

Entrenamiento de los músculos periféricos en pacientes con EPOC

Rosa Güell Rous

Departament de Pneumologia. Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau. Barcelona.

Introducción

La disnea es el síntoma más común en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Ésta provoca una disminución progresiva de la capacidad funcional del individuo hasta limitarlo en las actividades más simples de la vida cotidiana. Esto conduce a una pérdida de la autonomía desarrollándose un severo grado de invalidez. Esta situación provoca una alteración intensa en la calidad de vida del individuo y una transformación lenta y progresiva de su relación con el entorno sociofamiliar, además de favorecer una fuerte dependencia de las estructuras sanitarias. En estas situaciones de enfermedad respiratoria invalidante el paciente entra en un círculo vicioso en el cual cuanto más disnea menos movilidad y cuanto menor movilidad mayor disnea. La única posibilidad de romper este círculo vicioso es realizando ejercicio físico de forma controlada y sistematizada.

Parece claro que el ejercicio físico mejora la calidad de vida de las personas sanas e incluso puede influir en la supervivencia¹. Bajo esta premisa podríamos suponer que el ejercicio físico en los pacientes con EPOC tiene que producir los mismos beneficios.

A finales del siglo XIX se publicó por primera vez un programa sistematizado de ejercicio para pacientes con limitación funcional debido a secuelas de tuberculosis pulmonar. En este programa se aceptaba que el ejercicio, además de una adecuada alimentación, conseguía mejorar al paciente de forma importante. Sin embargo, hasta la aparición de los trabajos de Barach et al, los médicos consideraban que la mejor terapia para los pacientes con disnea era el reposo. Alvan Barach y Albert Hass, fueron dos pioneros de la rehabilitación respiratoria. Ambos contribuyeron, con sus estudios y opiniones, al nacimiento de la fisioterapia respiratoria y del ejercicio físico como estrategias terapéuticas en las enfermedades respiratorias disneizantes. Aún hoy día, sus opiniones y consejos son una fuente de gran valor en rehabilitación respiratoria^{2,3}.

Correspondencia: Dra. R. Güell Rous.
Departament de Pneumologia.
Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau.
Avda. Sant Antoni M.ª Claret, 167. 08025 Barcelona.
Correo electrónico: rguell@separ.es

(Arch Bronconeumol 2000; 36: 519-524)

Factores limitantes al esfuerzo en la EPOC

La causa de la limitación al ejercicio de los pacientes con EPOC es multifactorial:

La alteración de la mecánica ventilatoria

Éste es el factor considerado clásicamente como el mayor determinante en la limitación al esfuerzo de los pacientes con EPOC. En estos pacientes, durante el ejercicio, existiría un desequilibrio entre las necesidades ventilatorias aumentadas por el propio ejercicio y la capacidad ventilatoria disminuida por la enfermedad. Durante el ejercicio, los pacientes con EPOC presentan una reducción significativa de la respuesta ventilatoria y un precoz agotamiento de la reserva ventilatoria.

La fatiga de los músculos respiratorios

Existe un desequilibrio entre el trabajo que deben realizar estos músculos, incrementado por el aumento de la resistencia de las vías aéreas y la capacidad que tienen para realizarlo. La función y la capacidad de contracción de estos músculos está disminuida por factores como la hipoxemia, la hipercapnia, la desnutrición o los corticoides, y agravada por su malposición en la caja torácica debido al incremento de la FRC.

La limitación cardiovascular y de transporte de oxígeno

A pesar de que se acepta que la función cardíaca en los pacientes con EPOC es normal, se sabe que el incremento del gasto cardíaco durante el ejercicio viene determinado por un aumento en la frecuencia cardíaca (FC) y no por el volumen sistólico, como sucede en los individuos sanos. Además, la incapacidad de incrementar la ventilación adecuadamente durante el ejercicio es un determinante en la limitación del transporte sistémico de oxígeno.

