



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo : Revisión y actualización en rehabilitación respiratoria. Prescripción de ejercicio en rehabilitación respiratoria orientada al paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Review and update in respiratory rehabilitation. Exercise prescription in respiratory rehabilitation oriented to the patient with chronic obstructive pulmonary disease.

Autor/es

Pedro Olivera Salort.

Director/es

Enrique Javier Serrano Ostáriz

Facultad de Medicina Universidad de Zaragoza
2019-2020

GLOSARIO DE ABREVIATURAS.

- **EPOC:** Enfermedad Pulmonar Obstructiva Cronica.
- **COPD:** Chronic Obstructive Pulmonar Disease.
- **RR:** Rehabilitacion Respiratoria.
- **FEV1 o VEF1:** Volumen Espiratorio forzado en el primer segundo.
- **FVC o CVF:** Capacidad Vital Forzada.
- **GOLD:** Guia de la Iniciativa Global para la EPOC.
- **ATS:** American Thoracic Society.
- **ERS:** European Respiratory Society.
- **OMS:** Organización mundial de la Salud.
- **IBERPOC:** Estudio Epidemiológico de la EPOC en España.
- **EPI-SCAN:** The Epidemiologic Study of COPD in Spain.
- **FR:** Fisioterapia Respiratoria.
- **CVRS:** Calidad de Vida Relacionada con la Salud.
- **ABVD:** Actividades Básicas de la Vida Diaria.
- **EEII:** Extremidades Inferiores.
- **EESS:** Extremidades Superiores.
- **SGRQ:** St George´s Respiratory Questionnaire.
- **MRC:** Índice de disnea del Medical Research Council.
- **CAT:** COPD Assesment Test.
- **DUE:** Diplomada Universitaria en Enfermería.
- **PEM:** Presión Espiratoria Máxima.
- **PIM:** Presión Inspiratoria Máxima.
- **TM6M o 6MWT:** Test de la Marcha de los 6 Minutos.
- **IMC:** Indice de Masa Corporal.ç
- **RM:** Repetición Máxima.
- **CRDQ:** Chronic Respiratory Disease Questionnaire.
- **SEPAR:** Sociedad Española de Neumología y Cirugía torácica.
- **SORECAR:** Sociedad Española de Rehabilitacion Cardio-Respiratoria.
- **GesEPOC:** Guia Española de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Cronica,

RESUMEN.

El aumento de la esperanza vida junto con el envejecimiento poblacional y los nuevos hábitos de vida han posicionado a las enfermedades crónicas como principal causa de muerte en nuestro medio. Dentro de las enfermedades crónicas, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica(EPOC), se ha asentado en todo el mundo como una de las entidades de carácter crónico con mayor número de víctimas. El aumento de hospitalizaciones y comorbilidades asociadas a la EPOC están generando un gran gasto público, lo cual nos obliga a potenciar nuevas modalidades de tratamientos(más allá del clásico tratamiento farmacológico) que sean eficaces a la vez que económicas, a la hora de mejorar la vida diaria de los pacientes.

El objetivo de este estudio es demostrar como el ejercicio físico, integrado dentro de un programa de rehabilitación respiratoria y bien adaptado a cada paciente, es capaz de mejorar la calidad de vida y autonomía de los pacientes que conviven diariamente con una enfermedad crónica(en este caso con la EPOC). Para ello se ha realizado una búsqueda, de la evidencia mas actualizada, acerca de las diferentes modalidades de ejercicio físico que se pueden realizar sobre pacientes con EPOC. Así mismo se ha relacionado cada tipo de ejercicio con los beneficios que obtendría cada paciente con su realización diaria.

La conclusión obtenida de este estudio es que, a pesar de que la influencia en la supervivencia del paciente es muy baja, el ejercicio físico se posiciona como herramienta muy útil para mejorar la calidad de vida de los pacientes, lo que a largo plazo acaba traduciéndose como una disminución de los síntomas, las reagudizaciones y por tanto, una disminución del gasto sanitario. La rehabilitación respiratoria y por ende el ejercicio físico, son a día de hoy recursos infravalorados, a la vez que poco aplicados en la terapéutica habitual de los pacientes con EPOC. Es necesario seguir impulsando la importancia terapéutica de la rehabilitación y del ejercicio físico, para poder garantizar una disponibilidad adecuada de estos recursos a todos los pacientes que lo necesiten.

Palabras clave: Enfermedad Pulmonar obstructiva crónica, enfermedad crónica, rehabilitación respiratoria, ejercicio físico, calidad de vida, autonomía.

ABSTRACT.

The increase in life expectancy together with population aging and new life habits have positioned chronic diseases as the main cause of death in our environment. Among chronic diseases, Chronic Obstructive Pulmonary Disease(COPD) has established itself worldwide as one of the chronic diseases with the highest number of victims. The increase in hospitalizations and comorbidities associated with COPD are generating a large public expense, which forces us to develop new treatment modalities(beyond the classic pharmacological treatment) that are effective as well as economic, trying to improve the daily life of patients.

The objective of this study is to demonstrate how physical exercise, integrated into a respiratory rehabilitation program and well adapted to each patient, is capable to improve the quality of life and autonomy of patients who live daily with a chronic disease(in this case COPD). To do this, a search was made for the most update evidence about the different forms of physical exercise that can be performed on patients with COPD. Likewise, each type of exercise has been related to the benefits that each patient would obtain with their daily performance.

The conclusion obtained from this essay is that, despite the fact that the influence on patient survival is very low, physical exercise is positioned as a very useful tool to improve the quality of life of patients, which in the long terms ends up being translated such as a decrease in symptoms, flare ups and therefore a decrease in health spending. Respiratory rehabilitation and therefore physical exercise are currently undervalued resources, at the same time they are little applied in the usual treatment of patients with COPD. It is necessary to continue promoting the therapeutic importance of rehabilitation and physical exercise, in order to guarantee adequate availability of these resources to all patients who need it.

Key words: Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Chronic Disease, pulmonary rehabilitation, physical exercise, life quality, autonomy.

ÍNDICE.

1.JUSTIFICACIÓN DEL TEMA Y OBJETIVOS.....	(6)
2.METODOLOGÍA.....	(7)
3.INTRODUCCIÓN.	
• Concepto y Clasificación de la EPOC.....	(8-11)
• Epidemiología de la EPOC.....	(12)
• Bases del tratamiento farmacológico de la EPOC.....	(13)
• Rehabilitación respiratoria: Concepto, componentes y evaluación.....	(14-18)
• Fisioterapia Respiratoria.....	(19)
• Situación actual de la Rehabilitación Respiratoria.....	(20)
4.REHABILITACIÓN RESPIRATORIA. PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO. REVISIÓN Y DISCUSIÓN.	
• Disfunción muscular: Periférica y muscular.....	(21-22)
• Ejercicio aeróbico o de resistencia.....	(23-25)
• Entrenamiento continuo vs interválico.....	(26-29)
• Ejercicio de fuerza o de fortalecimiento.....	(30-31)
• Estrategias para incrementar la intensidad del ejercicio.....	(32-33)
• Ejercicio de los músculos respiratorios.....	(34)
5.REFLEXIÓN FINAL.....	(35-36)
6.BIBLIOGRAFÍA.....	(37-41)
7.AGRADECIMIENTOS.....	(42)

1.JUSTIFICACIÓN DEL TEMA Y OBJETIVOS.

“El 70% de los mayores de 65 años tiene al menos una enfermedad crónica en España, con una media de 4 enfermedades crónicas por persona”, esta era la conclusión que dejaba el X congreso nacional de atención sanitaria al paciente crónico (año 2018). Otros datos de interés que nos dejaba esta conferencia hacían referencia a que: “el 80% de las consultas de atención primaria eran motivadas por enfermedades de carácter crónico” o que “el 85% de ingresos en medicina interna están provocados por complicaciones de las enfermedades crónicas suponiendo la primera causa de gasto sanitario en nuestro medio”, tal es la importancia de estas enfermedades que la propia OMS se ha puesto como objetivo reducir un 25% la mortalidad prematura por enfermedades crónicas en el año 2025.

El aumento de la esperanza vida junto con el envejecimiento poblacional y nuevos hábitos de vida han posicionado a las enfermedades crónicas como principal causa de muerte en nuestro medio, provocando dentro de la terapéutica tradicional la necesidad de nuevas herramientas para lidiar con las complicaciones derivadas de estas enfermedades.

Es por todo esto que me surgió la pregunta ¿Puede ser el ejercicio físico útil en el tratamiento de la enfermedad crónica?. El ejercicio físico lleva prescribiéndose como tratamiento adyuvante desde el siglo pasado, sin embargo, la falta de investigación y de uso del mismo ha generado que no se le esté dando toda la relevancia que puede llegar a tener.

He decidido centrar mi investigación en lo que podría ser el paradigma de enfermedad crónica, tanto por su curso como por sus complicaciones, llevando a cabo una revisión en profundidad acerca de la prescripción de ejercicio físico en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica(EPOC).

El objetivo este estudio es ofrecer una visión, lo más actualizada posible, de las diferentes variantes de ejercicio físico que podemos incluir en un programa de rehabilitación respiratoria. Se hará especial hincapié en la mejoría de la capacidad funcional y de la calidad de vida de cada paciente, según el tipo de ejercicio a realizar. Revisaremos la amplia gama de ejercicios terapéuticos de la que disponemos, así como las distintas modalidades de programas de rehabilitación que pueden realizarse en base al estado de salud de cada paciente EPOC.

En primer lugar, he decidido realizar una introducción donde definiré los distintos aspectos fisopatológicos de la EPOC, seguidamente introduciré las distintas etapas de un programas de rehabilitación respiratoria y finalmente en el apartado “prescripción de ejercicio físico” abordaré las distintas modalidades de ejercicio terapéutico de las que disponemos. Todo esto avalado por la evidencia científica más actualizada hasta la fecha.

2.METODOLOGÍA.

Se ha realizado una meticulosa revisión de los avances más novedosos, integrados en las principales guías clínicas relacionadas con la EPOC y con la rehabilitación respiratoria. En este apartado se usaron: “ La Guía GOLD sobre diagnóstico, manejo y prevención de la EPOC”, “La guía clínica ATS/ERS sobre rehabilitación respiratoria”, “Normativa SEPAR de rehabilitación respiratoria”, “la normativa SEPAR de manejo del paciente EPOC”, “La GesEPOC sobre la clasificación y tratamiento del paciente EPOC”. De estas guías se obtuvo la información más actualizada acerca del estado de la rehabilitación en pacientes con EPOC, de igual manera se examinaron artículos académicos referenciados en estas guías, que eran de gran interés para profundizar en la temática de la rehabilitación. Otra fuente muy importante de la que obtener información acerca de las últimas novedades en RR, fue la lectura de los congresos SORECAR de los años 2016 y 2018, donde se presentan bianualmente las últimas actualizaciones en patología y tratamiento del aparato respiratorio.

Para establecer la base de conceptos fundamentales que debíamos manejar y conocer, se hizo una amplia lectura de libros relacionados con la rehabilitación y la fisiología del ejercicio, aquí cabe destacar la información obtenida del libro “Essentials Of Physical Medicine And Rehabilitation(Elsevier, 4ª edición)” del cual extraje la base sobre la que desarrollaría el resto de la revisión. Otros libros muy importantes usados en esta revisión son: “Harrison Manual de Medicina Interna(Mc Graw-Hill, 19ª edición)” y “Fisiología del ejercicio(Panamericana, 3ª edición)”.

Se llevaron a cabo búsquedas en la base de datos de PubMed con los siguientes términos: “Pulmonary rehabilitation AND COPD”, “Physical exercise AND respiratory rehabilitation”, “Pulmonary rehabilitation AND life quality”, “Pulmonary rehabilitation AND autonomy”, “Pulmonary rehabilitation AND chronic disease”. Con estos artículos se realizó una selección de acuerdo a estos criterios: estar escritos en inglés o castellano y haber sido publicado en los últimos 10 años. Respecto a este criterio cronológico debo hacer una aclaración, ya que los artículos más actualizados y novedosos han sido la piedra angular sobre la que se ha asentado este estudio, sin embargo también he usado en la redacción del estudio artículos que fueron escritos hace más de 10 años, debido a que de ellos extraje información muy importante sobre conceptos que no han cambiado con el paso del tiempo, además estos artículos tenían mayor reconocimiento que otros realizados en años posteriores.

Toda esta información se integró y estructuró al estilo de una sencilla guía, donde se explica inicialmente el concepto de rehabilitación y sus componentes, para seguidamente definir cuáles son los tipos de ejercicios que se deben realizar en cada tipo de paciente EPOC.

3.INTRODUCCIÓN.

Concepto y clasificación de EPOC.

