paciente puede prestarle entonces mejor ayuda.  
Este cuestionario ha sido confeccionado para ayudar a que su médico sepa cómo se siente usted afectiva y emocionalmente. No es preciso que preste atención a los números que aparecen a la izquierda. Lea cada pregunta y subraye la respuesta que usted considere que coincide con su propio estado emocional en la última semana.  
No es necesario que piense mucho tiempo cada respuesta; en este cuestionario las respuestas espontáneas tienen más valor que las que se piensan mucho.

A.1. Me siento tenso/a o nervioso/a:

3. Casi todo el día
2. Gran parte del día
1. De vez en cuando
0. Nunca

D.1. Sigo disfrutando de las cosas como siempre:

0. Ciertamente, igual que antes
1. No tanto como antes
2. Solamente un poco
3. Ya no disfruto con nada

A.2. Siento una especie de temor como si algo malo fuera a suceder:

3. Sí, y muy intenso
2. Sí, pero no muy intenso
1. Sí, pero no me preocupa
0. No siento nada de eso

D.2. Soy capaz de reírme y ver el lado gracioso de las cosas:

0. Igual que siempre
1. Actualmente, algo menos
2. Actualmente, mucho menos
3. Actualmente, en absoluto

A.3. Tengo la cabeza llena de preocupaciones:

3. Casi todo el día
2. Gran parte del día
1. De vez en cuando
0. Nunca

D.3. Me siento alegre:

3. Nunca
2. Muy pocas veces
1. En algunas ocasiones
0. Gran parte del día

A.4. Soy capaz de permanecer sentado/a tranquilo/a y relajado/a:

0. Siempre
1. A menudo
2. Raras veces
3. Nunca

D.4. Me siento lento/a y torpe:

3. Gran parte del día
2. A menudo
1. A veces
0. Nunca

A.5. Experimento una desagradable sensación de «nervios y hormigueos» en el estómago:

0. Nunca
1. Sólo en algunas ocasiones
2. A menudo
3. Muy a menudo

D.5. He perdido el interés por mi aspecto personal:

3. Completamente
  2. No me cuido como debería hacerlo
  1. Es posible que no me cuide como debiera
  0. Me cuido como siempre lo he hecho
- 

A.6. Me siento inquieto/a como si no pudiera parar de moverme:

3. Realmente mucho
  2. Bastante
  1. No mucho
  0. En absoluto
- 

D.6. Espero las cosas con ilusión:

0. Como siempre
  1. Algo menos que antes
  2. Mucho menos que antes
  3. En absoluto
- 

A.7. Experimento de repente sensaciones de gran angustia o temor:

3. Muy a menudo
  2. Con cierta frecuencia
  1. Raramente
  0. Nunca
- 

D.7. Soy capaz de disfrutar con un buen libro o con un buen programa de radio o televisión:

0. A menudo
1. Algunas veces
2. Pocas veces
3. Casi nunca

## ANEXO 4. Escala de disnea modificada del *Medical Research Council* (mMRC).

0 = No disnea
1 = Disnea al correr en llano o subir una cuesta ligera
2 = Disnea le obliga a ir más despacio, caminando con personas de la misma edad o le hace parar a respirar andando a "su paso", en terreno llano
3 = Disnea le obliga a parar para respirar al andar unos 100 metros o después de caminar varios minutos en terreno llano
4 = Disnea le impide salir de casa le aparece al vestirse o asearse

## ANEXO 5. TABLAS DE EJERCICIOS PEFID.

Hospital General Universitario Morales Meseguer. Servicio Neumología  
Figura 8-1



### Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

#### Consejos e información general: Ejercicio físico

Para que el ejercicio físico sea completo debemos trabajar:

##### -Entrenamiento muscular.

- Con una intensidad de ejercicio suficiente (Número de series y repeticiones).
- Frecuencia de entrenamiento adecuada (3-7 días/semana).
- Duración de las sesiones (Mínimo 20 minutos en cada sesión).

##### - Ejercicio aeróbico

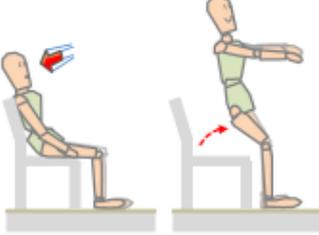
Se debe realizar como mínimo 3 veces a la semana durante 20 minutos (o más).