Limitación muscular periférica

La fatiga muscular periférica tiene un papel muy importante en la limitación al esfuerzo de los pacientes con EPOC. Killian et al⁴ demostraron que los pacientes con EPOC, independientemente de la intensidad

de la obstrucción bronquial, presentaban, durante la realización del esfuerzo, dolor en las piernas además de disnea. Los pacientes con EPOC tienen un grado más o menos importante de atrofia muscular, debido a varios factores como son la inmovilidad, la desnutrición, la hipoxemia, los corticoides, etc. La atrofia muscular provoca una disminución del número de mitocondrias, una reducción en la actividad enzimática del músculo y una serie de alteraciones en la microcirculación de la fibra muscular. Todo ello dificulta el intercambio de gases de la fibra muscular y provoca una disminución de la capacidad de metabolismo, favoreciendo una rápida caída del músculo en fatiga. Un estudio realizado por nuestro grupo demostró que la fatiga muscular aparecía en el 53% de los pacientes con EPOC, a pesar de que sólo el 33% refería dolor en las piernas como síntoma⁵.

Factor psicológico

La depresión y la ansiedad tienen una alta prevalencia en la EPOC. Estos pacientes desarrollan una sensación de “pánico o fobia” al esfuerzo que hace que el mero hecho de pensar que van a levantarse de la silla les produce un aumento desmesurado de la disnea. Belman et al⁶ demostraron que la simple familiarización con el esfuerzo reducía de forma considerable la disnea durante la realización de un esfuerzo.

Fundamentos para el entrenamiento de los músculos periféricos

A partir del metaanálisis de Lacasse et al⁷ y, más recientemente, de la reunión de expertos de la ATS, en la que se analizaba el impacto de la rehabilitación respiratoria (RR), bajo la perspectiva de la medicina basada en la evidencia⁸, queda claro que el entrenamiento es el componente en los programas de RR que mayor impacto tiene sobre la disnea y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) de los pacientes con EPOC, y más concretamente el ejercicio centrado en las extremidades inferiores (tabla I).

Estudios recientes han demostrado que los efectos del entrenamiento muscular consiguen mejorar la disnea, la capacidad de esfuerzo y la CVRS⁸, pero además se ha demostrado que el ejercicio físico consigue cambios estructurales y funcionales del músculo⁹.

Definición y objetivos del entrenamiento muscular

La realización de ejercicio de una forma continua y controlada puede conseguir una mejoría en la capacidad

funcional del individuo con un menor gasto energético, consiguiéndose de esta forma un efecto de “entrenamiento”.

Entrenar consiste en someter al organismo a un nivel de trabajo con una intensidad, frecuencia y duración determinadas. Los efectos del entrenamiento dependerán en su magnitud de los grupos musculares sobre los que se actúe. Cuando se entrenan grupos musculares reducidos, los efectos son más locales, cuando la masa muscular involucrada es mayor los efectos serán sobre los músculos que trabajan pero también se conseguirá una respuesta cardiopulmonar. El efecto del entrenamiento es proporcional a la carga de trabajo impuesta.

El objetivo del entrenamiento es mejorar la capacidad funcional del individuo. Este efecto se consigue por distintas vías, como son la creación de cambios estructurales y funcionales en el músculo que incrementen su fuerza y resistencia; conseguir una mayor movilidad articular; favorecer una respuesta cardiovascular y pulmonar que provoque una mejor utilización periférica del oxígeno, y crear una motivación que mejore el factor psicológico.

En los pacientes con EPOC, la mejoría de la función pulmonar es difícil de conseguir, pero sí se pueden modificar de forma importante los factores limitantes al esfuerzo como el muscular y el psicológico, así como la respuesta ventilatoria al esfuerzo, lo que se puede traducir clínicamente como una mejor tolerancia al ejercicio, aunque sólo fuese a las actividades de la vida diaria.

Características del entrenamiento de los músculos periféricos

Para que el entrenamiento muscular sea eficaz y se obtengan los beneficios esperados es imprescindible que se cumplan tres requisitos fundamentales: una intensidad de trabajo suficiente, una frecuencia de entrenamiento adecuada y una duración de las sesiones y del programa preestablecida.