La EPOC o enfermedad pulmonar obstructiva crónica, es una patología pulmonar común, prevenible y tratable, aunque no curable en la actualidad, que se caracteriza por síntomas respiratorios persistentes y limitación al flujo aéreo debido a anomalías de la vía aérea y/o alveolares usualmente causada por una exposición significativa a partículas nocivas y gases⁽¹⁾.

Los mecanismos patogénicos, nos indican que estamos ante una amplificación de la respuesta inflamatoria que tiene lugar en el aparato respiratorio, debido a la agresión de irritantes crónicos como por ejemplo el humo del tabaco que provoca cambios estructurales: estrechamiento de las pequeñas vías aéreas y destrucción del parénquima pulmonar, que conduce a la ruptura de las uniones entre los alveolos y las pequeñas vías aéreas y disminuye el retroceso elástico pulmonar⁽¹⁾.

Estos cambios en la anatomía del pulmón nos conducen a una serie de cambios fisiopatológicos, que no afectan únicamente a las estructuras respiratorias, sino que también tienen su afectación sistémica⁽²⁾. Es importante conocer la fisiopatología de esta enfermedad, ya que son estos cambios los que producen la clínica crónica típica, así como la disminución de la calidad de vida progresiva del paciente que se intenta paliar con el tratamiento farmacológico y con la rehabilitación respiratoria⁽³⁾ en la que posteriormente nos centraremos como método de mejora funcional del paciente. Los cambios en la fisiología del paciente son los siguientes:

- **Limitación al flujo aéreo y atrapamiento aéreo:** La inflamación, fibrosis y exudados endoluminales en las pequeñas vías aéreas causan la reducción del FEV1(volumen espirado en el primer segundo) y de la relación FEV1/CVF(indice de Tineffau). Produce además un atrapamiento aéreo progresivo durante la espiración lo cual conduce a una hiperinsuflación pulmonar, esta es importante porque disminuye la capacidad inspiratoria y aumenta la capacidad residual funcional sobre todo durante el ejercicio físico, es decir , la hiperinsuflación pulmonar es la principal responsable de la disnea⁽⁴⁾.
- **Alteraciones del intercambio gaseoso:** Se debe a la disminución de la relación V/Q (Ventilación/perfusión) por obstrucción de las vías aéreas así como por la disminución de la función pulmonar. Son causa de hipoxemia e hipercapnia⁽⁴⁾.
- **Hipertensión Pulmonar:** Complicación tardía en la EPOC, su causa principal es la vasoconstricción pulmonar hipóxica de las arterias pulmonares de pequeño calibre, a lo que puede sumarse hiperplasia de la intima, la hipertrofia de la muscular y la desaparición del lecho vascular típica del enfisema⁽⁴⁾. Puede acabar produciendo hipertrofia ventricular derecha e incluso insuficiencia cardiaca derecha (cor pulmonale).
- **Consecuencias sistémicas:** La hiperinsuflación y la limitación al flujo aéreo afectan a la función miocárdica y al intercambio gaseoso. Los mediadores inflamatorios provocan

debilidad muscular y caquexia y contribuyen al agravamiento o aparición de procesos como: cardiopatía isquémica, osteoporosis, anemia normocítica, diabetes, síndrome metabólico y depresión^(4,5).

Veremos más tarde que un buen tratamiento de la EPOC irá dirigido a corregir estas alteraciones fisiológicas, que se tornan con carácter crónico. Podemos intuir, por lo visto hasta el momento, que un tratamiento muscular específico integrado dentro de un programa de rehabilitación respiratoria (RR) puede resultarnos bastante útil tanto por el mantenimiento de una buena mecánica ventilatoria como por un manejo de la musculatura periférica que permita la independencia funcional del paciente, solventando de este modo muchas de las complicaciones fisiológicas y psicológicas que debe afrontar el paciente afecto de EPOC⁽⁴⁾.

En cuanto a los síntomas clásicos de EPOC encontramos: la tos, la disnea y la expectoración de carácter crónico⁽³⁾. La disnea es el síntoma principal que suele aparecer en la sexta década de la vida y tiene un desarrollo progresivo que va mermando las capacidades funcionales del paciente, haciéndolo cada vez más dependiente de terceras personas para realizar las actividades básicas de la vida diaria (ABVD)^(3,4).

Estas limitaciones, asociadas con otras complicaciones clásicas de la EPOC, suelen llevar al paciente a situaciones de ansiedad, depresión, aislamiento social y, por ende, a una disminución más que evidente de la calidad de vida⁽⁴⁾.

La EPOC debería considerarse en todo individuo con la sintomatología clásica nombrada, asociada a una historia personal de exposición a factores de riesgo (siendo el tabaco el principal factor de riesgo). Para establecer objetivamente su diagnóstico^(6,7) es necesario considerar los siguientes aspectos separadamente:

1.Presencia y severidad de la alteración espirométrica: Realización de una prueba espirométrica, previa inhalación de broncodilatadores, en las que se obtenga un cociente entre el FEV1(volumen espirado en el primer segundo) y la CVF(capacidad vital forzada) inferior al 70%, lo cual es indicativo de un patrón obstructivo⁽⁴⁾.

En función del % de FEV1 obtenido podemos clasificar la gravedad de la EPOC según los criterios aceptados por las instituciones internacionales GOLD (iniciativa global para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica), la ATS (American Thoracic Society) y la ERS (European Respiratory Society) ^(1,3,6,7).

En la siguiente tabla se muestra como se distribuyen los pacientes de EPOC según su FEV1 en 4 grados según su gravedad. En la tabla también aparece descrito un estadio 0, en el que se incluyen pacientes con alguno de los síntomas descritos anteriormente o que están expuestos a factores de riesgo pero cuya espirometría es normal.

Clasificación de la EPOC (GOLD / ATS-ERS) basada en criterios espirométricos.

ESTADIO	FEV ₁ (% del valor teórico)	FEV ₁ /FVC
0: En riesgo	Espirometría normal	≥0,7
I: EPOC leve	≥80	<0,7
II: EPOC moderada	50 – 80	<0,7
III: EPOC grave	30 – 50	<0,7
IV: EPOC muy grave	< 30	<0,7

Adaptada de: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for diagnosis, management, and prevention of COPD.[Citado,2/05/2020]Disponible en: <http://www.goldcopd.org/>.

2.Presencia y magnitud de los síntomas actuales: Se valora con test específicos como la escala de disnea del Medical Research Council modificada (mMRC), el índice de disnea de Mahler y/o la escala de Borg^(5,6,7).En este apartado, son importantes los cuestionarios que evalúan la CVRS (calidad de vida relacionada con la salud) de los pacientes, conocer como les limitan los síntomas es una manera de evaluar la gravedad/magnitud de los mismos. Hay dos test CVRS que son muy utilizados en la EPOC: St. George’s Respiratory Questionnaire (SGRQ) y el COPD Assesment Test (CAT)^(6,8).

Escala de disnea mMRC.

GRADO	ACTIVIDAD
0	Ausencia de disnea execepto con ejercicio intenso.
1	Disnea al andar deprisa en llano o al subir escaleras.
2	Tener que parar a descansar al andar en llano
3	Para al andar unos 100 metros
4	Imposible salir de casa o incluso para reaslizar ABVD

Adaptada de: Dennis L. Kasper, Anthony S. Fauci, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, J.Enfermedad Pulmonar Obstructiva Cronica.En: Harrison Manual de Medicina Interna.19ª.ed.Mexico D.F.:McGRAW-Hill.2017.p1700-1708.

3. Historia de agudizaciones y riesgo futuro: Las agudizaciones son empeoramientos agudos de los síntomas respiratorios que requieren terapia adicional^(1,8) los podemos dividir en:

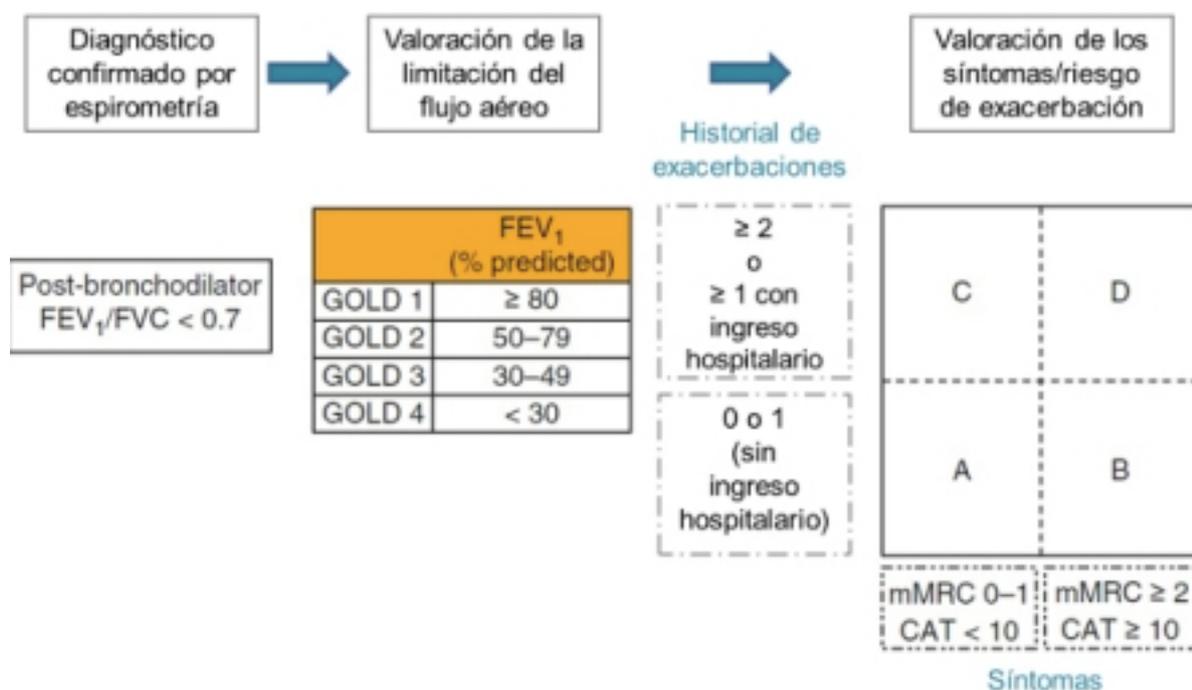
- Leves: Requieren broncodilatadores de acción rápida.
- Moderados: Broncodilatador de acción rápida más antibióticos y corticoide oral.
- Severos: Hospitalización.

4. Evaluación de las comorbilidades: Suelen ser multimorbilidades del anciano en relación a factores comunes como: tabaco, alcohol, dieta, inactividad, etc..

La guía GOLD a partir de la espirometría, junto con los síntomas (usando la escala mMRC y el CAT)) y la historia de exacerbaciones, nos permiten clasificar a los pacientes de EPOC en 4 categorías o fenotipos^(1,2,3,6), con la única finalidad de valorar el diagnóstico, pronóstico y tratamiento, tal y como nos indican las últimas actualizaciones de la GesEPOC (Guía española de la EPOC). Estos fenotipos se definen de la siguiente manera:

- EPOC no agudizadora con enfisema o bronquitis crónica.
- EPOC mixta con asma, tenga o no agudizaciones frecuentes.
- EPOC agudizadora con enfisema.
- EPOC agudizadora con bronquitis crónica.

Clasificación GOLD de los pacientes EPOC.



Adaptada de: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for diagnosis, management, and prevention of COPD. [Citado, 2/05/2020] Disponible en: <http://www.goldcopd.org/>.

Epidemiología de la EPOC.

La EPOC constituye la quinta causa de muerte entre los varones, con una tasa anual de 60 muertes por 100.000 habitantes, y la séptima para las mujeres, con una tasa anual de 17 muertes por 100.000 habitantes⁽⁹⁾. Estos datos sitúan a España en un rango intermedio dentro de la Unión Europea, encabezada por algunos países de Europa del Este y anglosajones. Respecto a prevalencia, el estudio IBERPOC⁽¹⁰⁾ identificó una prevalencia de EPOC en España del 9,1% de la población adulta, que afecta al 14,3% de los varones y al 3,9% de las mujeres. Según el hábito tabáquico, la prevalencia fue del 15% en fumadores, el 12,8% en exfumadores y el 4,1% en no fumadores⁽¹⁰⁾.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), todos los años provoca la muerte de al menos 2,9 millones de personas⁽⁹⁾. Las estimaciones globales de mortalidad realizadas en 1991, se han actualizado recientemente, y reiteran que la EPOC, que era la quinta causa de muerte en 1990, ya es la cuarta desde 2000 y pasará a ser la tercera en 2020⁽⁹⁾. Posteriormente a esa fecha, e incluso asumiendo el escenario más pesimista respecto a la expansión mundial del virus de la inmunodeficiencia humana(VIH), la OMS indica que en 2030 la EPOC seguirá siendo la causa del 7,8% de todas las muertes y representará el 27% de las muertes relacionadas por el tabaco, sólo superada por el cáncer, con el 33%, y por las enfermedades cardiovasculares, con el 29%⁽⁹⁾.

