

# Revisión teórica del reacondicionamiento al ejercicio en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en España

**Autor:** Martínez González, Elena (Graduada en Fisioterapia).

**Público:** Médicos rehabilitadores, fisioterapeutas. **Materia:** Fisioterapia. **Idioma:** Español.

**Título:** Revisión teórica del reacondicionamiento al ejercicio en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en España.

## Resumen

Mediante la siguiente revisión se pretende recoger información sobre los distintos protocolos que se aplican para el reacondicionamiento al ejercicio en pacientes con EPOC en España, y analizar si siguen una metodología común, que se pueda emplear como base para la elaboración de una guía de recomendaciones para estos pacientes. Como objetivos se plantean realizar la búsqueda de un Gold Standard o una línea a seguir, y resumir los protocolos de intervención llevados a cabo en pacientes con EPOC en España.

**Palabras clave:** EPOC, rehabilitación, fisioterapia respiratoria.

**Title:** Theoretical review of exercise reconditioning in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) in Spain.

## Abstract

The following review aims to collect information on the different protocols that are applied to the exercise overhaul in patients with COPD in Spain, and analyze whether they follow a common methodology that can be used as a basis for the preparation of a guide of recommendations for these patients. The objectives are to carry out the search for a Gold Standard or a line to follow, and to summarize the intervention protocols carried out in patients with COPD in Spain.

**Keywords:** COPD, rehabilitation, respiratory physiotherapy.

Recibido 2018-02-28; Aceptado 2018-03-05; Publicado 2018-03-25; Código PD: 093138

## MARCO CONCEPTUAL

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), es una enfermedad que tiene como característica fisiológica más destacada una limitación al flujo aéreo espiratorio, de forma persistente, y que generalmente es progresiva<sup>1</sup>. El síntoma principal es la disnea, que limita el ejercicio<sup>2</sup>, lo que conduce a evitar actividades físicas. Estos niveles bajos de actividad física contribuyen al desacondicionamiento del músculo esquelético y la reducción de la capacidad de ejercicio, que tienen un impacto negativo en la calidad de vida relacionada con la salud<sup>3,4</sup>. La intolerancia al ejercicio es un elemento clave en la fisiopatología y un indicador pronóstico de la EPOC.

La EPOC es una causa importante de morbilidad y mortalidad crónicas<sup>5,6</sup>. La Organización Mundial de la Salud (OMS) enumera la EPOC como la décima enfermedad más prevalente en todo el mundo y la cuarta causa de muerte más común, responsable del 5 % de la mortalidad general<sup>7</sup>.

En España la EPOC representa una de las causas más importantes de morbimortalidad, con una prevalencia del 10,2 %, en población de 40 a 80 años<sup>8</sup>. Esto supone un gran problema de salud pública debido a esta elevada prevalencia, morbimortalidad, coste económico y social, lo que genera un importante consumo de recursos sanitarios.

Las pruebas de función pulmonar son el principal método utilizado para el diagnóstico<sup>1</sup> de esta enfermedad que aun así, está infradiagnosticada, tal y como revelan datos recientes en el ámbito de la atención primaria, ya que sólo a la mitad de los pacientes con sospecha de EPOC se les confirma el diagnóstico con una espirometría forzada<sup>9</sup>. Estos resultados espirométricos tampoco nos aportan datos sobre la discapacidad y la calidad de vida del paciente con EPOC y se correlacionan débilmente con la disnea, la capacidad de ejercicio y el estado de salud<sup>10,11,12</sup>. Las recientes directrices sobre el diagnóstico y tratamiento de la EPOC indican que la evaluación de la gravedad de la enfermedad se mejora mediante el uso de criterios funcionales adicionales, tales como la capacidad de ejercicio<sup>13</sup>.

El rendimiento del ejercicio, se ha convertido en un objetivo para la intervención terapéutica, que incluye entrenamiento del ejercicio como un componente estándar de la rehabilitación pulmonar <sup>5,6</sup>.

Esta rehabilitación pulmonar para los enfermos de EPOC, produce mejoras a corto plazo en la disnea, la capacidad de ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud <sup>14</sup>.

Como veíamos anteriormente, la disnea conllevaba un deterioro de la capacidad de ejercicio, en asociación con deterioro de las funciones pulmonares y cardiovasculares. La debilidad y el desacondicionamiento de los músculos respiratorios y periféricos, son actualmente reconocidos como factores adicionales implicados en la reducción de la capacidad de ejercicio, así como en la calidad de vida de estos pacientes <sup>15</sup>.