- De manera continua (todo el tiempo o distancia al mismo ritmo).
- A intervalos (dividir el tiempo o la distancia total, haciendo pausas de descanso en movimiento, cambiando el ritmo).

Es preferible tomar los inhaladores antes de iniciar para mejorar el rendimiento y la tolerancia al ejercicio .-  
Si usa oxígeno domiciliario, póngaselo para hacer los ejercicios.  
Respire con normalidad mientras realiza ejercicio, sin aguantar la respiración en ningún momento.

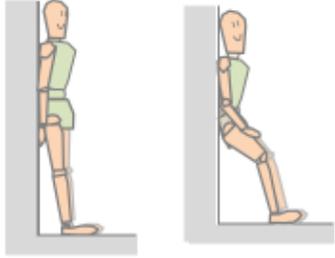
## Ejercicios de piernas Grupo 1

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado



Desde la posición de sentados con los pies en el suelo, coger aire y levantarse sin apoyarse. Hacer un ciclo respiratorio (tomar y echar el aire) y volver a la posición del comienzo.

número repeticiones



Apoyar espalda y nalgas sobre pared, pies paralelos y un poco separados, bajar lentamente doblando las piernas y sin despegar la espalda de la pared hasta el punto donde se pueda subir a la posición inicial sin apoyo.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

### Ejercicios: Piernas Grupo 1



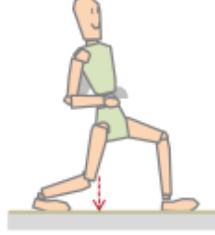
Sentarse en el suelo con piernas estiradas y espalda recta, poner un rulo (toalla enrollada) bajo las rodillas y mantener el tobillo a 90°.  
El ejercicio se realiza apretando la toalla.

número repeticiones



Tumbarse en el suelo con una pierna estirada y la otra flexionada. Elevar primero una pierna en extensión completa a unos 30 cm del suelo, en esa posición hacer pequeños círculos como si estuviéramos pintando con nuestro talón. Repetir con la otra pierna.

número repeticiones



De pie, piernas ligeramente separadas de la cadera. Coger aire y dar un paso adelante con una pierna manteniendo el tronco lo más recto posible. La pierna adelantada debe flexionarse hasta que el muslo quede lo más paralelo al suelo posible. La pierna de atrás debe quedar anclada con el pie al suelo pero debe descender hacia el mismo por la rodilla. Soltando aire volvemos a la posición inicial.

número repeticiones

## Ejercicios de piernas Grupo 2

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

### Ejercicios: Piernas

Grupo 2



Sentarse en el suelo con piernas estiradas y espalda recta, poner un rulo (toalla enrollada) bajo las rodillas y mantener el tobillo a 90°.

El ejercicio se realiza apretando la toalla.

número repeticiones



Tumbarse en el suelo con una pierna estirada y la otra flexionada. Elevar primero una pierna en extensión completa a unos 30 cm del suelo, en esa posición hacer pequeños círculos como si estuviéramos pintando con nuestro talón. Repetir con la otra pierna.

número repeticiones



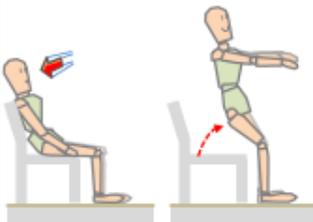
De pie, piernas ligeramente separadas de la cadera. Coger aire y dar un paso adelante con una pierna manteniendo el tronco lo más recto posible. La pierna delantera debe flexionarse hasta que el muslo quede lo más paralelo al suelo posible. La pierna de atrás debe quedar anclada con el pie al suelo pero debe descender hacia el mismo por la rodilla. Soltando aire volvemos a la posición inicial.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

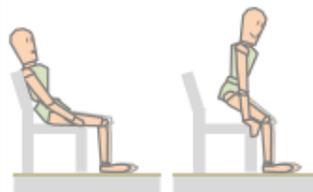
### Ejercicios: Piernas

Grupo 2



Desde la posición de sentados con los pies en el suelo, coger aire y levantarse sin apoyarse. Hacer un ciclo respiratorio (tomar y echar el aire) y volver a la posición del comienzo

número repeticiones



Desde la posición de sentados con los pies en el suelo, apoyar las manos en el borde de la silla. Despegar el trasero de la silla, como si quisiera levantarse, sin llegar a hacerlo. Hacer fuerza con los brazos, pero especialmente con glúteos y piernas.

número repeticiones

## Ejercicios de piernas Grupo 3

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

### Ejercicios: Piernas

Grupo 3



Sentarse en el suelo con piernas estiradas y espalda recta, poner un rulo (toalla enrollada) bajo las rodillas y mantener el tobillo a 90°.