Se ha intentado con estudios consecutivos recolectar información cada vez más exacta acerca de los datos de prevalencia de la EPOC en este apartado cabe destacar el estudio EPI-SCAN⁽¹¹⁾ estudio epidemiológico, observacional, transversal y multicéntrico, de ámbito nacional y base poblacional, con selección de participantes de 4 zonas geográficas, norte, levante, sur y centro del territorio español, a saber: Barcelona, Burgos, Cordoba, Huesca, Madrid, Oviedo, Sevilla, Valencia, Vic y Vigo, de 40 a 80 años de edad La prevalencia en este estudio fue de un 10,2%, y aumentaba con la edad, el consumo de tabaco y en niveles educativos más bajos⁽¹¹⁾. Destacaban también la importancia del tratamiento precoz para evitar el deterioro de la calidad de vida que presentan los pacientes diagnosticados tardíamente.

Bases del tratamiento Farmacológico.

Podemos observar que la EPOC es una enfermedad muy heterogénea a la hora de presentarse en el paciente y sobretodo en la manera de afectar a su calidad de vida. El establecimiento de cuatro fenotipos por parte de la GesEPOC⁽¹²⁾ permitió gestionar el tratamiento farmacológico de manera que a cada grupo se le dan los fármacos necesarios, sin excederse en su número ni en su efecto, reduciendo al mínimo los efectos adversos generados por un tratamiento de carácter crónico. El tratamiento de la EPOC se basa fundamentalmente en la combinación de fármacos (principalmente broncodilatadores inhalados), al que según la gravedad del paciente y su estado funcional

podremos ir añadiendo otras modalidades terapéuticas⁽¹²⁾ (como la rehabilitadora en nuestro caso).

Los objetivos generales del tratamiento de la EPOC se resumen en: abandonar el hábito tabáquico, reducir los síntomas crónicos de la enfermedad, mejorar la calidad de vida y tolerancia al ejercicio, minimizar los efectos adversos de la medicación^(1,12), disminuir la frecuencia y gravedad de las agudizaciones y mejorar el pronóstico. Se deben alcanzar tanto los beneficios a corto plazo (control de la enfermedad) como los objetivos a medio y a largo plazo (reducción de agudizaciones, caída acelerada de la función pulmonar o muerte). Para establecer correctamente el tratamiento farmacológico la GesEPOC estableció la siguiente relación entre los 4 fenotipos de la enfermedad y los cuatro grados de gravedad de la enfermedad establecidos por la GOLD⁽¹²⁾ quedando el tratamiento lo más adecuado a la situación de cada paciente:

Tratamiento farmacológico de la EPOC según fenotipos y niveles de gravedad (I-IV)

Fenotipo	Estadio de gravedad			
	I	II	III	IV
A No agudizador con enfisema o BC	LAMA o LABA SABA o SAMA*	LAMA o LABA LAMA + LABA	LAMA + LABA	LAMA + LABA + Teofilina
B Mixto EPOC-asma	LABA + CI	LABA + CI	LAMA + LABA + CI	LAMA + LABA + CI (valorar añadir teofilina o IPE4 si hay expectoración)
C Agudizador con enfisema	LAMA o LABA	(LAMA o LABA) + CI LAMA + LABA LAMA o LABA	LAMA + LABA + CI	LAMA + LABA + CI (valorar añadir teofilina)
D Agudizador con BC	LAMA o LABA	(LAMA o LABA) + (CI o IPE4) LAMA + LABA LAMA o LABA	LAMA + LABA + (CI o IPE4) (LAMA o LABA) + CI + IPE4 (Valorar añadir carbocisteína)	LAMA + LABA + (CI o IPE4) LAMA + LABA + CI + IPE4 (Valorar añadir carbocisteína) (Valorar añadir teofilina) (Valorar añadir antibióticos)

BC: bronquitis crónica; SABA: beta-2 agonista de corta duración; SAMA: anticolinérgico de corta duración; CI: corticosteroide inhalado; LAMA: anticolinérgico de larga duración; LABA: beta-2 agonista de larga duración; IPE4: inhibidor de la fosfodiesterasa 4.

* En caso de síntomas intermitentes.

Adaptada de: *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for diagnosis, management, and prevention of COPD.* [Citado, 2/05/2020] Disponible en: <http://www.goldcopd.org/>.

Rehabilitación Respiratoria: Concepto, Componentes y Evaluación.

Tras explicar cómo la EPOC daña de manera progresiva la fisiología respiratoria y sistémica del paciente, el tratamiento farmacológico se nos antoja ciertamente insuficiente, sobretodo en pacientes que empiezan a perder su independencia para hacer las ABVD y que por tanto, ven diezmada su calidad de vida de manera imparable una vez ha empezado a progresar la enfermedad.

En este apartado, aparece en 1974 (American College of Chest Physicians) el concepto de Rehabilitación Respiratoria (RR), pero no se concreta su significado, hasta que la ATS junto con la ERS aúnan esfuerzos para especificar el concepto de RR⁽¹³⁾. Sentando así las bases de lo que iba a ser una gran ayuda al tratamiento clásico de la EPOC. La ATS/ERS dicen que: “La rehabilitación es una intervención multidisciplinaria y global, que ha demostrado ser eficaz desde la perspectiva de la medicina basada en la evidencia para

los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, que a menudo han disminuido las actividades de la vida diaria. La RR debe formar parte de un tratamiento individualizado del paciente, dirigido a reducir los síntomas, optimizar la capacidad funcional, incrementar la participación y reducir los costes sanitarios a través de la estabilización o reversión de las manifestaciones sistémicas de la enfermedad⁽¹³⁾.

El documento establece a su vez los componentes que debe tener todo programa de rehabilitación respiratoria. Antes de mostrar los diferentes componentes de la RR, hay que dejar claro que dentro de la RR se realiza un enfoque global del paciente, donde no solo se centra en mejorar su dinámica muscular/respiratoria, sino que trata de abordar todos los aspectos de su vida a nivel biológico y emocional para optimizar al máximo su calidad de vida⁽¹⁴⁾. Para llevar a cabo este programa, es necesaria la disponibilidad de profesionales de las distintas áreas, para que se puedan obtenerse los máximos beneficios. De acuerdo con las ATS y la ERS, estos son los componentes humanos y terapéuticos de los que debe disponer todo buen programa de RR⁽¹⁴⁾.

**Componentes humanos y terapéuticos máximos
de un programa de rehabilitación respiratoria**

COMPONENTES HUMANOS	COMPONENTES TERAPÉUTICOS
Neumólogo	Educación
Rehabilitador	Cese del hábito tabáquico
Fisioterapeuta	Medidas dietéticas
DUE	Tratamiento farmacológico
Dietista	Entrenamiento muscular
Psicólogo	Fisioterapia
Terapeuta ocupacional	Soporte psicológico
Trabajador social	Terapia ocupacional
Médico de familia	Oxigenoterapia
	Soporte domiciliario

DUE: diplomada universitaria en enfermería.

Adaptada de: Nice L, Donner CI, Wouters E, Zuwallack R, et al. American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2006;173:1390-1413.

Desde hace poco tiempo que puede afirmarse con seguridad, que los programas de RR que incluyen entrenamiento muscular mejoran la disnea, la capacidad de esfuerzo y la CVRS (Calidad de vida relacionada con la salud). Estudios realizados por diferentes países dan niveles de evidencia muy altos al ejercicio muscular confiriéndole a este la posición de piedra angular de todo programa de RR, mostrándonos que dentro de todos los componentes del programa es el ejercicio el que confiere una mejoría objetiva superior al resto⁽¹⁴⁾.

Niveles de evidencia de la eficacia de la rehabilitación respiratoria según la American Thoracic Society⁷

Componente	Nivel de evidencia
Entrenamiento de piernas	A
Entrenamiento de brazos	A
Entrenamiento de músculos respiratorios	B
Educación, fisioterapia	B
Apoyo psicosocial	C
Beneficios	
Disnea	A
Calidad de vida relacionada con la salud	A
Recursos económicos	B
Supervivencia	C

A: evidencia alta; B: evidencia moderada; C: evidencia débil.

Niveles de evidencia de la eficacia de la rehabilitación respiratoria según la British Thoracic Society⁸

Beneficio	Nivel de evidencia
Capacidad funcional	A
Calidad de vida relacionada con la salud	A
Disnea	A
Ventajas económicas	A

A: evidencia alta.

Adaptada de: Nice L, Donner CI, Wouters E, Zuwallack R, et al. American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2006;173:1390-1413.

Tras observar los beneficios, avalados por la evidencia científica, que aporta la RR a la calidad de vida del paciente, la pregunta que surge es la de: ¿qué pacientes son candidatos a realizar dicha rehabilitación? o mejor dicho ¿qué pacientes pueden obtener un beneficio real de esta clase de tratamiento, sacando así el máximo rendimiento de la rehabilitación?.

No existen, como tal, unos criterios de inclusión que todos los profesionales deban seguir, sin embargo, profesionales de la salud dedicados durante toda su carrera al tratamiento de los pacientes con patología obstructiva crónica, y que además han estudiado la RR como método terapéutico útil, han descrito diferentes criterios de inclusión de pacientes en programas de rehabilitación⁽⁶⁾.

1. Disnea con limitación en: actividad física, actividad social, actividades de la vida cotidiana.
2. Ansiedad.
3. Pérdida de la independencia, medida con algún test sobre realización de ABVD (Test de Barthel).

Estos criterios, aunque útiles, son poco objetivos para poder prescribir correctamente un programa de RR por ello, la guía GOLD⁽³⁾ resalta la importancia de los síntomas y establece cuatro grupos (A-B-C-D) en base a las exacerbaciones, la percepción de disnea y la calidad de vida medida mediante el CAT, para establecer las necesidades de cuidado según el nivel. La guía delimita un punto de corte, recomendando asistir a programa de rehabilitación si CAT >10⁽³⁾, punto utilizado también para clasificar los diferentes grupos. La rehabilitación respiratoria, como puede inferirse de estas indicaciones, está indicada en cualquier paciente con enfermedad respiratoria crónica que, a pesar de realizar un

correcto tratamiento farmacológico convencional, tenga sintomatología. Por tanto, la indicación de entrenamiento en el paciente con EPOC no vendrá determinada por el grado de limitación de las pruebas de función pulmonar sino por la sintomatología.

En relación con el grado de limitación funcional, también está documentado el impacto de la rehabilitación en pacientes con diferentes grados evolutivos. Se ha demostrado que los pacientes con menor capacidad de ejercicio (valorada por la prueba de caminar durante 6 minutos) mejoraban más con un programa de ejercicio que sin él. La gravedad de la obstrucción bronquial, medida por la espirometría, no define el éxito o el fracaso de un programa de rehabilitación, ya que incluso los pacientes más afectados podrían obtener mayores beneficios⁽⁴⁾.

Al igual que existen unos criterios de inclusión, en todo programa de RR han de establecerse unos criterios de exclusión o de contraindicación de la RR, aunque estos se basan en contraindicar el componente de ejercicio, normalmente por imposibilidad de asociar la práctica deportiva a alguna condición patológica del paciente. Las contraindicaciones serían las siguientes⁽¹⁴⁾:

1. Rechazo por parte del paciente.
2. Comorbilidad que interfiera en la rehabilitación: enfermedades musculoesqueléticas, trastornos psiquiátricos.
3. Enfermedades graves no controladas con riesgo en el ejercicio: Hipertensión pulmonar grave, angor inestable, infarto reciente.
4. Enfermedades sistémicas no controladas o terminales: Neoplasias, enfermedades metabólicas.

Si bien es cierto que no existe ninguna contraindicación de carácter absoluto, las contraindicaciones nombradas anteriormente sirven para evitar posibles complicaciones relacionadas con sus patologías previas.

Una vez incluido dentro del programa de RR hay que realizar un estudio individualizado de cada paciente, para poder asignarles unos ejercicios, más o menos específicos, según su sintomatología y asignarles a su vez unas intensidades de acuerdo a su situación, de las que el paciente pueda beneficiarse y no empeoren su condición, ya que una práctica deportiva mal indicada puede empeorar la sintomatología previa del paciente^(13,14).