En esta enfermedad, la función de los músculos inspiratorios se encuentra frecuentemente deteriorada <sup>16</sup>. La disfunción muscular inspiratoria, parece ser el resultado de cambios geométricos del tórax, factores sistémicos y/o posibles cambios estructurales de los músculos inspiratorios <sup>17, 18</sup>. Existe un aumento de la rigidez de la pared torácica, que a su vez altera la mecánica del tórax, disminuyendo la eficacia del mecanismo de bombeo ventilatorio y un aumento del esfuerzo necesario para respirar <sup>19, 20, 21</sup>. El entrenamiento específico de los músculos inspiratorios se ha sugerido para abordar el aumento de rigidez de la caja torácica, como forma de reducir o retrasar la aparición de disnea como limitante del ejercicio.

El aumento de la rigidez de la pared torácica, típica de los pacientes con EPOC, es inicialmente el resultado de las fuerzas ejercidas en la pared torácica por el desarrollo de la hiperinflación pulmonar <sup>22</sup>. Con el tiempo, este aumento se perpetúa por las propiedades mecánicas de los músculos respiratorios, que se resisten a cambios de longitud a través de un proceso conocido como tixotropía <sup>23, 24</sup>. Las propiedades tixotrópicas de un músculo están determinadas por la posición en la que el músculo se mantiene justo antes de la contracción. En el caso de los músculos respiratorios, la hiperinflación pulmonar coloca estos músculos en una posición acortada o alargada antes de la contracción. Al alterar la longitud de reposo de estos músculos reduciríamos el aumento de la rigidez del tórax y por lo tanto disminuiríamos la disnea que tanto limita el ejercicio.

Por otro lado, dentro de la rehabilitación pulmonar, además de trabajar el entrenamiento específico de los músculos inspiratorios, también se incluye el entrenamiento aeróbico, solo o en combinación con ejercicios de fortalecimiento. Esto induce cambios estructurales y adaptaciones en los sistemas cardiovascular y muscular, debido principalmente a la mejora del suministro y la absorción de oxígeno durante el ejercicio muscular, como consecuencia de un aumento de los capilares del músculo y conversión de las fibras rápidas (tipo II) en fibra lenta (tipo I), lo que indica mayor capacidad oxidativa del músculo <sup>25, 26</sup>. Como resultado de estas adaptaciones, el metabolismo muscular se modificará promoviendo el uso de la vía aeróbica en lugar de la vía glucolítica <sup>27, 28</sup>. Una consecuencia de estas adaptaciones fisiológicas musculares, será una menor tendencia a la fatiga muscular del miembro implicado <sup>29</sup>. Al utilizar la vía metabólica también se reducen los requisitos ventilatorios para un determinado nivel de ejercicio <sup>27, 30, 31</sup>. Esta disminución de la ventilación, junto con un patrón de respiración más lento y profundo <sup>30</sup>, se asociará con una menor hiperinsuflación dinámica y menor disnea <sup>32, 33</sup>.

## MARCO METODOLÓGICO

### a. Objetivos de la investigación.

1. Hipótesis de trabajo. Recoger información sobre los distintos protocolos que se aplican para el reacondicionamiento al ejercicio en pacientes con EPOC en España, y analizar si siguen una metodología común, que se pueda emplear como base para la elaboración de una guía de recomendaciones para estos pacientes.
2. Objetivo general. Realizar una búsqueda de un Gold Standard o una línea a seguir en cuanto a pautas de ejercicio concreto para este tipo de pacientes.
3. Objetivo específico. Resumir los protocolos de intervención llevados a cabo en pacientes con EPOC en España para su reacondicionamiento al ejercicio.

### b. Método. Para el marco conceptual se realizó una búsqueda en las principales bases de datos, según consideración de la autora: MEDLINE, EMBASE y la librería COCHRANE. Las palabras clave empleadas fueron: "COPD" (siglas en inglés para enfermedad pulmonar obstructiva crónica), "exercise", "physiotherapy" o "rehabilitation", y "protocol". A continuación, se realizó una búsqueda a través de Google de las distintas guías en atención primaria de recomendaciones clínicas, protocolos, y similares en cada una de las comunidades autónomas del país. En este

caso las palabras clave utilizadas fueron: “EPOC”, “guía”, “protocolo”, “atención primaria”, más la comunidad para la que se realizó la búsqueda.