Los beneficios del entrenamiento serán paralelos a la intensidad del trabajo realizado. De hecho, se acepta que una intensidad de trabajo baja tiene escasos, por no decir ningún efecto de entrenamiento, y en cambio una intensidad muy alta alcanza grandes beneficios a pesar de que el tiempo de trabajo sea bajo. El umbral de intensidad más aceptado se establece en un 60% de la FC máxima, o en el 60-75% del $VO_{2máx}$, o por encima del umbral anaeróbico¹⁰. Sin embargo, los pacientes con EPOC a menudo es difícil que alcancen valores tan altos de trabajo, y cabría pensar que los beneficios del entrenamiento son escasos. Casaburi et al¹¹ demostraron que el entrenamiento de alta intensidad era más efectivo, pero que el entrenamiento de baja intensidad también conseguía beneficios. Más recientemente, Maltais et al¹² demostraron que un gran porcentaje de pacientes con EPOC eran incapaces de realizar un entrenamiento a alta intensidad, pero alcanzaban igualmente una mejoría en la capacidad de ejercicio y una adaptación fisiológica al entrenamiento de resistencia, realizando entrenamientos a intensidades más bajas. En la práctica diaria, y también en nuestra experiencia, los pacientes inician

TABLA I
Programas de rehabilitación respiratoria

Componente	Grado de evidencia
Extremidades inferiores	A
Extremidades superiores	B
Músculos respiratorios	B
Educación, fisioterapia y soporte psicosocial	C

Grado de evidencia: A: alto; B: moderado; C: bajo. (Tomada de ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines⁸.)

el programa con intensidades bajas de trabajo, por ejemplo el 50% de la carga máxima o del $VO_{2máx.}$ y de forma progresiva se va incrementando el esfuerzo de acuerdo con la tolerancia del individuo, evaluada por la estabilidad de la FC, frecuencia respiratoria (FR), la SaO_2 y la disnea.

Existe un consenso de que la frecuencia de las sesiones de entrenamiento debe ser al menos de 3 sesiones a la semana, aunque idealmente serían 5 sesiones¹⁰.

Aunque no hay acuerdo sobre la duración necesaria de las sesiones de entrenamiento, parece aceptado que con sesiones de 30-60 min se alcanzan beneficios del entrenamiento. Existen algunos estudios que proponen sesiones más cortas pero con mayor intensidad de ejercicio, o incluso sesiones de corta duración dos veces al día; sin embargo, cabe pensar que este tipo de programas podrían dificultar más el cumplimiento. Hay un acuerdo de que los programas deben ser de 4-6 semanas para poder alcanzar los beneficios esperados¹⁰. Sin embargo, hay que convencer a los pacientes de que deben continuar realizando ejercicio todos los días, aun después de finalizar el programa.

Candidatos al entrenamiento

Una adecuada selección de los pacientes es fundamental para que un programa de entrenamiento tenga éxito^{10,13-15}.

La RR y concretamente el entrenamiento muscular están indicados en todo paciente con enfermedad respiratoria crónica y síntomas, fundamentalmente disnea. Recientemente, Wedzicha et al¹⁶ sugirieron que el grado de disnea del paciente podría ser un criterio de selección para entrar en un programa de RR. En este estudio los autores demuestran, al igual que estudios previos¹⁷, que la gravedad de la obstrucción de la vía aérea no define el éxito o fracaso de un programa de RR, y proponen el grado de disnea como el determinante del resultado. Según sus resultados, los pacientes con más disnea obtienen menos beneficios que los que refieren menor disnea. Analizando este estudio con mayor detalle, los pacientes con mayor disnea reciben un programa de entrenamiento menos intenso, son los más ansiosos y depresivos y los que tienen una menor capacidad funcional. Revisando la bibliografía podemos encontrar argumentos que podrían rebatir la teoría del estudio de Wedzicha et al¹⁶. En primer lugar, diversos estudios que

incluyen a pacientes con un importante grado de disnea obtienen similares beneficios que los que incluyen a pacientes con menor grado de ésta^{7,8}. En segundo lugar, según diversos estudios^{18,19}, y también en nuestra propia experiencia²⁰ (tabla II), los pacientes pueden mejorar su grado de ansiedad y depresión cuando se someten a un programa de entrenamiento. Finalmente, ZuWallack et al²¹ ya demostraron previamente que los pacientes con menor capacidad de caminar en la prueba de los 6 min son los que mejoran más tras un programa de ejercicio.

Un criterio muy importante de selección de un paciente para entrar en un programa de entrenamiento es la motivación. Sin embargo, es importante considerar que a menudo pacientes que inicialmente muestran escaso interés en el tratamiento, posteriormente desarrollan una actitud más positiva. En nuestra experiencia²⁰, la rehabilitación respiratoria puede conseguir mejorar el estilo de afrontar la enfermedad incluso sin un tratamiento psicológico específico. Es importante que el paciente tenga una buena capacidad de comprensión y un buen soporte para realizar el programa de entrenamiento. Es fundamental que el paciente esté en fase estable de su enfermedad y con un tratamiento adecuado y completo.