En la evaluación clínica es fundamental **objetivar la disnea**. La forma más sencilla es la escala visual analógica, que consiste en una línea vertical de 100 mm que conecta dos puntos que representan la ausencia de disnea y la disnea máxima. El paciente marca un punto en la línea que representa su disnea. La distancia hasta el punto de ausencia de disnea representa la intensidad de la misma^(1,4,15). Esta medición clínica es suficientemente reproducible y correlaciona con la función pulmonar y la fuerza muscular. Otras formas de medir la disnea son utilizar el índice de disnea basal y transicional de

Mahler y el empleo de los cuestionarios de calidad de vida, que son métodos más específicos pero de difícil utilización en la práctica clínica⁽¹⁾.

La radiografía de tórax debe realizarse, principalmente, para descartar complicaciones, lo mismo que el ECG, que nos informa de alteraciones cardíacas que pueden contraindicar parcial o totalmente un entrenamiento al ejercicio^(1,4).

La **función respiratoria** debe evaluarse con una espirometría con prueba broncodilatadora y una gasometría arterial^(1,4,15). Esta última puede ser sustituida por la medición de la saturación de oxígeno por medio de un pulsioxímetro. De todas formas, la gasometría informa sobre el gradiente de oxígeno que tiene un gran interés para evaluar la alteración de los intercambios gaseosos. La medición de las presiones máximas (PIM y PEM), técnica muy sencilla y poco costosa, es muy deseable ya que identifica a los pacientes que pueden necesitar un entrenamiento específico de músculos respiratorios^(1,4).

La situación física debe evaluarse por una de las **pruebas de esfuerzo** submáxima y máxima, de las que el test de 6 min(TM6M)^(15,16,17) es la más utilizada. Consiste en que el paciente ande durante 6 min en una zona (generalmente un pasillo) de la que conocemos los metros. Dado que existe un efecto aprendizaje en esta prueba, la misma debe repetirse inicialmente 3 veces para eliminar este factor de confusión^(15,16,17). La distancia recorrida es un dato importante de afección funcional y nos sirve también para valorar la eficacia de nuestro entrenamiento al ejercicio. Una distancia recorrida en 6 min inferior a 350 m indica una limitación al ejercicio importante^(16,17). Para que la mejoría del paciente pueda ser considerada con este test de marcha, el incremento en la distancia recorrida debe ser superior a 50 m. La prueba de marcha de 6 minutos corresponde a un ejercicio submáximo sostenible de alta intensidad^(16,17) que nos permite evaluar de forma global e integrada las diferentes funciones (cardíaca, respiratoria, transporte periférico de oxígeno, bioenergética muscular e integración neuromuscular) que determinan la capacidad aeróbica del paciente. Las variables que se manejan en la prueba de esfuerzo son:

- A. Frecuencia cardíaca y saturación de oxihemoglobina con pulsioxímetro al inicio y final de la prueba.
- B. Distancia caminada en metros.
- C. Síntomas: fundamentalmente la disnea (Escala de Borg).

La marcha de los 6 metros minutos es la prueba de esfuerzo fundamental por su reproducibilidad y por la utilidad de sus datos que no distan en absoluto de otras pruebas más complejas, si bien es cierto que sirve básicamente para la medición de esfuerzos en un régimen submáximo^(15,16,17). Cuando es necesario disponer de los datos de esfuerzos máximos en el paciente pueden utilizarse otras pruebas entre las que destaca la cicloergometría, la cual es una prueba de esfuerzo en regímenes incrementales, que nos permite determinar la capacidad máxima del paciente, teniendo en cuenta que la mayoría

de las veces nos quedaremos con los resultados obtenidos por la marcha de los 6 minutos por las ventajas de reproducibilidad en relación con sus fiables resultados^(15,16).

Dentro de la evaluación también debemos mirar otros aspectos⁽⁴⁾ como son:

- Episodios de descompensación: nº de ingresos, sobreinfecciones, tos crónica.
- Nivel de actividad funcional: laboral, social, habito deportivo, tabaquismo.
- Percepción de la CVRS: Mediante test de valoración EPOC(CAT), cuestionario control(SGQR), o cuestionario de enfermedad respiratoria crónica(CRDQ).
- Estado nutricional: peso, IMC, valoración musculoesquelética.
- Comorbilidades: Realizar Ecocardiografía si se considera necesaria.
- Definir la fuerza mediante la Repetición Máxima(RM): especialmente útil en el entrenamiento de fuerza.

Esta información nos permite señalar el nivel de ejercicio que debe realizar el paciente en su entrenamiento de los músculos de las extremidades inferiores. Una vez estudiado el paciente, debemos indicarle el tipo de programa de entrenamiento, la técnica a realizar y su evaluación posterior⁽⁴⁾.

El entrenamiento de los músculos inferiores se realiza a un porcentaje del ejercicio máximo, que conoceremos por la prueba de esfuerzo. Cuando se realiza de forma ambulatoria se suelen utilizar porcentajes alrededor del 60% obtenido en la prueba máxima⁽⁴⁾, controlando el entrenamiento con la frecuencia cardíaca monitorizada con pulsómetros. Si la prueba máxima no se ha realizado, se marca el nivel del ejercicio en función del porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima teórica, controlando el entrenamiento de la misma forma anterior⁽⁴⁾.

El entrenamiento de los músculos respiratorios se realiza con aparatos portátiles al 30% de la presión inspiratoria máxima que se ha medido en el laboratorio de exploración funcional. Se realizan dos sesiones diarias de 15 min⁽⁴⁾. Finalmente, si se precisa entrenar los músculos de las extremidades superiores se realizan los ejercicios con pesas o con una barra de la que cuelga un peso de un kg⁽⁴⁾.

A modo resumen la evaluación que se realiza en todo paciente que accede a un programa de RR consta de las siguientes etapas:

Evaluación de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica para rehabilitación respiratoria

Historia clínica y exploración clínica
Debe incluir escala de disnea y valoración nutricional
Radiografía de tórax. ECG
Espirometría con prueba broncodilatadora. Gases en sangre
Volúmenes pulmonares (opcional)
Presiones musculares (deseable)
Test de marcha de 6 min
Test de esfuerzo máximo incremental (deseable)

Adaptada de: Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med.2013; 188:e13-64.

El control del entrenamiento se debe realizar clínicamente con la valoración de la disnea de forma objetiva, una espirometría y un test de marcha de 6 min cada 3 meses^(1,4). Si se realiza entrenamiento de los músculos respiratorios, se miden las presiones inspiratorias y espiratorias máximas modificando el nivel de entrenamiento en función de las nuevas presiones^(1,4). Cuando el entrenamiento se realiza en medio hospitalario, el nivel de ejercicio se controla de forma más precisa usando la potencia realizada al umbral anaeróbico. El entrenamiento de los músculos respiratorios y de las extremidades superiores es similar al descrito anteriormente.

Fisioterapia respiratoria.

Para terminar de introducir los elementos de la RR, me gustaría destacar la importancia de uno de los componentes fundamentales que todo programa de RR debe contener. Este componente tan importante es la fisioterapia respiratoria, y podemos definirlo como una serie de técnicas que tienen como objetivos mejorar la ventilación, el intercambio de gases, la función de los músculos respiratorios, la disnea, la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud^(4,13). Esto puede conseguirse gracias a la optimización del trabajo de los músculos respiratorios y a la mejora de movilidad de la caja torácica^(4,13). La Fisioterapia Respiratoria engloba 3 grupos de técnicas dirigidas a:

- **Permeabilizar la vía aérea:** Es necesario conseguir una eliminación correcta de las secreciones mucosas que dificultan el intercambio de gases^(4,13). Esto se consigue mediante el entrenamiento de los músculos respiratorios con instrumentos como las válvulas threshold (Estos ejercicios se verán más en profundidad en el apartado “ejercicio de los músculos respiratorios”).
- **Fomentar la relajación:** Enseñarles a como lidiar con situaciones de estrés o pánico, que puedan provocar una hiperventilación del paciente^(4,13).
- **Reeducar el patrón ventilatorio:** Se trata de una parte fundamental de la fisioterapia, ya que los pacientes deben “aprender a respirar” a la hora de hacer esfuerzo. Es necesarios instruir a los pacientes en un correcto patrón ventilatorio, con el objetivo de evitar situaciones que pueden generar disnea en el paciente^(4,13).

Situación actual de la rehabilitación respiratoria.

A pesar de la evidencia que avala el uso de la RR, y sobretodo el uso de las diferentes modalidades de ejercicio que lo integran, debemos saber que solo algunos países de nuestro entorno incluyen expresamente en sus sistema de salud la RR como una prestación con financiación pública. Por otra parte, hay indicios de que incluso en países con mayor tradición la oferta de programas de RR muestra variaciones interterritoriales importantes y que, como consecuencia probable, solo una pequeña proporción de los pacientes que se benefician de la RR tienen acceso a ella. Por ejemplo, en el Reino Unido sólo entre el 40 y el 60% de los hospitales tienen algún programa de RR, de los cuales únicamente alrededor de la mitad reciben financiación pública⁽¹⁸⁾. En atención primaria la oferta de programas de RR no es bien conocida, pues depende de los Primary Care

Trusts, sin que exista una planificación centralizada. Un estudio reciente estima que sólo un 1,5% de los pacientes diagnosticados de EPOC tiene acceso a RR en el Reino Unido⁽¹⁸⁾. Estos resultados son semejantes a los obtenidos en Canadá, donde alrededor de un 40% de los hospitales ofrece RR, hay territorios donde no existe ningún programa de RR y se estima que sólo un 1,2%.

En EE.UU. la RR aún no tiene cobertura explícita por parte de los diferentes sistemas de financiación pública de la salud, a pesar de los esfuerzos de sociedades científicas y profesionales⁽¹⁹⁾. Actualmente está en curso una propuesta legislativa para su inclusión. Mejores perspectivas se observan en Francia, donde la RR está financiada por la seguridad social. Se realiza en algunos hospitales, en régimen de hospitalización total o parcial, de forma ambulatoria y, más raramente, a domicilio. A pesar de eso, el Ministerio de Salud y Solidaridad, en su programa de acciones dirigidas a la EPOC para el período 2005-2010⁽²⁰⁾, reconoce que la RR no está aún suficientemente extendida. En Italia la RR está reconocida como prestación ambulatoria. Se realiza tanto en instalaciones de hospitalización como extrahospitalarias, aunque existen considerables diferencias en la distribución territorial⁽²¹⁾.

En nuestro país, según nuestro conocimiento, hasta ahora sólo Andalucía, con el Decreto 137/2002 de Apoyo a las Familias Andaluzas, incluía específicamente la RR, tanto ambulatoria como domiciliaria, dentro de la cartera de servicios de atención primaria. Por otra parte, a partir del establecimiento, en el año 2000, del Concierto Marco para la Rehabilitación por parte del INSALUD (Carrasco CMR 2000), algunas comunidades autónomas habían venido concertando servicios de rehabilitación que incluyen la RR, tanto ambulatoria como domiciliaria⁽²²⁾.

En Cataluña la rehabilitación, tanto en el ámbito hospitalario como en el extrahospitalario, la hacen equipos multidisciplinares, que actúan bajo la responsabilidad de un médico rehabilitador. Dependen de hospitales de la Red Hospitalaria de Utilización Pública, de hospitales y servicios de rehabilitación de soporte a la atención primaria del Institut Català de la Salut, de empresas públicas y consorcios y de proveedores de servicios contratados específicamente para hacer rehabilitación⁽²³⁾.

Por tanto, tras lo expuesto, sabemos que la RR ha demostrado que disminuye la disnea, aumenta la capacidad de esfuerzo y, en definitiva, mejora la calidad de vida de los pacientes con EPOC y otras enfermedades respiratorias. Estos beneficios pueden obtenerse tanto si se realiza en el entorno hospitalario o en el ambulatorio. La evidencia disponible acerca de la eficacia y de los beneficios de la RR ha llevado a las sociedades científicas y profesionales a recomendarla, especialmente como parte del tratamiento de la EPOC. De hecho, el reciente consenso ATS/ERS recomienda facilitar la RR a todos los pacientes que la precisen⁽¹⁴⁾.

4.PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO.

La disfunción muscular se define como la incapacidad de un músculo para cumplir su cometido⁽²⁴⁾. La disfunción muscular es consecuencia del déficit en la fuerza, la resistencia o de ambas. El déficit o disfunción de los músculos periféricos(EESS Y EEII) y de los músculos respiratorios es frecuente en enfermedades respiratorias crónicas. Cuando empieza dicha disfunción muscular los pacientes pierden autonomía lo cual va mermando su calidad de vida de manera progresiva⁽²⁵⁾.