## RESULTADOS

De las 17 comunidades que conforman España, se hallaron 13 guías clínicas diferentes. En 9 de esas guías se describe de una forma más o menos concreta, las actividades físicas a realizar para el reacondicionamiento físico en los pacientes con EPOC, y en otra de ellas, Baleares, se enlaza directamente con las recomendaciones publicadas por SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), la cual engloba a la práctica totalidad de neumólogos, cirujanos torácicos, enfermeros y fisioterapeutas respiratorios, publicando de forma periódica actualizaciones, revisiones e investigaciones, con el fin de mejorar el conocimiento científico y la formación sobre las enfermedades respiratorias y torácicas, para así lograr una mejora asistencial.

En la Tabla 1 se recogieron las diferencias y similitudes entre las distintas guías publicadas, así como las recomendaciones a la hora de realizar los ejercicios pautados. La actividad física se puede dividir en tres grandes grupos:

- Entrenamiento aeróbico. Presente en todas las guías excepto en la de Castilla La Mancha, pero con distintas modalidades: Caminar, bicicleta, pedalina, nadar, subir escaleras. Existe diferencias también en la frecuencia recomendada, desde 30-45 min por sesión y 3 veces a la semana (Aragón) hasta 30 min diarios (Galicia), pasando por rangos de frecuencia más abiertos a la situación individual de cada paciente, como Andalucía, que recomienda 30-60 min y 3-7 veces a la semana.
- Entrenamiento de fuerza de la musculatura periférica, tanto de MMII (miembros inferiores) como de MMSS (miembros superiores). Aparece en todas las guías, excepto en Cataluña, Galicia y Valencia. Aunque en la mayoría de guías no se especifican ejercicios concretos, duración o intensidad, tanto en Andalucía como en Murcia recomiendan mantener la contracción entre 3 y 5 segundos. En todo caso, parece claro que la línea general es fomentar el uso de grandes grupos musculares con sencillos ejercicios monoarticulares.

En cuanto a la forma de lograr la resistencia, varía desde mancuernas, bandas de Thera-Band, lastres, aparatos gimnásticos, o el propio peso corporal, sin que haya una recomendación clara en común.

La frecuencia recomendada en las dos únicas guías en las que se especifica este aspecto tiene una importante diferencia: 30 min diarios de lunes a viernes en Cantabria; 3 series de 10 min diarios de lunes a domingo en Murcia.

- Entrenamiento específico de la musculatura respiratoria. Presente en todas las guías clínicas, aunque con grandes diferencias. Mientras Andalucía recomienda sencillamente ejercicios de expansión costal, con labios fruncidos; Aragón fomenta el uso de dispositivos que resisten la inspiración como el Pflex, o que ayudan a eliminar secreciones como el Threshold provocando una presión espiratoria positiva (PEP); y Cantabria recomienda control de la respiración y ejercicios para poner resistencia a la inspiración mediante gomas de Thera-Band.

Por otro lado, las guías de Castilla La Mancha, Cataluña, Galicia, Madrid, Murcia y Valencia no especifican qué ejercicios realizar, sólo indican el control de la respiración, costal y diafragmática, en distintas posiciones, con una duración de 10 min al día, ya sean dos veces (Galicia) o tres (Murcia).