El ejercicio se realiza apretando la toalla.

número repeticiones



Tumbarse en el suelo con una pierna estirada y la otra flexionada. Elevar primero una pierna en extensión completa a unos 30 cm del suelo, en esa posición hacer pequeños círculos como si estuviéramos pintando con nuestro talón. Repetir con la otra pierna.

número repeticiones



De pie, piernas ligeramente separadas de la cadera. Coger aire y dar un paso adelante con una pierna manteniendo el tronco lo más recto posible. La pierna delantera debe flexionarse hasta que el muslo quede lo más paralelo al suelo posible. La pierna de atrás debe quedar anclada con el pie al suelo pero debe descender hacia el mismo por la rodilla. Soltando aire volvemos a la posición inicial.

número repeticiones

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

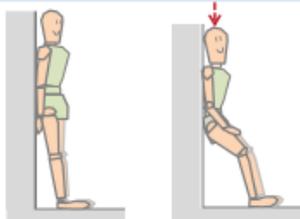
### Ejercicios: Piernas

Grupo 3



De pie, apoyar los brazos sobre una silla fija. Flexionar una rodilla (unos 90 grados), después extenderla y llevarla hacia atrás unos 30 grados, sin tocar el suelo. Es importante mantener el cuerpo recto durante el ejercicio.

número repeticiones



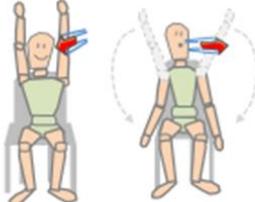
Apoyar espalda y nalgas sobre pared, pies paralelos y un poco separados, bajar lentamente doblando las piernas y sin despegar la espalda de la pared hasta el punto donde se pueda subir a la posición inicial sin apoyo.

número repeticiones

## Ejercicios de brazos y tronco comunes para los tres grupos

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

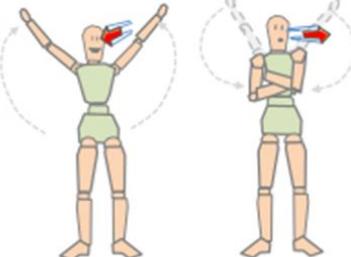
**Ejercicios: Brazos**
**Grupo 1**



Sentarse en una silla con pies apoyados en suelo  
Coger aire a la vez que subimos brazos al máximo, por delante de nuestros ojos, soltar aire lentamente con labios fruncidos, bajar despacio los brazos a la posición inicial. Este ejercicio puede hacerse de pie.

número repeticiones

---



Coger aire a la vez que abrimos los brazos al máximo y soltar aire lentamente con labios apretados, abrazándonos a nosotros mismos. Este ejercicio puede hacerse sentado.

número repeticiones

## Ejercicio aeróbico común para los tres grupos

Programa de Entrenamiento Físico Domiciliario Individualizado

**Ejercicios: Andar, bicicleta, escaleras**
**Grupo 1**

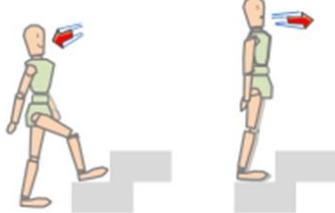


Caminar despacio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y volver a caminar

Evitar los momentos del día de más calor o frío.

semana										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
minutos										
15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	

---



Subir un escalón cogiendo aire, parar y soltar aire.  
Subir otro escalón cogiendo aire y subir dos soltando aire.  
Repetir.

# Ejercicio aeróbico grupo 3

**Ejercicios: Andar, bicicleta, correr**
**Grupo 3**




Hacer el ejercicio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y continuar..

Si es bicicleta estática aumentar la resistencia poco a poco

Evitar los momentos del día de más calor o frío.

semana

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

minutos

15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Figura 8-14

**Ejercicios: Correr**
**Grupo 3**



Hacer el ejercicio, por terreno llano, al ritmo que tolere, sin forzar: cuando note fatiga, parar, recuperar y continuar..

Evitar los momentos del día de más calor o frío.

semana

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

minutos andando

5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

minutos trotando

1	3	5	7	10	12	15	17	20	22
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