La EPOC es probablemente la enfermedad respiratoria en la que más se ha estudiado la disfunción muscular; así encontramos que hasta un tercio de los enfermos con EPOC, entre las fases precoces y las avanzadas, muestran una función deteriorada en sus extremidades(una disminución de la fuerza de hasta un 25% con respecto a sujetos control) ⁽²⁵⁾. En cuanto a la fuerza de los músculos respiratorios se ha observado que los pacientes con EPOC desarrollan una fuerza diafragmática que oscila entre el 20% y el 30% de la fuerza desarrollada por sujetos control⁽²⁶⁾. Otro dato interesante, que se obtiene de los distintos estudios observacionales que abordan esta temática, es que los pacientes con EPOC tienen disfunción muscular independientemente de la gravedad de su obstrucción(nivel de evidencia 1A)^(25,26).

Tanto a nivel periférico como a nivel de los músculos respiratorios existen diversos mecanismos y factores que han demostrado que intervienen en la disfunción muscular de pacientes EPOC, estos los dividimos de la siguiente manera.

Disfunción muscular periférica.

Entendiendo por musculatura periférica brazos y piernas. La EPOC como toda enfermedad crónica que invalida al paciente, tiene un efecto nocivo sobre las extremidades del paciente, especialmente sobre la extremidad inferior que es la que otorga movilidad y autonomía al paciente^(25,26). No es de extrañar, por tanto, que los programas de RR le otorguen gran importancia al ejercicio focalizado en EEII (sobre todo en cuádriceps), ya que es el que mayor beneficio aporta al paciente con rutinas de ejercicio constante.

Entre los factores etiológicos que pueden estar involucrados en la disfunción muscular periférica en la EPOC, encontramos los siguientes^(24,25): el humo del cigarrillo, las alteraciones genéticas y epigenéticas, los trastornos metabólicos incluidas las deficiencias de vitamina D y testosterona, los fármacos (corticoides), la presencia de comorbilidades, las exacerbaciones, la inflamación sistémica, la malnutrición, la inactividad física y el envejecimiento. Todos estos factores mantenidos en el tiempo suponen una alteración/destrucción de la musculatura periférica, que condiciona una gran disfunción muscular periférica^(24,25).

Los anteriores factores etiológicos ponen en marcha una serie de mecanismos biológicos, que son los encargados de dañar el músculo, estos mecanismos biológicos son los siguientes: las alteraciones estructurales, el estrés oxidativo, la hipoxia crónica, la hipercapnia, la acidosis y las alteraciones mitocondriales. Finalmente, también se ha demostrado que mecanismos como la proteólisis, la apoptosis, la autofagia y la epigenética están involucrados en la fisiopatología de la disfunción muscular periférica de dichos enfermos^(27,28).

Disfunción muscular respiratoria.

En este caso, la disfunción de los músculos respiratorios va a provocar alteraciones en la geometría de la caja torácica y sobrecarga mecánica de la misma, dificultando una correcta ventilación del paciente y mermando progresivamente su estado físico^(26,27). Este es el motivo principal de recomendar un entrenamiento de los músculos respiratorios.

Los mecanismos biológicos que tienen efecto deletéreo sobre los músculos respiratorios son muy semejantes a los que encontramos a nivel periférico, sin embargo, en estos músculos podemos encontrar una serie de mecanismos adaptativos que contrarrestarían estos efectos biológicos nocivos como son: acortamiento de la longitud de las sarcómeras, aumento del contenido en mioglobina, incremento de la densidad mitocondrial y mejorías en el potencial aeróbico del músculo^(24,27,28).

Una vez se ha demostrado como las enfermedades pulmonares, en concreto la EPOC, producen una disfunción de la masa muscular en diferentes localizaciones, toca evaluar la autonomía del paciente y su calidad de vida, para poder objetivar como afecta esta disfunción. La manera de evaluar al paciente EPOC se explicó detalladamente en la introducción, en donde se especificó el uso tanto de aparatos para medir la función respiratoria y la dinámica ventilatoria, como el uso de encuestas para valorar la autonomía y capacidad del paciente para realizar adecuadamente las tareas básicas de la vida diaria.

Podemos afirmar, basándonos en la evidencia más actual acerca de la rehabilitación respiratoria, que el entrenamiento muscular (componente fundamental de los programas de rehabilitación respiratoria), es eficaz para mejorar la tolerancia al ejercicio, la fuerza muscular, la disnea, la fatiga y la calidad de vida, siendo por ello una intervención terapéutica primordial para el abordaje de la disfunción muscular de los pacientes con EPOC^(24,29).

El ejercicio físico general debe estar dirigido tanto a mejorar la capacidad aeróbica como la disfunción muscular característica de la enfermedad⁽³⁰⁾. La elección del tipo de entrenamiento debe estar condicionada por las necesidades del paciente y los objetivos

planteados, pero también en gran medida por los recursos de que disponga el centro de rehabilitación^(30,31).

Antes de explicar los diferentes tipos de ejercicio muscular al que podemos someter a un paciente con EPOC hay que establecer un “dogma” acerca del músculo, que nos va a permitir dividir el entrenamiento en distintas modalidades. La evidencia nos dice, que los músculos de cualquier territorio poseen dos propiedades funcionales fundamentales: *la fuerza (expresión máxima de su capacidad de contracción) y la resistencia (capacidad de mantener en el tiempo un esfuerzo inferior al máximo)* (24,25,26).

La fuerza depende fundamentalmente de la masa muscular⁽²⁵⁾, mientras que la resistencia viene determinada por la capacidad aeróbica del músculo⁽²⁴⁾.

De esta manera al igual que el músculo tiene dos propiedades fundamentales como son la fuerza y la resistencia, el entrenamiento muscular de la EPOC también se divide en dos partes esenciales de todo programa de RR⁽³¹⁾:

- **El entrenamiento aeróbico o de resistencia (“endurance training”).**
- **El entrenamiento de Fuerza.**

Además de estos dos tipos de ejercicios fundamentales, existen una serie de ejercicios complementarios que ayudan a la mejora de la capacidad funcional del paciente, en este apartado encontraríamos ejercicios como: la estimulación eléctrica transcutánea, la estimulación electromagnética y el entrenamiento específico de los músculos respiratorios^(30,31).

A continuación, se van a exponer las distintas modalidades de ejercicio físico que mayor beneficio y utilidad han demostrado en el campo de la RR.

EJERCICIO AERÓBICO, EJERCICIO DE RESISTENCIA, O ENDURANCE TRAINING.

Los programas de RR deben incluir, excepto limitaciones evidentes del paciente, el entrenamiento aeróbico. *El entrenamiento aeróbico mejora la estructura y el componente metabólico del músculo*, lo cual es un factor esencial para trabajar la disfunción muscular típica de la EPOC⁽³²⁾. Por lo tanto, el entrenamiento aeróbico constituye el pilar central de la rehabilitación pulmonar^(30,31); además, no solo es útil para mejorar la función muscular, sino también por sus efectos beneficiosos sobre el sistema cardiovascular, la masa ósea, el grado de inflamación sistémica y el estado de ánimo de los pacientes ⁽³³⁾.

Es la modalidad de ejercicio más utilizada en RR, existiendo máxima evidencia para su recomendación^(24,29). El hecho de que el ejercicio aeróbico sea tan importante para la rehabilitación de la EPOC se debe: a que se trata de un esfuerzo submáximo que implica a grandes masas musculares y se mantiene durante un tiempo prolongado, mejorando así la musculatura periférica⁽³⁴⁾ (especialmente de extremidad inferior). Esto se traduce en un aumento de la resistencia muscular, con fenómenos adaptativos a nivel de la bioenergética del cuádriceps, lo cual se traduce en una mayor función del cuádriceps, una mayor autonomía (movilidad) y una mejora más que evidente de la calidad de vida⁽³⁴⁾. La intensidad del entrenamiento aeróbico también es muy importante en la prescripción del

ejercicio terapéutico. La evidencia científica nos demuestra, que entrenamientos de altas intensidades son más efectivos que los de baja intensidad^(4,35), aunque ambos son beneficiosos; por ello, se recomienda una *intensidad de trabajo que oscila entre el 60% y el 80% de la capacidad de esfuerzo máxima*, evaluada previamente mediante una prueba de esfuerzo cardiopulmonar^(4,30,31).

El ejercicio aeróbico deberá realizarse un mínimo de 8 semanas para conseguir un beneficio sustancial, y doce semanas como duración óptima^(29,35). Programas de ejercicios más prolongados pueden conseguir efectos mayores y más duraderos sobre todo en los índices de calidad de vida⁽³⁵⁾.

Tras lo expuesto podemos resumir un planning de entrenamiento aeróbico tal y como queda reflejado en la siguiente tabla:

Entrenamiento aeróbico / resistencia	
Objetivo	Mejorar la capacidad aeróbica Mejorar la función musculatura periférica
Frecuencia	3-4 días / semana
Modo	20-30 min
Intensidad	60-80% de la WR_{max}
Duración	8-12 semanas

Adaptada de: Güell Rous MR, Díaz Lobato S, Rodríguez Trigo G, Morante Vélez F, San Miguel M, Cejudo P, et al. Pulmonary rehabilitation. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Arch Bronconeumol. 2014;50(8):332-44.

Tras analizar varias guías clínicas y artículos acerca de rehabilitación la mayoría coinciden en las formas metodológicas del entrenamiento aeróbico. Las formas más utilizadas y recomendadas en el entrenamiento aeróbico son^(4,36):

- Tapiz rodante.
- Cicloergómetro.

Ambos comparten las propiedades de duración, frecuencia e intensidad durante el entrenamiento⁽³⁶⁾. Tanto en el caso del tapiz rodante como del cicloergómetro, recordemos que hemos de establecer previamente mediante una prueba de esfuerzo los niveles máximo/submáximo que de normal se establece con la prueba de marcha de los 6 minutos⁽³⁶⁾.

Una vez obtenidos los metros alcanzados se hace la siguiente ecuación: $(\text{Metros} \cdot 10) / 1000 (\text{Km/Hora})$. Para obtener de esta manera la velocidad media. Una vez tengamos la velocidad media calculamos el 80% que es la intensidad recomendada en RR^(37,38).

1. Tapiz Rodante.

Se denomina como tapiz rodante a una plataforma móvil con velocidad y pendientes regulables, que permite al paciente andar o correr sobre dicha plataforma dependiendo siempre del nivel de intensidad que se desee aplicar, de manera individualizada, al programa de rehabilitación^(4,38).

En el ejercicio realizado en tapiz rodante se consigue movilizar una gran masa muscular, es decir se involucran grandes grupos musculares, lo que permite alcanzar grandes valores de consumo de oxígeno. De esta manera aumentamos la resistencia cardiorrespiratoria y sobre todo supone un entrenamiento, de resistencia y fuerza, a niveles submáximos de las extremidades inferiores. Se consigue con este entrenamiento mejorar la ventilación, la fuerza y la capacidad aeróbica del paciente EPOC, lo cual ya supone una ganancia sustancial en la autonomía del paciente⁽³⁸⁾.

2. Cicloergómetro.

El cicloergómetro consiste en una bicicleta estática donde la resistencia que ofrece se desarrolla por fricción mecánica, eléctrica, por aire, o por fluido hidráulico. La carga de trabajo realizada por el paciente se expresa en este caso en Watios (W), en este ejercicio la carga de trabajo se establecerá entorno al 60% de la carga absoluta desarrollada en la prueba de esfuerzo previa⁽³⁸⁾. De esta manera la potencia elegida dependerá de la condición física del sujeto evaluado⁽³⁸⁾.

Este sistema destaca por la estabilidad que le proporciona al paciente, el poco espacio que ocupa y el control de la carga. Sin embargo, requiere de una mayor cooperación por parte del sujeto para que no cambie la velocidad de trabajo⁽³⁸⁾.

Al igual que el tapiz rodante se consigue mejorar la resistencia cardiorrespiratoria, la capacidad aeróbica y la fuerza de los miembros inferiores⁽³⁸⁾.

3.Otras modalidades de ejercicio aeróbico.

El entrenamiento con cicloergómetro o en tapiz rodante son los ejemplos de ejercicio aeróbico más aplicados en RR, sobre todo en los programas de ámbito hospitalario y régimen ambulatorio. Existen otras modalidades de ejercicio aeróbico, como: caminar al aire libre, nadar, bailar, marcha nórdica con bastones, etc, que permiten prescribir ejercicio al paciente en caso de que no pueda acudir a un centro especializado^(4,29). En estudios recientes, las modalidades que incluyen caminar han demostrado ser las más adecuadas si el objetivo es mejorar la capacidad de resistencia en la marcha^(4,29).

Algunos de estos modos de ejercicio aeróbico tienen la ventaja de que se pueden practicar fácilmente fuera de una unidad hospitalaria de RR, en el entorno domiciliario del paciente, por lo que son muy recomendables para la fase de mantenimiento de los programas y para los protocolos exclusivamente domiciliarios⁽³⁹⁾.