Comunidad Autónoma, Año	Actividad física	Frecuencia	Recomendaciones sobre la actividad física
Andalucía, 2009	Ejercicio aeróbico: Ej. Caminar	8 semanas. Caminar entre 30 - 60 min, 3-7 días/semana, empezando por 15 min, aumentando 5 min cada semana	Caminar por terreno llano, ritmo tolerado, evitando temperaturas extremas
	Ejercicio aeróbico: Ej. Bicicleta	8 semanas. Comenzar por 5 min por la mañana y 5 por la tarde a diario, aumentando 5 min cada semana	Control de la postura, respiración, ropa cómoda, uso de inhaladores
	Ejercicios respiratorios: con labios fruncidos y expansión costal	2 tandas de 5 veces, se descansa 1 min y se repite otras 5 veces	No hacer el ejercicio: si tiene dificultad respiratoria severa, fiebre superior a 38°, dolor torácico o inflamación articular
	Ejercicios para MMSS: Flexión y abducción, y flexoextensión de codos	Aguantar la contracción entre 3 y 5 segundos	
	Ejercicios con pedalina		
Aragón, 2011	Entrenamiento de resistencia de MMII. Bicicleta ergométrica, tapiz rodante, caminar, subir escaleras	A intensidad suficiente de su capacidad máxima, evaluada por consumo de O <sub>2</sub> , frec. cardíaca o síntomas. Entre 30-45 min al día, 3 veces por semana	Todos los programas deberán ser precedidos de maniobras de calentamiento y estiramiento
	Entrenamiento de resistencia de MMSS. Movimientos sin soporte (levantamiento de pesos pequeños o barra), y movimientos con soporte (ergómetro de brazos)	30 min al día, 3 sesiones semanales	
	Entrenamiento de fuerza de extremidades. Ejercicio con pesas o aparatos gimnásticos.	Carga elevada, aproximadamente. Series de pocas repeticiones	El 80% del máximo tolerado
	Entrenamiento de músculos respiratorios. Umbral de presión (Threshold). Resistencias (Pflex). Hiperventilación isocápnica	Control del patrón respiratorio. Intensidad equivalente al 30% de la presión inspiratoria máxima Duración: 15 min. 2 sesiones diarias	
Cantabria, 2011	Ejercicios respiratorios: torácica y abdominal. Ventilación dirigida. Ejercicios inspiratorios resistidos por bandas Thera-Band	10 min	Se enseña el tratamiento durante 3 meses en Atención especializada
	Entrenamiento de resistencia de MMSS. Ejercicios de flexoextensión, abducción y adducción, con 1 kg de peso, frente a un espejo con control de la respiración	15 min	Las sesiones son diarias, de lunes a viernes, con una duración de entre 60 - 90 min en total
	Entrenamiento de resistencia de MMII. Ejercicios en colchoneta de abdominales y piernas, con tobillos lastrados o bandas de Thera-Band	15 min	Posteriormente, cada año se realizan 2 meses de intervención para recordar los protocolos aprendidos en atención especializada
	Cicloergómetro. Intensidad variable de 25 a 120 vatios, vigilando que la saturación de O <sub>2</sub> no baje de 85%, con un margen cardíaco del 70% de la frecuencia máxima	30 min	
Castilla La Mancha, 2014	Entrenamiento de la musculatura periférica	s. e.	Tras una reagudización, entrenamiento al 40% de la intensidad máxima
	Entrenamiento muscular respiratorio específico	s. e.	
Cataluña, 2010	Entrenamiento físico general	s. e.	
	Entrenamiento de músculos respiratorios	s. e.	
	Ejercicios respiratorios: técnicas de expansión torácica y de movilización diafragmática	s. e.	
Galicia, 2013	Subir escaleras	30 min/día	
	Control de la respiración	10 min / 2 veces al día en distintas posiciones. Sentado y echado	
Madrid, 2005	Ejercicio aeróbico: Caminar, nadar, pasear en bicicleta	20-30 min al día	Controlar la respiración con labios fruncidos
	Ejercicios para MMII: Bicicleta fija o subir escaleras	s. e.	Respiración diafragmática
	Entrenamiento de músculos respiratorios	s. e.	Relajación de parte superior de pecho y hombros para recuperar el aliento
	Control de la respiración, costal y diafragmática	s. e.	
Murcia, 2015	Ejercicios respiratorios en posición de tumbado, costal y abdominal	30 min al día, repartidos en 3 sesiones. Se mantiene el aire dentro 1-2 segs	No hacer los ejercicios con el estómago lleno
	Ejercicios para MMSS. De pie y Sentado. Ejemplos: Elevar ambos brazos a la vez, con o sin peso; concéntricos de tríceps elevando el peso del cuerpo	2 series de 8 repeticiones, manteniendo cada contracción entre 3-5 segs.	Tomar el aire por la nariz y expulsar por la boca
	Ejercicios para MMII. Donde se implican grandes grupos musculares como cuádriceps y glúteos		Hacerlos en espacios aireados y sin ruidos
	Ejercicio aeróbico: Ej. Caminar, subir escaleras	3-5 veces a la semana, 20-30 min cada sesión	Mejor hacer varias series al día de 10 min que una serie de 30 min
Valencia, 2010	Entrenamiento físico general	s. e.	
	Entrenamiento de la musculatura ventilatoria	s. e.	
	Entrenamiento de las extremidades superiores	s. e.	