No hay criterios de exclusión absolutos para realizar un programa de entrenamiento, a excepción de la existencia de trastornos psiquiátricos que impidan la colaboración del paciente. La coexistencia de otras enfermedades, además de la EPOC, no es un criterio de exclusión, siempre que estén debidamente tratadas. En estas situaciones los componentes del programa y la intensidad del tratamiento deben modificarse de acuerdo con las posibilidades del paciente. La edad avanzada no es un criterio de exclusión, pero sí puede ser un factor determinante en la elección del tipo de tratamiento.

Tipos de entrenamiento

En términos generales, debemos distinguir el entrenamiento de los músculos de las extremidades superiores y los de las extremidades inferiores.

Existe una amplia gama de modos de entrenamiento aplicables a ambos grupos musculares, aunque mayormente han sido aplicados a las extremidades inferiores. Siempre que se conserven las adecuadas características de intensidad, frecuencia y duración, cualquier tipo de entrenamiento puede alcanzar beneficios.

El entrenamiento puede estar dirigido a mejorar la resistencia del músculo, "entrenamiento de resistencia" o la fuerza muscular "entrenamiento de fuerza". En el primer caso, participan grandes masas musculares, con una intensidad moderada y durante largos períodos de tiempo; las modalidades más utilizadas son caminar o el cicloergómetro tanto para piernas como para brazos. En el entrenamiento de fuerza participan grupos reducidos de músculos pero con un trabajo de alta intensidad y durante un corto período de tiempo, en general se utilizan pesas y se va modificando tanto la carga como el número de repeticiones del ejercicio²².

En líneas generales existen dos modos de entrenamiento de resistencia, el continuo y el intermitente. En

TABLA II
Análisis del estado emocional de los pacientes con EPOC, con el cuestionario SCL-90

	Grupo rehabilitación		Grupo control	
	Basal	4 meses	Basal	4 meses
N	18		17	
Ansiedad	1,0 (0,5)	0,7 (0,4)*	0,6 (0,7)	0,8 (0,6)
Depresión	1,3 (0,8)	0,8 (0,5)*	0,6 (0,7)	0,9 (0,6)
Hostilidad	1,4 (0,9)	0,9 (0,8)*	0,5 (0,8)	1,3 (0,8)

El grupo rehabilitación, además del tratamiento convencional, realizó un programa de 4 meses, incluyendo fisioterapia y entrenamiento muscular. El grupo control únicamente recibió el tratamiento convencional. *p < 0,05. (Datos extraídos de Güell R et al²⁰.)

el primero se establecería una intensidad de trabajo que se mantendría durante toda la sesión, independientemente de que se incremente la carga de trabajo a lo largo del programa. De este modo es cómo se realizan la mayoría de programas que se proponen. El entrenamiento intermitente consiste en alternar un ejercicio submáximo con un ejercicio prácticamente máximo. La ventaja de este tipo de entrenamiento es que se asemeja más al patrón de las actividades de la vida diaria y además podría alcanzar una mayor capacidad de esfuerzo. Recientemente Coppoolse et al²³ han comparado su eficacia con la del entrenamiento continuo. El modelo que proponen los autores es alternar 2 min de ejercicio con una intensidad del 45% de la carga máxima, con 1 min al 90%, hasta completar un total de 30 min. Estos autores demuestran que con el entrenamiento intermitente se consigue una mayor carga de trabajo y una reducción en los síntomas tanto la disnea como el dolor en las piernas, sin embargo no encuentran cambios en las variables fisiológicas. Estudios previos si constataban una mayor capacidad de trabajo²⁴. Faltarían más estudios que permitan sacar conclusiones sobre estos puntos.

En relación al modo de entrenamiento, éste variará según la disponibilidad de cada grupo y por supuesto se diferenciará entre los grupos musculares de las extremidades superiores e inferiores.

Entrenamiento de las extremidades inferiores

El entrenamiento de las extremidades inferiores es el más ampliamente utilizado en los programas de RR y también en el que se ha comprobado que se obtienen mayores beneficios⁸.