Entrenamiento continuo versus entrenamiento interválico.

Dentro de este apartado de ejercicio de resistencia, debemos hacer especial hincapié en el modo de entrenamiento interválico, ya que se trata de una novedad dentro del entrenamiento aeróbico en la RR. El entrenamiento interválico se trata de una modificación del entrenamiento aeróbico estándar (continuo), en el que se realizaba el ejercicio sin pausas en ningún momento. En el entrenamiento interválico, periodos cortos (de uno o 2 minutos de duración) de ejercicio de alta intensidad (80-120% de la capacidad máxima) se alternan de forma regular con periodos de igual duración de descanso o de trabajo a menor intensidad^(4,40). De este modo, los pacientes alcanzan niveles altos de esfuerzo pero con menor disnea y fatiga, obteniéndose beneficios equivalentes a los del entrenamiento aeróbico clásico⁽⁴⁰⁾.

Si bien el entrenamiento de mayor intensidad produce mayores ganancias en la capacidad de ejercicio⁽⁴⁰⁾, en comparación con el ejercicio de menor intensidad, muchos pacientes con EPOC no pueden mantener una carga de alta intensidad (de manera continua) durante el entrenamiento específico, debido a síntomas intolerables. Por ello existe un interés creciente en estrategias, como el entrenamiento por intervalos, que pueden proporcionar una carga de entrenamiento tolerable mientras se mantiene un estímulo lo más intenso posible⁽⁴⁰⁾.

Durante mucho tiempo se ha demostrado que los protocolos de entrenamiento de intervalos, de series repetidas de ejercicio de alta intensidad intercalados con períodos de recuperación, son útiles para mejorar el rendimiento de resistencia y mejorar las variables fisiológicas correspondientes en deportistas aficionados y de élite⁽⁴¹⁾. El entrenamiento a intervalos también ha sido utilizado en personas con insuficiencia cardíaca crónica, ya que

se ha sugerido que produce efectos cardiovasculares más favorables en comparación con el ejercicio continuo tradicional en estos pacientes⁽⁴²⁾.

En individuos con EPOC, se propone que el ejercicio a intervalos puede aumentar la tolerancia para el trabajo de alta intensidad a través de períodos de recuperación que faciliten una disminución en el volumen pulmonar espiratorio final, así como una reducción en los productos metabólicos del músculo en funcionamiento que estimulan la ventilación⁽⁴³⁾.

Este tipo de entrenamiento podría suponer una revolución absoluta dentro del campo de la RR, pero había poca evidencia al respecto y los ensayos clínicos realizados sobre este tema no arrojaban mucha información.

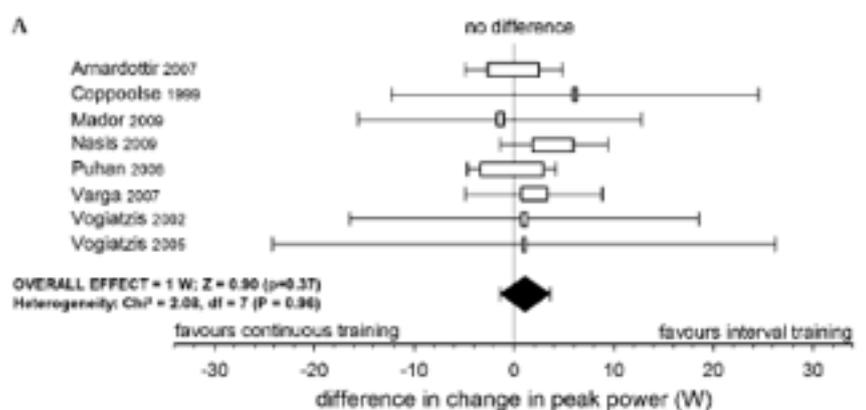
En 2010 aparece el artículo:

Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease a systematic review. Thorax. 2010 Feb;65(2):157-64. El objetivo principal de esta revisión sistemática fue comparar los efectos del interválico versus el entrenamiento continuo sobre las variables de: consumo máximo de oxígeno, la potencia máxima, la distancia de prueba de caminata de 6 minutos (6MWT) y la calidad de vida relacionada con la salud en individuos con EPOC⁽⁴⁰⁾.

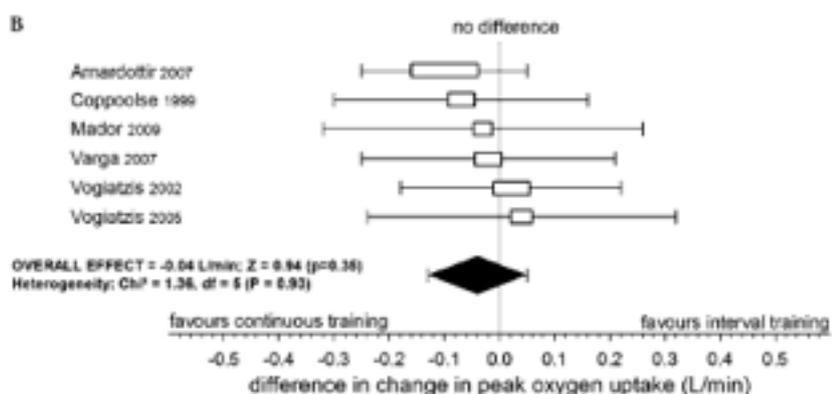
En este estudio se identificaron 8 ensayos controlados aleatorios que comparaban los efectos del entrenamiento de intervalos versus entrenamiento continuo en pacientes con EPOC. A continuación se exponen detalladamente los resultados obtenidos en cada una de las variables evaluadas.

La revisión representa la importancia de cada estudio según el tamaño del rectángulo que se le asigna, así mismo establece un valor medio en cada variable (con forma de rombo) a partir del cual se infiere si dicha variable es favorecida por el ejercicio continuo o por el ejercicio interválico:

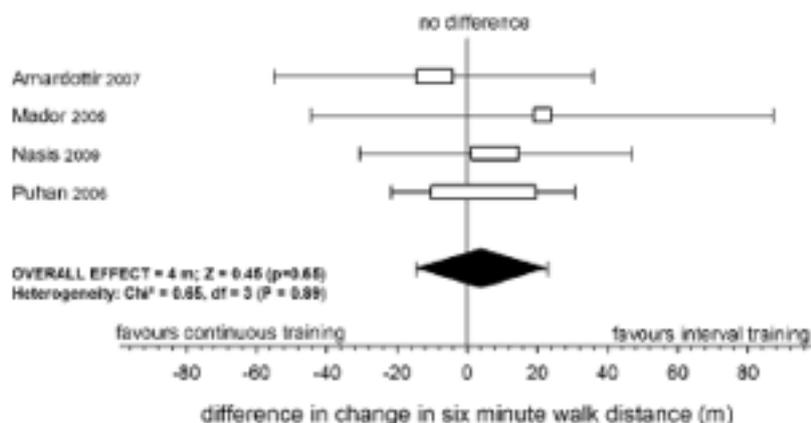
1. Diferencia de pico máximo de intensidad: Las diferencias entre ambas modalidades son mínimas consiguiendo picos máximos de intensidad muy parecidos entre ambas modalidades⁽⁴⁰⁾.



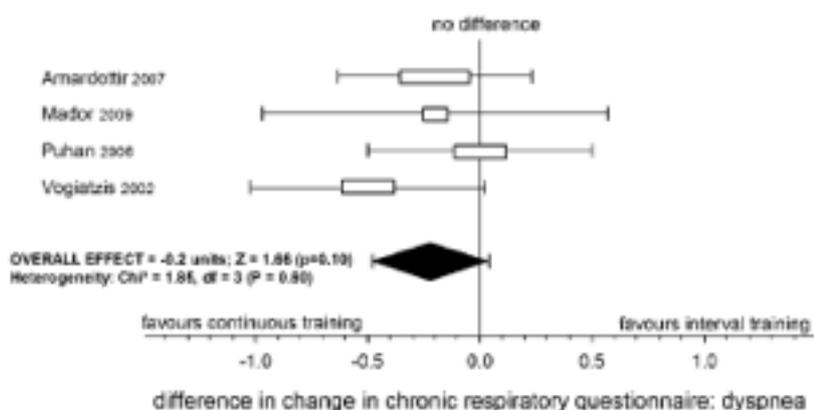
2.Diferencia de consumo máximo de oxígeno: Se pudo observar que existía un consumo de oxígeno ligeramente mas elevado en aquellos pacientes sometidos a un régimen de entrenamiento continuo⁽⁴⁰⁾.



3.Diferencia en la distancia recorrida en el 6MWT: Este apartado solo fue evaluado en 4 de los 8 estudios, de estos 4 el de Puhan es al que mas importancia le otorga el estudio. La conclusión es que la distancia recorrida es prácticamente la misma para los pacientes en régimen continuo e interválico⁽⁴⁰⁾.



4.Diferencia en la disnea percibida: Este apartado se basaba en los cuestionarios que se realizaban a los pacientes al final de su entrenamiento, en este caso se comparó como sentían los pacientes su disnea después del ejercicio de manera que en este caso claramente hay una mejora subjetiva de la disnea en el entrenamiento continuo⁽⁴⁰⁾.



Los 4 graficos han sido extraidos de: *Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease a systematic review. Thorax 2010; 65:157-64.*

Finalmente los resultados del estudio concluyeron en que no había diferencias entre el entrenamiento continuo e interválico, en lo que se refiere a mejora de la capacidad de ejercicio y mejora de la calidad de vida en pacientes con EPOC⁽⁴⁰⁾.

A su vez, también se determinó que el entrenamiento en intervalos es uno de los mejores tratamientos para la disfunción muscular y el restablecimiento de la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC más graves que presentan, entre otras características, una fuerte intolerancia al ejercicio con un patrón continuo⁽⁴⁰⁾. Así pues el entrenamiento de intervalos se convierte en una herramienta muy útil para combatir la EPOC ya que nos permite dar los máximos beneficios del ejercicio aeróbico a aquellos pacientes que eran “intolerantes al entrenamiento continuo”⁽⁴⁰⁾.

Los criterios para asignar un tipo de ejercicio u otro va a depender totalmente del paciente (especialmente de su tolerancia a regímenes de ejercicio continuos), de manera que el entrenamiento interválico se destina a un grupo muy concreto de pacientes (EPOC graves principalmente) que presentan las siguientes características⁽⁴⁰⁾

- Una obstrucción grave al flujo aéreo definida por un FEV1 < 40%.
- Una capacidad de trabajo baja (por debajo del 60%).
- Capacidad de tiempo trabajado por debajo de 10 minutos.
- Aparición de disnea intolerable por el paciente durante el trabajo continuo de resistencia.

Estamos ante un avance muy importante dentro del campo de la rehabilitación que va a permitir usar el ejercicio físico en pacientes con enfermedades crónicas (no solo EPOC), en estadios graves, garantizándoles todos los beneficios del ejercicio mejorando su autonomía y su calidad de vida. A la definitiva, estamos ante un avance que va a acercar los beneficios del ejercicio a todo paciente que lo necesite, independientemente del estadio de su enfermedad.

EJERCICIO DE FUERZA O DE FOTALECIMIENTO.

El entrenamiento de fuerza o de fortalecimiento muscular es un entrenamiento específico potencialmente capaz de aumentar la fuerza y la masa muscular más que el entrenamiento aeróbico clásico ⁽⁴⁴⁾.

Los programas actuales de RR, coinciden en usar de manera combinada el entrenamiento de fuerza con el entrenamiento general aeróbico, consiguiendo de esta manera incrementos adicionales en la fuerza muscular periférica, mejorando sustancialmente la capacidad funcional del paciente^(4,29,38).

De una manera general los entrenamientos de fuerza se basan en el levantamiento de peso, vencer una resistencia aplicada sobre un grupo muscular, específicos para extremidades inferiores(EEl) y para extremidades superiores(EESS). Estos ejercicios se realizan en condiciones ideales con aparatos gimnásticos con cargas elevadas equivalentes al 70-85% del peso máximo que se puede movilizar en una única maniobra previa (o prueba de esfuerzo máxima), normalmente con pocas repeticiones, en dos o tres sesiones por semana durante 8 o 12 semanas mínimo^(4,38,39).

El fundamento de este tipo de entrenamiento se basa por tanto, en sobrecargar grandes grupos musculares de ambas extremidades, consiguiendo de esta manera incrementar objetivamente la fuerza y la resistencia musculares^(36,44), lo cual va a traducirse como una mejora importante en la capacidad funcional del paciente, que al tiempo se ve levantando cargas que antes no podía y que personalmente se encuentra más confiado para realizar ejercicios que antes le resultaban impensables.