Tabla 1. Resumen de la actividad física recomendada en las Guías Clínicas publicadas en las distintas Comunidades Autónomas de España. s.e.= sin especificar.

## DISCUSIÓN

La reducción de la actividad física es una consecuencia bien conocida de la EPOC. Se trata de un círculo en el que realizar ejercicio supone un esfuerzo cada vez mayor, lo que redundará en una disminución de la función pulmonar, provocando así un aumento de la intolerancia al ejercicio. El ejercicio físico reduce el estrés oxidativo, tiene efecto antiinflamatorio y reduce la frecuencia de infecciones en vías respiratorias; de ahí que, desde el punto de vista de la fisioterapia, se enfatice la pauta de la actividad física, como uno de los medios que más influencia pueden tener en la calidad de vida del paciente.

Un reciente ensayo clínico aleatorizado realizado en el contexto de la atención primaria en España ha demostrado que las pautas individualizadas son eficaces para aumentar la actividad física en las personas inactivas. El efecto es pequeño,

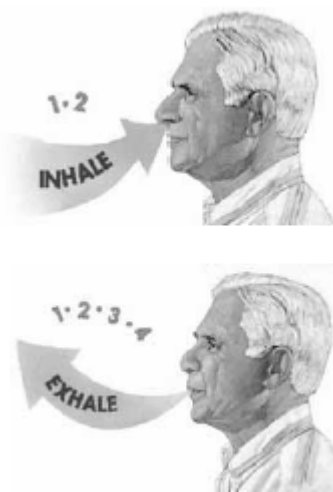
pero relevante en términos de salud pública a nivel poblacional, y se considera mayor en individuos con enfermedades crónicas<sup>34</sup> (evidencia moderada, recomendación fuerte a favor).

A pesar de que existen niveles de evidencia A de que los pacientes con EPOC se benefician de la rehabilitación y el mantenimiento de la actividad física, mejorando su tolerancia al ejercicio y disminuyendo su disnea y fatiga<sup>35</sup>, se necesitan más estudios que establezcan unos criterios que permitan ofrecer a los pacientes unas recomendaciones individualizadas adecuadas a su estado.

En el análisis de las guías clínicas de recomendaciones para los pacientes con EPOC publicadas en las Comunidades Autónomas españolas, se han encontrado tres grandes líneas generales de actuación, con distintos niveles de evidencia:

- Entrenamiento aeróbico, ejercicio continuado de poca intensidad (Evidencia A<sup>5</sup>).
- Entrenamiento de la fuerza de la musculatura periférica (Evidencia B<sup>5</sup>).
- Entrenamiento de la musculatura respiratoria (Evidencia C<sup>5</sup>).

Sin embargo, dentro de cada apartado, probablemente debido a la falta de estudios comparativos entre unas actividades y otras, no existe homogeneidad en cuanto a los ejercicios concretos a recomendar, variando tanto en frecuencia como en intensidad y modalidades. De hecho, tan solo en las guías de Galicia, Murcia, Andalucía y Cantabria se ha encontrado una serie de pautas que los pacientes puedan emplear para realizar ejercicio, con recomendaciones, frecuencias, modalidades e intensidades concretas. En base a esto, tal y como aconseja la guía de la Comunidad Autónoma de Baleares, se recomienda dirigir al paciente al Manual de Atención domiciliaria del paciente con EPOC<sup>36</sup>, publicada por SEPAR, elaborada por profesionales del ámbito de la Neumología y la Hospitalización a domicilio, la cual se actualiza con regularidad, y contiene recomendaciones y ejercicios concretos (ver Tabla 2) que el paciente puede seguir con facilidad (Fig. 1 y 2).



a. Brazos hacia arriba tomando aire por la nariz.