Los métodos de entrenamiento utilizados más clásicamente son con cicloergómetros, bicicleta estática o cinta sin fin. Con ellos se puede establecer mejor el nivel de trabajo y controlarlo. Sin embargo, también se pueden utilizar métodos más simples como caminar²⁵, subir escaleras o realizar ejercicios isotónicos utilizando cargas externas^{26,27} (tabla III).

Entrenamiento de extremidades superiores

Las extremidades superiores se usan continuamente incluso para las actividades más simples de la vida cotidiana (lavarse, vestirse, comer, etc.), y el esfuerzo que suponen es incluso mayor que el de las extremidades superiores, teniendo en cuenta además que requieren una acción contra la gravedad. De hecho se ha demostrado que el uso de las superiores supone un incremento considerable de la presión transdiafragmática y que para un mismo grado de esfuerzo la V_E , el VO_2 , VCO_2 y la FC es mayor que en las extremidades inferiores. Además, comparando pruebas de esfuerzo de ambos grupos musculares se demuestra que en un mismo individuo la carga máxima alcanzada, el $VO_{2máx.}$ y la $V_{Emáx.}$ son inferiores durante el ejercicio de las extremidades superiores. Finalmente, hay que considerar que durante el ejercicio de las extremidades superiores, se utilizan músculos accesorios de la respiración, que son utiliza-

TABLA III

Modelo de entrenamiento de las extremidades inferiores

Ergometría
Carga: 60-75% de la $VO_{2máx.}$
Incrementos progresivos (FC, FR, SAO_2 y disnea estables)
Duración: 30-45 min/sesión
Programa: 3-5 sesiones/semana/4-6 semanas
Ejercicios libres
Caminar 1-2 horas + subir escaleras 5 minutos/día

FC: frecuencia cardíaca; FR: frecuencia respiratoria.

TABLA IV

Modelo de entrenamiento de las extremidades superiores

Ergometría
Carga: 60% de la carga máxima
Incrementos según tolerancia cada 5 sesiones
Monitorización: disnea FC
Duración: 30 min
Programa: 24 sesiones
Libre/con carga
1. Barra (peso = 750 g). Incrementar 250 g cada 5 sesiones, según tolerancia
2. Elevación hasta la altura del hombro y mantener 2 min
3. Reposo 2 min
4. Repetir la secuencia hasta 32 min o lo que se tolere
5. Monitorizar disnea y frecuencia cardíaca
6. Programa: 24 sesiones

Modificada de Celli B²⁸.

dos normalmente por los pacientes con EPOC^{28,29}, lo que puede suponer, tal como se ha demostrado, una desincronización en los movimientos toracoabdominales y un aumento de la disnea en estos pacientes. Después de estas consideraciones parece lógico que el entrenamiento de los grupos musculares de las extremidades superiores es tanto o más importante que el de las extremidades inferiores.

Los modos de entrenamiento propuestos para las extremidades superiores pueden ser con carga o libres de carga. En el primer caso, se pueden utilizar ergómetros especialmente diseñados para los brazos o cargas distintas, como pesas. En el ejercicio sin carga se pueden plantear ejercicios libres de elevación y descenso de los brazos con el control de la ventilación diafragmática (tabla IV).

Oxigenoterapia y entrenamiento

El uso de oxígeno durante el entrenamiento es imprescindible cuando se constata una desaturación durante el esfuerzo ($SAO_2 < 90\%$), aunque el paciente no sea portador de oxígeno a domicilio. El oxígeno administrado durante el ejercicio reduce la frecuencia respiratoria, la VE y la disnea además de incrementar la capacidad de esfuerzo^{30,31}, incluso en pacientes en los que no se evidencia desaturación durante el esfuerzo³².

Por otro lado, el oxígeno líquido puede facilitar la deambulacion, incrementando el número de horas de paseo por la calle y también mejorar la calidad de vida, en los pacientes que muestran desaturación al ejercicio, medida por la prueba de los 6 min de marcha³³.

Resultados

El entrenamiento es más eficaz cuanto mayor es la intensidad de trabajo impuesta, tal como hemos señalado anteriormente.