Entrenamiento de fuerza
Sobrecargar grandes masas musculares de MMSS y MMII Incrementar fuerza y resistencia musculares
2-3 días / semana
2-4 series de 6-12 repeticiones
70-85% del una repetición máxima
8-12 semanas

Adaptada de: Güell Rous MR, Díaz Lobato S, Rodríguez Trigo G, Morante Vélez F, San Miguel M, Cejudo P, et al. Pulmonary rehabilitation. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Arch Bronconeumol. 2014;50(8):332-44.

1. Entrenamiento de fuerza en EEII.

Para mejorar la fuerza de las extremidades vamos a incorporar “cargas externas”, que obliguen a los músculos del paciente a vencer dicha resistencia, provocando un aumento de la masa muscular del paciente lo cual va a mejorar sustancialmente la función de las extremidades inferiores^(29,39,45).

El aparato al que más se recurre en los programas de RR es el “banco de colson”^(29,38,45). En este aparato el paciente permanece sentado durante todo el ejercicio de manera que se le pone un peso (regulable) en el dorso de los pies, el cual debe superar mediante la extensión de sus dos piernas. Se inicia el trabajo con cargas mínimas en el banco de pierna. Progresivamente se realiza el trabajo con un intensidad 40%- 80% de la carga máxima tolerada^(4,38). Suelen manejarse unas cargas de entre 2-3 kg, pudiendo llegar hasta 5 kg en algunas ocasiones. El banco de colson es el ejercicio idóneo para estos pacientes, porque con un sencillo movimiento (extensión) se consigue fortalecer un grupo amplio de músculos entre los que destacan el cuádriceps e isquiotibiales^(29,39).

El banco muscular es muy útil para fortalecer específicamente la extremidad inferior, pero no mejora el equilibrio del paciente de manera ya que el ejercicio se realiza sentado. Otro problema que nos supone este banco es la disponibilidad del mismo, ya que supone un alto coste económico y de espacio como para tenerlo en un régimen domiciliario, con lo cual se presupone como un ejercicio realizable a nivel hospitalario o ambulatorio.

Otros ejercicios que podemos practicar para fortalecer la extremidad inferior, que no requieren peso (en caso de intolerancia del paciente a levantar peso) son: las “sentadillas” o “squats”(además este ejercicio mejora el equilibrio del paciente), la elevación alterna de piernas (en este caso podemos acoplar pesos en los tobillos del paciente para mejorar el fortalecimiento), ejercicios de extensión de rodillas y tobillos también resultan interesantes para fortalecer la extremidad inferior^(4,38,45). Estos ejercicios además pueden ser realizados en un ámbito más domiciliario.

En este apartado no debemos olvidar que ejercicios como el cicloergómetro que incluimos en la sección de entrenamiento aeróbico además de mejorar la resistencia del músculo también supone un incremento de la fuerza de la extremidad inferior.

2. Entrenamiento de fuerza en EESS.

El entrenamiento de los músculos de las extremidades superiores se realiza también con cargas externas, mediante el uso de mancuernas. En esta modalidad vamos a mejorar la musculatura del hombro, brazo y antebrazo, e incluso musculatura accesoria del brazo como el pectoral mayor o el dorsal ancho^(4,39). Se comienza con 0,5 Kg en cada brazo y se incrementa el peso según la tolerancia que vaya mostrando cada paciente a lo largo del

entrenamiento^(4,38,39). Algunos ejemplos se ejercicio de EESS son: curl de bíceps, extensión de brazo con peso, arnold press, curl de tríceps^(36,38,45), etc.

El objetivo de este entrenamiento es disminuir la disnea en las ABVD (afeitarse, lavarse los dientes, colocar un objeto en un estante...) y disminuir, por tanto, el aumento de la actividad que ocasiona la disnea en: diafragma, esternocleídomastoideo, intercostales y abdominales al realizar dichas actividades⁽⁴⁶⁾.

Estos ejercicios también pueden incluir el uso de otros materiales que sustituyan a las mancuernas, en caso de que el paciente no pueda levantar peso. Como es el caso de las bandas elásticas, que permiten vencer una resistencia (como hacíamos con las mancuernas) fortaleciendo igualmente los mismos grupos musculares que con las mancuernas^(36,38,45).

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA INTENSIDAD DEL EJERCICIO.

El paciente EPOC presenta un problema de base a la hora de hacer ejercicio, y es que estos pacientes tienen una marcada tendencia a la hiperinsuflación, es decir, debido a los cambios anatomofisiológicos propios de la EPOC, los pacientes tienden a retener grandes volúmenes de aire no intercambiable que les lleva a una situación de disnea y de hipercapnia, que puede comprometer sus vidas, y que por supuesto puede impedirles realizar correctamente su rutina de ejercicios. En este apartado vamos a indagar en “suplementos” que se utilizan dentro de la rehabilitación, para ayudar a los pacientes a ejercitarse. Las dos modalidades de ejercicio(resistencia y fuerza) se pueden ver favorecidas, en términos de aumento de intensidad, con dos sencillas intervenciones(sobre los pacientes) que les van a permitir alcanzar niveles mas altos de intensidad^(4,47).

Las siguientes intervenciones son las mas utilizadas en rehabilitación, y su objetivo es mejorar el flujo de aire y por tanto a aumentar la disponibilidad de oxígeno en el paciente⁽⁴⁷⁾, es decir, van a tratar de disminuir el atrapamiento aéreo característico de la EPOC.

1.Reducción del trabajo ventilatorio: Intervenciones tales como, una óptima terapia broncodilatadora que permita mayores niveles de ventilación, o una disminución del requerimiento ventilatorio en un determinado nivel de ejercicio, pueden permitir un incremento de la intensidad del entrenamiento. Esto puede mejorar los resultados del mismo especialmente en pacientes con FEV1 < 50% (etapas III y IV de GOLD) ^(48,49).

2.Uso de oxígeno suplementario: El uso de oxígeno suplementario reduce el requerimiento ventilatorio para un mismo nivel de trabajo, aumentando la capacidad de ejercicio máximo aún en sujetos sin hipoxemia. El oxígeno aumenta la tolerancia al ejercicio, disminuyendo la disnea y la demanda ventilatoria, reduciendo además el grado de limitación del flujo espiratorio y por consiguiente disminuye la hiperinsuflación^(48,49).

El uso de oxígeno es una intervención muy importante que se ha propuesto para pacientes que sufren hipoxemia intensa durante la práctica deportiva. Es decir, el uso de oxígeno es obligado para aquellos pacientes que presentan una saturación de oxígeno inferior al 90%. Los beneficios del uso de oxígeno^(48,49,50) se relacionan con:

- Disminuye la presión arterial pulmonar.
- Mejora la función del ventrículo.
- Evita la hipoxemia durante el ejercicio.
- Disminuye la disnea.
- Disminuye los niveles de lactato sérico durante el ejercicio.
- Disminuye el trabajo diafragmático y reduce su fatiga.
- Aumenta la resistencia y capacidad de realizar ejercicio.

3. Uso del Heliox suplementario: El Heliox es un compuesto a base de Helio y oxígeno, que lleva prescribiéndose desde los años 30 para diferentes patologías, y que en los últimos años se ha visto su efectividad dentro de la rehabilitación respiratoria. El uso de helio en pacientes EPOC, hiperinsufladores y no hiperinsufladores, mejora la disponibilidad de oxígeno por parte de la musculatura periférica, mejorando considerablemente el rendimiento de los pacientes. El efecto que tiene el helio sobre los pacientes es el siguiente:

- **Heliox en hiperinsufladores:** A nivel respiratorio disminuye el volumen de la caja torácica y evita la hiperactividad diafragmática típica de la disnea. A nivel circulatorio mejora la oxigenación de la sangre arterial y aumenta el flujo sanguíneo de los cuádriceps, esto se traduce en una mejor función de los cuádriceps y en un mayor rendimiento durante el ejercicio.
- **Heliox en no hiperinsufladores:** El heliox también puede ser una buena alternativa para pacientes EPOC y no EPOC, que no sufren el problema de una grave hiperinsuflación, y que simplemente necesitan mejorar su rendimiento para alcanzar la intensidad necesaria que les beneficie. En este caso el heliox mejora la circulación sanguínea así como la oxigenación del cuádriceps, aunque en este caso la concentración de oxígeno arterial no varía tanto como en los hiperinsufladores.

Tanto el uso de oxígeno como el de Heliox se destina a pacientes que desaturan ($SpO_2 \leq 88\%$ o $PaO_2 < 55$ mmHg) durante la práctica del ejercicio físico y que presentan una grave disnea a los cuales hacer ejercicio les supone un riesgo más que un beneficio. El uso de uno u otro dependerá de las posibilidades de cada centro y de las preferencias de cada paciente.

El uso de suplementos es una de las estrategias fundamentales que nos permiten acercar la práctica del ejercicio a todos los pacientes con EPOC, ya que no debemos olvidar que una cosa es prescribir una serie de ejercicios y otra muy diferente es poder realizarlos.

EJERCICIO DE MUSCULOS RESPIRATORIOS.

En un plan de RR podemos incluir, además del ejercicio de resistencia y el de fuerza, el entrenamiento específico de músculos respiratorios. En pacientes EPOC se ha demostrado que el entrenamiento muscular inspiratorio mejora la fuerza y las resistencias musculares, con beneficios en la disnea, en la capacidad funcional y en la calidad de vida^(52,53).

En general el entrenamiento respiratorio podemos dividirlo en dos modalidades que en un plan de RR quedarían establecidas de la siguiente manera:

1. Entrenamiento de los músculos inspiratorios. Se inicia con una carga máxima del 30% de la presión inspiratoria máxima (PIM). Para ello es necesario un dispositivo que impone una carga/resistencia durante la inspiración, normalmente se utilizan las válvulas Threshold: Este dispositivo incorpora una válvula unidireccional, independiente del flujo, para garantizar una resistencia constante, e incluye un ajuste de presión específico (en cm H₂O) que el médico puede ajustar^(4,52,53). Cuando el paciente inhala a través del dispositivo Threshold, una válvula accionada por resorte ofrece una resistencia que ejercita los músculos respiratorios^(52,53).

Si no se dispone de este dispositivo también pueden usarse los incentivadores inspiratorios⁽³⁹⁾.

2. Entrenamiento de los músculos espiratorios. Se inicia con una carga equivalente al 15% de la presión espiratoria máxima que se incrementa progresivamente hasta alcanzar el 60%. Se utiliza el espirómetro de incentivo^(52,53).

Los objetivos de este tipo de entrenamiento podríamos resumirlos en:

- Elevar el umbral de fatiga.
- Reducir la sensación de disnea.
- Atenuar el desarrollo de hiperinsuflación dinámica durante el ejercicio.

5. REFLEXIÓN FINAL.

La EPOC supone un importante problema de salud pública, tanto por su creciente morbi-mortalidad, como por el importante gasto público que esto supone. Las previsiones de la OMS son que en los próximos 10 años haya un aumento en la prevalencia de esta enfermedad, suponiendo la causa del 7,8% de las muertes a nivel mundial.

La base del tratamiento de esta patología sigue siendo el uso de un correcto patrón farmacológico adecuado a la gravedad de la enfermedad, sin embargo, este tratamiento se nos antoja ciertamente insuficiente, ya que se trata de un tratamiento sintomático, de manera que los síntomas de estos pacientes van a seguir empeorando y mermando la calidad de vida de los pacientes.

Es aquí donde entra la rehabilitación respiratoria y por supuesto el componente que hemos analizado con detalle, el ejercicio físico adaptado. La evidencia científica nos demuestra que el ejercicio físico mejora la autonomía del paciente, permitiéndole desenvolverse correctamente dentro de su espectro social. Esta autonomía supone además un estímulo psicológico necesario, para que el paciente afronte el día a día con las adversidades que presentan esta enfermedad crónica, es decir, disminuye no solo la morbilidad física sino que también disminuye la morbilidad psiquiátrica de estos pacientes.

Todo plan de RR debe combinar dos tipos de ejercicios básicos, a no ser que se haya una causa evidente que lo impida. Estas modalidades de ejercicio son: el ejercicio aeróbico y el ejercicio de fuerza, ambas modalidades permiten al paciente experimentar una ganancia objetiva de la función de sus EEII y de sus EESS, esto se consigue gracias a la acción directa y específica que estos ejercicios aplican sobre la disfunción muscular característica de la EPOC. Todo esto se traduce en una mejora de la autonomía y de la calidad de vida, así mismo supone una disminución de la sintomatología y de las reagudizaciones posteriores de la EPOC.

La rehabilitación no mejora de manera sustancial la supervivencia de un paciente EPOC, pero innegablemente le permite mejorar su calidad de vida, especialmente durante sus últimos años de vida, cuando más se agravan los síntomas.