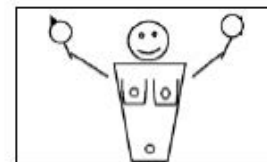


Fig. 1 y 2

Actividad física	Frecuencia	Recomendaciones sobre la actividad física
Entrenamiento aeróbico de MMII. Cicloergómetro o tapiz rodante. Otros ej. Caminar, nadar o bailar.	Mínimo 3d/semana, 20 min de manera continua o en intervalos. Entre 8 y 12 semanas.	Intensidad de 60-80% del consumo máximo de O <sub>2</sub> , alcanzado en una prueba de esfuerzo inicial
Entrenamiento aeróbico de MMSS. Implicación de los mismos en numerosas actividades de la vida diaria, o cicloergómetro de brazos, o pesos pequeños.	Series de 10 a 15 repeticiones	
Entrenamiento de la fuerza de MMSS y MMII. Ejercicios de levantamiento de pesas con cargas elevadas		Entre 70-85% del peso máximo que se puede movilizar en una única maniobra. Pocas repeticiones
Entrenamiento de músculos inspiratorios con incentivador		
Fisioterapia respiratoria domiciliaria. Ejemplos: Caminar, subir escaleras.	2 veces al día, 20 min	
Ejercicios respiratorios, costal y diafragmáticos, con distintos estímulos propioceptivos cambiando la posición de las manos	Series de 10 repeticiones	

Tabla 2. Resumen de indicaciones terapéuticas Manual de Atención domiciliaria del paciente con EPOC<sup>36</sup>.

En la revisión sistemática publicada en 2012 por Reid et al <sup>37</sup> se concluye que aunque existen evidencias de la efectividad de la actividad física (aeróbica, resistida y de entrenamiento del equilibrio), faltan muchos aspectos por estudiar, como los efectos de la combinación del ejercicio aeróbico y el resistido, o comprobar si el entrenamiento del equilibrio en personas con EPOC puede ayudar a otras comorbilidades propias de la enfermedad en personas de edad avanzada.

En la búsqueda de información para la realización de la presente revisión teórica, se encontraron artículos sobre la evidencia del ejercicio físico en pacientes con EPOC en comparación con otro tipo de intervenciones, hallándose comparativas frente a: estimulación eléctrica neuromuscular <sup>38</sup>, terapia manual <sup>39</sup>, automanejo de la enfermedad <sup>40</sup>, grupo control con entrenamiento simulado <sup>41</sup>, no grupo control <sup>42</sup>, práctica de Tai-Chi <sup>43</sup>, y seguimiento telefónico <sup>44</sup>; es decir, la mayoría de artículos publicados comparan la actividad física (en alguna de sus distintas modalidades) frente a otro tipo de actuaciones. Sin embargo, tan sólo se han encontrado dos artículos que compararon dos tipos de actividad física: ejercicio continuado frente a ejercicio a intervalos <sup>45</sup>, de Puhan et al en 2004; y ejercicios respiratorios frente a estiramientos <sup>46</sup>, de Días et al en 2013.

Además, están en marcha en distinta fase dos estudios, que podrán servir de ayuda para discernir la eficacia de las distintas intervenciones posibles, pero que aún resultan muy insuficientes para ofrecer unos resultados que permitan aclarar las interrogantes existentes:

- ✓ Geidl et al (Trials, 2017) <sup>47</sup> que comparará dos grupos, el que hará de grupo control realizará entrenamiento de los músculos respiratorios, y el grupo de intervención realizará el mismo entrenamiento, añadiendo la utilización de un pedómetro, lo cual incluye también recomendaciones de actividades física en pacientes con EPOC.
- ✓ Nyberg et al (Trials, 2015) <sup>48</sup> que investiga los mecanismos de acción de dos modalidades de entrenamiento: ejercicios de resistencia altamente repetitivos en uno y en dos miembros, valorando a su vez la eficacia de cada uno de ellos.

## CONCLUSIONES

En función de estos hallazgos, se comprueba que son necesarios más estudios sobre la eficacia de las distintas variedades de actividad física, comparándolas entre sí, ya que, a pesar de que ha quedado demostrado que mantener un ritmo de vida activo es positivo en este tipo de pacientes, no existen criterios concretos en las guías de las Comunidades Autónomas españolas en cuanto a las recomendaciones de actividad física para los pacientes con EPOC.

### Bibliografía

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2011 Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. <http://www.goldcopd.org/>. Ref Type: Internet Communication.
- O'Donnell DE, Travers J, Webb KA, et al. Reliability of ventilatory parameters during cycle ergometry in multicentre trials in COPD. *Eur Respir J* 2009;34:866–74.
- Hamilton N, Killian KJ, Summers E, et al. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2021–31.
- Lacasse Y, Martin S, Lasserson TJ, et al. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. A Cochrane systematic review. *Eura Medicophys* 2007;43:475–85.
- Global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD 2017 (GOLD). <http://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd/>. Accedido el 15 de Junio de 2017.
- The COPD-X Plan: Australian and New Zealand guidelines for the management of chronic obstructive pulmonary disease 2017. Version 2.49. <http://copdx.org.au/>. Accedido el 15 de Junio de 2017.
- World Health Organization. The global burden of disease: 2004 update.