El entrenamiento de las extremidades inferiores es el más utilizado en los programas de entrenamiento y, en consecuencia, es el que ha demostrado más beneficios con un mayor grado de evidencia⁸. El entrenamiento de las extremidades inferiores ha demostrado incrementar la capacidad funcional del paciente con EPOC, mejorar su calidad de vida y disminuir la disnea⁸. También ha demostrado que produce cambios en la estructura y función de los músculos, consiguiendo una mejor capacidad oxidativa del músculo⁹. La mayoría de estudios utilizan entrenamientos de alta-moderada intensidad, lo que explica su eficacia. Sin embargo, también se ha demostrado que entrenamientos de más baja intensidad son igualmente eficaces^{34,35}. Del mismo modo, programas de rehabilitación que incluyen entrenamiento de los músculos periféricos realizados en el propio domicilio del paciente han demostrado ser igualmente eficaces³⁵⁻³⁷.

Por otro lado, en la revisión del grupo de expertos de la ATS, se considera que el entrenamiento de las extremidades superiores es eficaz pero con un grado moderado de evidencia⁸. Probablemente la debilidad de esta valoración viene dada por la escasez de estudios bien diseñados. Los estudios recogidos en la bibliografía muestran que el ejercicio de las extremidades superiores con o sin carga consigue mejorar específicamente la capacidad de esfuerzo de los brazos, y disminuye la demanda metabólica y ventilatoria durante el ejercicio de estos grupos musculares; sin embargo, no hay evidencia del efecto sobre el estado funcional global del individuo, la disnea o la calidad de vida^{8,38,39}. Parece claro que hasta este momento el entrenamiento de las extremidades inferiores es más eficaz que el de las superiores, pero también parece obvio que la combinación de ambos podría ser más efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Hokim AA, Petrowich H, Burchfiel CM, Rodriguez BL, White LR, Yano K. Effects of walking on mortality among nonsmoking retired men. *N Engl J Med* 1998; 338: 94-99.
- Barach AI. Physiologic therapy in respiratory diseases. Filadelfia: J.B. Lippincott Co. 1958.
- Hass A, Caardon H. Rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: a five-year study of 252 male patients. *Med Clin North Am* 1969; 53: 593-606.
- Killian KJ, Summers E, Jones NL et al. Dyspnea and leg effort during incremental cycle ergometry. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 1339-1345.
- Guell R, Casan P, Giménez M. Fatiga muscular periférica y respuesta ventilatoria al esfuerzo en la limitación crónica al flujo aéreo (LCFA). *Arch Bronconeumol* 1996; 32: 79-84.
- Belman MJ, Brooks LR, Ross DJ, Mohsenifar Z. Variability of breathlessness measurement in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1991; 99: 566-571.
- Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein R. The components of a respiratory rehabilitation program. A systematic overview. *Chest* 1997; 111: 1077-1088.
- ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. Pulmonary rehabilitation. Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Guidelines. *Chest* 1997; 112: 1363-1396.
- Maltais F, Leblanc P, Simard CI, Jobin J et al. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 442-447.
- Casaburi R. Exercise training in chronic obstructive lung disease. En: Casaburi R, Petty Th, editores. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Filadelfia: WB Saunders Company, 1993; 204-224.
- Casaburi R, Patessio A, Ioli F et al. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 9-18.
- Maltais F, Leblanc P, Jobin J et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 555-561.
- Goldstein RS, Avendano MA. Candidate evaluation. En: Casaburi R, Petty TL, editores. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Filadelfia: WB Saunders, 1993; 317-321.
- Hodgkin JE, Connors GL, Bell CW. Pulmonary rehabilitation. Guidelines to success. Filadelfia: JB Lippincott, 1993.
- Donner CF, Muir JF. Rehabilitation and Chronic Care Scientific Group of the European Respiratory Society. Selection criteria and programmes for pulmonary rehabilitation in COPD patients. *Eur Respir J* 1997; 10: 744-757.
- Wedzicha JA, Bestall JC, Garrod R, Garnham R, Paul EA, Jones PW. Randomized controlled trial of pulmonary rehabilitation in severe chronic obstructive pulmonary disease patients, stratified with the MRC dyspnoea scale. *Eur Respir J* 1998; 12: 363-369.
- Niedermaier MS, Clemente PH, Fein AM. Benefits of a multidisciplinary pulmonary rehabilitation program. Improvements are independent of lung function. *Chest* 1991; 99: 798-804.
- Kaplan RM, Atkins CJ. Behavioral intervention for patients with COPD. En: McSweeney AJ, Grant I, editores. Chronic obstructive pulmonary disease: a behavioral perspective. Nueva York: Marcel Dekker, 1988; 123-161.
- Kaplan RM, Eakin EG, Ries A. Psychosocial issues in the rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. En: Casaburi R, Petty TL, editores. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Filadelfia: W.B. Saunders, 1993; 351-365.
- Guell R, González Y, Martorell B, González A, Sotomayor C, Sengenis M et al. Impact of pulmonary rehabilitation in personality traits and styles in COPD patients. *Eur Respir J* 1998; 12 (Supl): 228S.
- ZuWallak RL, Patel K, Reardon JZ et al. Predictors of improvement in the 12 minute walking distance following a six week outpatient pulmonary rehabilitation programme. *Chest* 1991; 99: 805-808.
- Gosselink R, Decramer M. Muscle training in pulmonary rehabilitation. En: Pulmonary rehabilitation. European Respiratory Monograph 2000; 5: 99-110.
- Coppoole R, Schols AMWJ, Baarends EM et al. Interval versus continuous training in patients with severe COPD: a randomized clinical trial. *Eur Respir J* 1999; 14: 258-263.
- Gorostiaga EM, Walter CB, Foster C et al. Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *Eur J Appl Physiol* 1991; 63: 101-107.
- Singh SJ, Smith DL, Hyland ME, Morgan MD. A short outpatient pulmonary rehabilitation programme: immediate and longer-term effects on exercise performance and quality of life. *Respir Med* 1998; 92: 1146-1154.
- Clark CJ, Cochrane L, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996; 9: 2590-2596.
- Clark CJ, Cochrane LM, Mackay E, Paton B. Skeletal muscle strength and endurance in patients with mild COPD and the effects of weight training. *Eur Respir J* 2000; 15: 92-97.
- Celli B. Arm and leg exercise training in pulmonary rehabilitation. En: Hodgkin JE, Connors GL, Bell CW, editores. Pulmonary rehabilitation. Guidelines to success. Filadelfia: JB Lippincott Company, 1993; 268-278.
- Dolmage ThE, Maestro L, Avendano M, Goldstein RS. The ventilatory response to arm elevation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1993; 104: 1097-1100.