Es por todo esto que los programas de rehabilitación van ganando cierto sitio en el tratamiento habitual de los pacientes, a pesar de que su uso no está tan universalmente extendido como los fármacos. Es cierto que se trata de un enfoque multidisciplinar y que requiere al principio de varios profesionales y de la adquisición de distintos materiales, pero a la definitiva supone un ahorro en recursos farmacológicos y de atención hospitalaria, ya que disminuimos los síntomas, las exacerbaciones y por tanto disminuyen sus correspondientes hospitalizaciones.

Los estudios llevados a cabo en el ámbito de la rehabilitación y de la neumología han permitido difundir el uso de programas de rehabilitación respiratoria, ya que su eficacia ha sido avalada por la evidencia científica. Sin embargo, sigue siendo un recurso infravalorado y poco utilizado en relación a su eficacia.

Se necesita, por tanto, seguir investigando para poder garantizar el acceso a un programa de rehabilitación a todo paciente que lo requiera, ya que una de nuestras labores como sanitarios, es poder garantizarle a todo paciente que padece una enfermedad crónica una vida digna durante el proceso de su enfermedad.

6.BIBLIOGRAFÍA.

- 1.Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, Anzueto A, Barnes PJ, Bourbeau J, et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease 2017 Report: GOLD Executive Summary. *Respirology*. 2017;22(3):575–601.
- 2.Miravittles M, Soler-Cataluña JJ, Calle M, Molina J, Almagro P, Quintano JA, et al. A new approach to grading and treating COPD based on clinical phenotypes: Summary of the Spanish COPD guidelines (GesEPOC). *Prim Care Respir J*. 2013;22(1):117–21.
- 3.Global Initiative for chronic obstructive Lung Disease(GOLD) [Internet].Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2020 [citado 10 de Abril de 2020]. Disponible en: www.goldcopd.com.
- 4.Frontera W, Silver J, Rizzo T. *Essentials Of Physical Medicine And Rehabilitation*. 4ª ed. Philadelphia:Elsevier Health Sciences;2018.p860-875.
- 5.Dennis L. Kasper, Anthony S. Fauci, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo, J.Enfermedad Pulmonar Obstructiva Cronica.En: *Harrison Manual de Medicina Interna*.19ª.ed.Mexico D.F.:McGRAW-Hill;2017.p1700-1708.
- 6.Álvarez M del MR, Bron D, Márquez LCH, Torres AA, Misterio JM. Novedades en la clasificación, diagnóstico y tratamiento de la EPOC. *FMC Form Medica Contin en Aten Primaria*. 2019;26(10):532–47.
- 7.Marín J. Viejos y nuevos criterios para clasificar la EPOC. *Arch Bronconeumol*. 2004;40(Supl.6):9–15.
- 8.Barbera JA, Peces-Barba G, Agusti AG, Izquierdo JL, Monso E, Montemayor T, et al. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol*. 2001; 37(6): 297-316.
- 9.Enfermedad Pulmonar Obstructiva Cronica(EPOC) [Internet].World Health Organization 2020 [citado 10 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/respiratory/copd/es/>
- 10.Sobradillo V, Miravittles M, Jiménez CA, Gabriel R, Viejo JL, Masa JF, et al. Estudio IBERPOC en España: Prevalencia de síntomas respiratorios habituales y de limitación crónica al flujo aéreo. *Arch Bronconeumol*. 1999;35(4):159–66.
- 11.Ancochea J, Badiola C, Duran-Tauleria E, Garcia Rio F, Miravittles M, Muñoz L, et al. Estudio EPI-SCAN: resumen del protocolo de un estudio para estimar la prevalencia de EPOC en personas de 40 a 80 años en España. *Arch Bronconeumol*. 2009;45(1):41–7.

12. Miravittles M, Soler-Cataluña J, Calle M, Molina J, Almagro P, Quintano J et al. Guía Española de la EPOC (GesEPOC). Tratamiento farmacológico de la EPOC estable. Archivos de Bronconeumología. 2012;48(7):247-57.
13. Güell Rous MR, Luis Díez Betoret J, Sanchis Aldás J. Rehabilitación respiratoria y fisioterapia respiratoria. Un buen momento para su impulso. Arch Bronconeumol. 2008;44(1):35–40.
14. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American thoracic society/European respiratory society statement on pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2006;173(12):1390–413.
15. Prunera-Pardell M, Padín-López S, Domenech-del Rio A, Godoy-Ramírez A. Efectividad de un programa de rehabilitación respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Enfermería Clínica. 2018;28(1):5-12.
16. Cote CG, Pinto-Plata V, Kasprzyk K, Dordelly LJ, Celli BR. The 6-min walk distance, peak oxygen uptake, and mortality in COPD. Chest. 2007;132(6):1778–85.
17. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, Mayer A, Barbera JA, Rodriguez-Roisin R, et al. Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. Chest. 2005;128:55-61.
18. Yohannes AM, Connolly MJ. Pulmonary rehabilitation programmes in the UK: A national representative survey. Clin Rehabil. 2004;18(4):444–9.
19. American Association for Respiratory Care - AARC [Internet]. AARC 2020 [citado 10 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.aarc.org/>
20. Laurendeau C, Chouaid C, Roche N, Terrioux P, Gourmelen J, Detournay B. Prévalence et coûts de la broncho-pneumopathie chronique obstructive en France en 2011. Revue des Maladies Respiratoires. 2014;31:A37.
21. Rapporto “Riabilitazione 2003” Dipartimento della Qualità. Direzione Generale del Sistema Informativo [Internet]. Ministero della Salute [accedido 04 de mayo de 2020]. Disponible en: http://www.ministerosalute.it/imgs/C_17_publicazioni_456_allegato.pdf.
22. Garcia J, Aldana J, Leon M. Cartera de servicios de atención primaria [Internet]. Servicio andaluz de salud; 2008 [citado 8 de abril de 2020]. Disponible en: http://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/distritos/djaenweb_distrito/pdf/carteraservicios/CarteraServicios2008.pdf.

23. Inglés Novell M. La cartera de servicios de Fisioterapia en atención primaria en España. *Fisioterapia*. 2012;34(4):137-139.
24. Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigaíe R, et al. An official American thoracic society/european respiratory society statement: Update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(9):15–62.
25. Seymour JM, Spruit MA, Hopkinson NS, Natanek SA, Man WDC, Jackson A, et al. The prevalence of quadriceps weakness in COPD and the relationship with disease severity. *Eur Respir J*. 2010;36(1):81–8.
26. Femoselle C, Rabinovich R, Ausín P, Puig-Vilanova E, Coronell C, Sanchez F, et al. Does oxidative stress modulate limb muscle atrophy in severe COPD patients? *Eur Respir J*. 2012;40(4):851–62.
27. Barreiro E, Peinado VI, Galdiz JB, Ferrer E, Marin-Corral J, Sánchez F, et al. Cigarette smoke-induced oxidative stress: A role in chronic obstructive pulmonary disease skeletal muscle dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182(4):477–88.
28. Barreiro E, del Puerto-Nevado L, Puig-Vilanova E, Perez-Rial S, Sanchez F, Martinez-Galan L, et al. Cigarette smoke-induced oxidative stress in skeletal muscles of mice. *Respir Physiol Neurobiol*. 2012;182(1):9-17.
29. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, Zu Wallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American thoracic society/European respiratory society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(8):13-64.
30. Andrianopoulos V, Klijn P, Franssen FM, Spruit MA. Exercise training in pulmonary rehabilitation. *Clin Chest Med*. 2014;35(2):313-22.
31. Garvey C, Bayles M, Hamm L, Hill K, Holland A, Limberg T et al. Pulmonary Rehabilitation Exercise Prescription in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2016;36(2):75-83.
32. Shrikrishna D, Hopkinson N. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Medicine: COPD Update*. 2009;5(1):7-13.
33. Barreiro E, Gea J, Marín J. Músculos respiratorios, tolerancia al ejercicio y entrenamiento muscular en la EPOC. *Arch Bronconeumol*. 2007;43:15–24.

34. Vogiatzis I, Terzis G, Stratakos G, Cherouveim E, Athanasopoulos D, Spetsioti S, et al. Effect of pulmonary rehabilitation on peripheral muscle fiber remodeling in patients with COPD in GOLD stages II to IV. *Chest*. 2011;140(3):744–52.
35. Beauchamp MK, Janaudis-Ferreira T, Goldstein RS, Brooks D. Optimal duration of pulmonary rehabilitation for individuals with chronic obstructive pulmonary disease - A systematic review. *Chron Respir Dis*. 2011;8(2):129–40.
36. Güell Rous MR, Díaz Lobato S, Rodríguez Trigo G, Morante Vélez F, San Miguel M, Cejudo P, et al. Pulmonary rehabilitation. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). *Arch Bronconeumol*. 2014;50(8):332-44.
37. Yang IA, Brown JL, George J, Jenkins S, McDonald CF, McDonald VM, et al. COPD-X Australian and New Zealand guidelines for the diagnosis and management of chronic obstructive pulmonary disease: 2017 update. *Med J Aust*. 2017;207(10):436-42.
38. López J, Fernández A. Fisiología del ejercicio. 3ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013.p128-140.
39. Güell MR, Cejudo P, Rodríguez-Trigo G, Gàldiz JB, Casolive V, Regueiro M, et al. Estándares de calidad asistencial en rehabilitación respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. *Arch Bronconeumol*. 2012;48(11):396–404.
40. Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease- a systematic review. *Thorax*. 2010;65(2):157–64.
41. Laursen PB ,Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*. 2002;32(1):53-73.
42. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, et al. Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients. *Circulation*. 2007;115(24):3086-94.
43. Sabapathy S, Kingsley RA, Schneider DA, et al. Continuous and Intermittent Exercise Responses in Individuals With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Thorax* 2004;59(12): 1026-31.
44. Ortega F, Toral J, Cejudo P, Villagomez R, Sánchez H, Castillo J, et al. Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(5):669–74.

- 45.Sillen MJH, Franssen FME, Delbressine JML, Vaes AW, Wouters EFM, Spruit MA. Efficacy of lower-limb muscle training modalities in severely dyspneic individuals with COPD and quadriceps muscle weakness: Results from the DICES trial. *Thorax*. 2014;69(6):525–31.
- 46.Ruiz de Oña Lacasta JM, García de Pedro J, Puente Maestu L, Llorente Iñigo D, Celdrán Gil J, Cubillo Marcos JM. Efectos del entrenamiento muscular sobre el patrón ventilatorio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave. *Arch Bronconeumol*. 2004;40(1):20–3.
- 47.Diego Vargas B, Osvaldo Cabrera R, Francisco Arancibia H, María Angélica Elorrieta G, Cristián Olave C, Roberto Torres T. Entrenamiento muscular de las extremidades inferiores en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Rev Chil Enfermedades Respir*. 2011;27(2):104–9.
- 48.Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Dose-response effect of oxygen on hyperinflation and exercise endurance capacity in nonhypoxaemic COPD patients. *Eur Respir J*. 2001;18(1):77-84.
- 49.Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of Supplemental Oxygen in Exercise Training in Nonhypoxemic Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(9):1034–42.
- 50.O’Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Progressive resistance exercise improves muscle strength and may improve elements of performance of daily activities for people with COPD a systematic review. *Chest*. 2009;136(5):1269–83.
- 51.Louvaris Z, Zakyntinos S, Aliverti A, Habazettl H, Vasilopoulou M, Andrianopoulos V et al. Heliox increases quadriceps muscle oxygen delivery during exercise in COPD patients with and without dynamic hyperinflation. *Journal of Applied Physiology*. 2012;113(7): 1012-1023.
- 52.Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?. *Eur Respir J*. 2011;37(2):416–25.
- 53.Jiménez SJ, Ugas VD, Rojas DC. Efectos de un Programa de Rehabilitación Pulmonar con énfasis en el entrenamiento de la musculatura respiratoria y actividades recreativas en un grupo de pacientes con EPOC. *Rev Chil enfermedades Respir*. 2017;33(2):85–90.

7.AGRADECIMIENTOS.

Gracias a Enrique, director de este TFG, por su cercanía, su paciencia y su inestimable ayuda desde el primer día que empezamos con este estudio. He podido contar con un profesional, que ha sabido transmitirme siempre su experiencia y buen hacer en el campo de la rehabilitación.

Gracias a mi hermano Nacho por ser mi amigo, mi confidente y porque nunca dejarás de sorprenderme.

Gracias a mis padres Pedro y Lidia, por vuestro apoyo incondicional, por estar presentes siempre en mis triunfos y en mis derrotas, y sobre todo por ser siempre el espejo en el que mirarme.