2008.[http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GBD\\_report\\_2004update\\_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf).

- Llauger Roselló MA, Pou MA, Domínguez L, Freixas M, Valverde P, Valero C. Treating COPD in chronic patients in a primary-care setting. *Arch Bronconeumol*. 2011 Nov;47(11):561-70. doi: 10.1016/j.arbres.2011.10.001. Epub 2011 Oct 28.
- Monteagudo M, Rodríguez-Blanco T, Parcet J, Peñalver N, Rubio C, Ferrer M, et al. Variabilidad en la realización de la espirometría y sus consecuencias en el tratamiento de la EPOC en Atención Primaria. *Arch Bronconeumol*. 2011;47:226–33.
- Cooper CB. The connection between chronic obstructive pulmonary disease symptoms and hyperinflation and its impact on exercise and function. *Am J Med*. 2006;119(10 Suppl 1):21–31.
- Jones PW. Issues concerning health-related quality of life in COPD. *Chest*. 1995;107(Suppl 5):187S–193S.
- Mahler DA, Harver A. A factor analysis of dyspnea ratings, respiratory muscle strength, and lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1992;145(2 Pt 1):467–470.
- National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) Management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care (partial update) London: NICE; 2010. [Accedido el 19 de mayo de 2014]. (NICE guideline CG101). Disponible en: <http://guidance.nice.org.uk/cg101>.
- Effects of a Community-Based, Post-Rehabilitation Exercise Program in COPD: Protocol for a Randomized Controlled Trial With Embedded Process Evaluation. Desveaux L, Beauchamp MK, Lee A, Ivers N, Goldstein R, Brooks D. *JMIR Res Protoc*. 2016 May 11;5(2):e63. doi: 10.2196/resprot.5435.
- Hamilton N, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2021–2031.
- Rochester DF. The respiratory muscles in COPD: state of the art. *Chest* 1984;85:47–50.
- American Thoracic Society–European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:S1–S28.
- Arora NS, Rochester DF. Effect of chronic obstructive pulmonary disease in diaphragm muscle dimensions. *Am Rev Respir Dis* 1981;123:176–184.
- O'Donnell DE, Ora J, Webb KA, Laveneziana P, Jensen D. Mechanisms of activity-related dyspnea in pulmonary diseases. *Respir Physiol Neurobiol*. 2009;167(1):116–32. doi: 10.1016/j.resp.2009.01.010.
- O'Donnell DE, Laveneziana P. Dyspnea and activity limitation in COPD: mechanical factors. *COPD: J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2007;4(3):225–36. doi: 10.1080/15412550701480455.
- Aliverti A, Kayser B, Macklem PT. A human model of the pathophysiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology*. 2007;12(4):478–85. doi: 10.1111/j.1440-1843.2007.01106.x.
- Brashers VL, Davey S. Pathophysiology: the biologic basis for disease in adults and children. London: Elsevier; 2006. Alterations of pulmonary function; pp. 1205–45.
- Izumizaki M, Iwase M, Ohshima Y, Homma I. Acute effects of thixotropy conditioning of inspiratory muscles on end-expiratory chest wall and lung volumes in normal humans. *J Appl Physiol*. 2006;101(1):298–306. doi: 10.1152/jappphysiol.01598.2005.
- Proske U, Morgan DL, Gregory JE. Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Prog Neurobiol*. 1993;41(6):705–21. doi: 10.1016/0301-0082(93)90032-N.
- Casaburi R. Physiologic responses to training. *Clinics in Chest Medicine*. 1994;15(2):215–227.
- Casaburi R, Zuwallack R. Pulmonary rehabilitation for management of chronic obstructive pulmonary disease. *The New England Journal of Medicine*. 2009;360(13):1282–1335.
- Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *American Review of Respiratory Disease*. 1991;143(1):9–18.
- Maltais F, Leblanc P, Simard C, et al. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1996;154(2):442–447.
- Mador MJ, Kufel TJ, Pineda LA, et al. Effect of pulmonary rehabilitation on quadriceps fatigability during exercise. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2001;163(4):930–935.
- Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RSY, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1997;155(5):1541–1551.
- Gagnon P, Bussières JS, Ribeiro F, et al. Influences of spinal anesthesia on exercise tolerance in patients with COPD.