30. Bye P, Esau ShA, Walley KR, Macklem PT, Pardy RL. Ventilatory muscles during exercise in air and oxygen in normal men. *J Appl Physiol* 1984; 56: 464-471.
31. Zack MB, Palange A. Oxygen supplemented exercise of ventilatory and nonventilatory muscles in pulmonary rehabilitation. *Chest* 1985; 88: 669-674.
32. Dean NC, Brown JK, Himelman RB, Doherty JJ, Gold WM, Stulbarg MS. Oxygen may improve dyspnea and endurance in patients with chronic obstructive pulmonary disease and only mild hypoxemia. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 941-945.
33. Morante F, Güell R, Cornudella R. Efectos del oxígeno líquido portátil sobre la calidad de vida de los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica (IRC). *Arch Bronconeumol* 1996; 32: 86S.
34. Güell R, Casan P, Belda J, Sengenis M, Morante F, Guyatt GH, Sanchis J. Long term effects of outpatient rehabilitation of copd: a randomized trial. *Chest* 2000; 117: 976-983.
35. Wijkstra PJ, TenVergert EM, Van Altena R et al. Long term benefits of rehabilitation at home on quality of life and exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1995; 50: 824-828.
36. Strijbos JH, Postma DS, Van Altena R et al. A comparison between an outpatient hospital-based pulmonary rehabilitation program and a home-care pulmonary rehabilitation program in patients with COPD. A follow-up of 18 months. *Chest* 1996; 109: 366-372.
37. Debigare R, Maltais F, Whittom F, Deslauriers J, LeBlanc P. Feasibility and efficacy of home exercise training before lung volume reduction. *J Cardiopulm Rehabil* 1999; 19: 235-241.
38. Ries AI, Ellis B, Hawkins RW. Upper extremity exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1988; 93: 688-692.
39. Martinez FJ, Vogel PD, Dupont DN, Stanopoulos I, Gray A, Beamis JF. Supported arm exercise vs unsupported arm exercise in the rehabilitation of patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest* 1993; 103: 1397-1402.