American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2012;186(7):606–615.

- Gigliotti F, Coli C, Bianchi R, et al. Exercise training improves exertional dyspnea in patients with COPD: evidence of the role of mechanical factors. *Chest*. 2003;123(6):1794–1802.
- O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2001;164(5):770–777.
- Grandes G, Sánchez A, Sánchez-Pinilla RO, Torcal J, Montoya I, Lizarraga K, et al; PEPAF Group. Effectiveness of physical activity advice and prescription by physicians in routine primary care: a cluster randomized trial. *Arch Intern Med*. 2009;169:694-701.
- Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE, Zaccaro D. Exercise rehabilitation and chronic obstructive pulmonary disease stage. *Am J Respir Crit Care Med* 999;160:1248–1253.
- Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Barcelona. 2011. Manual de Atención domiciliaria del paciente con EPOC. Pág. 59-68. Disponible en: <http://issuu.com/separ/docs/manual22?mode=window&backgroundColor=%23222222>.
- Reid WD, Yamabayashi C, Goodridge D, et al. Exercise prescription for hospitalized people with chronic obstructive pulmonary disease and comorbidities: a synthesis of systematic reviews. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2012;7:297-320. doi:10.2147/COPD.S29750.
- Bustamante V, López de Santa María E, Gorostiza A, Jiménez U, Gáldiz JB. Muscle training with repetitive magnetic stimulation of the quadriceps in severe COPD patients. *Respir Med*. 2010 Feb;104(2):237-45. doi: 10.1016/j.rmed.2009.10.001. Epub 2009 Nov 5.
- Engel RM, Wearing J, Gonski P, Vemulpad S. The effect of combining manual therapy with exercise for mild chronic obstructive pulmonary disease: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2017 Jun 17;18(1):282. doi: 10.1186/s13063-017-2027-z.
- Effing T, Zielhuis G, Kerstjens H, van der Valk P, van der Palen J. Community based physiotherapeutic exercise in COPD self-management: a randomised controlled trial. *Respir Med*. 2011 Mar;105(3):418-26. doi: 10.1016/j.rmed.2010.09.017. Epub 2010 Oct 14.
- Beekman E, Mesters I, Hendriks EJ, Muris JW, Wesseling G, Evers SM, Asijee GM, Fastenau A, Hoffenkamp HN, Gosselink R, van Schayck OC, de Bie RA. Exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease receiving physical therapy: a cohort-nested randomised controlled trial. *BMC Pulm Med*. 2014 Apr 26;14:71. doi: 10.1186/1471-2466-14-71.
- Ferreira SA, Guimarães M, Taveira N. Pulmonary rehabilitation in COPD: from exercise training to 'real life'. *J Bras Pneumol*. 2009 Nov;35(11):1112-5.
- Ngai SP1, Jones AY, Tam WW. Tai Chi for chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Jun 7;(6):CD009953. doi: 10.1002/14651858.CD009953.pub2.
- Bernocchi P, Scalvini S, Galli T, Paneroni M, Baratti D, Turla O, La Rovere MT, Volterrani M, Vitacca M. A multidisciplinary telehealth program in patients with combined chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016 Sep 22;17(1):462.
- Puhan MA, Büsching G, VanOort E, Zaugg C, Schünemann HJ, Frey M. Interval exercise versus continuous exercise in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease--study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Pulm Med*. 2004 Aug 13;4:5.
- Dias FD, Sampaio LM, da Silva GA, Gomes ÉL, do Nascimento ES, Alves VL, Stirbulov R, Costa D. Home-based pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2013;8:537-44. doi: 10.2147/COPD.S50213. Epub 2013 Nov 5.
- Geidl W, Semrau J, Streber R, Lehbert N, Wingart S, Tallner A, Wittmann M, Wagner R, Schultz K, Pfeifer K. Effects of a brief, pedometer-based behavioral intervention for individuals with COPD during inpatient pulmonary rehabilitation on 6-week and 6-month objectively measured physical activity: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2017 Aug 29;18(1):396. doi: 10.1186/s13063-017-2124-z.