

Fuerza de los músculos periféricos en pacientes con EPOC estable: correlación con parámetros funcionales respiratorios y de calidad de vida

J. Toral Marín, F. Ortega, P. Cejudo, T. Elías, H. Sánchez y T. Montemayor

Servicio de Neumología. Hospital Universitario. Virgen del Rocío. Sevilla.

El objetivo de este estudio ha sido determinar de un modo sencillo la fuerza muscular periférica de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y correlacionarla con diversos parámetros funcionales, fisiológicos de esfuerzo y de calidad de vida.

Incluimos a 23 pacientes con una enfermedad pulmonar obstructiva crónica con una obstrucción moderada-severa al flujo aéreo ($FEV_1 = 39 \pm 12\%$) en fase estable y que manifestaban una incapacidad para la realización de sus tareas habituales. A todos los enfermos se les valoró su fuerza muscular periférica midiendo el 1 RM (carga máxima en una única repetición) en cinco sencillos ejercicios de miembros superiores e inferiores que realizaban en una estación multi-gimnástica. Los resultados obtenidos se correlacionaron con parámetros funcionales respiratorios (FVC, FEV_1 , FEV_1/FVC y valores gasométricos), con los logrados en un test de esfuerzo máximo en bicicleta ergométrica con control de gases respiratorios ($VE_{m\acute{a}x}$, $VO_{2m\acute{a}x}$ y $W_{m\acute{a}x}$), un test de *endurance* (minutos), la escala de disnea de Mahler y con un cuestionario de calidad de vida, el Chronic Respiratory Questionnaire Disease.

No hallamos correlación con los diversos parámetros funcionales ni con la *endurance* medida en minutos. Sí encontramos correlaciones estadísticamente significativas con la ventilación por minuto, con el consumo de oxígeno y con las potencias máximas alcanzadas en el test de esfuerzo. No apreciamos relación con la escala de disnea de Mahler y sí con los ítems de fatiga y de función emocional de la escala de calidad de vida del Chronic Respiratory Questionnaire Disease.

En conclusión, no encontramos relación entre la fuerza muscular periférica de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y su nivel de obstrucción ni su resistencia al ejercicio y sí con parámetros de esfuerzo máximo y algunos aspectos de la calidad de vida.

Palabras clave: Fuerza muscular periférica. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

(Arch Bronconeumol 1999; 35: 117-121)

Peripheral muscle strength in stable COPD patients: correlation with respiratory function variables and quality of life

The aim of this study was to assess peripheral muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) using a simple test and to look for correlation with function variables, physiological strength variables and quality of life parameters.

Twenty-three COPD patients with moderate to severe airflow limitation ($FEV_1=39\pm12\%$) in stable phase but displaying inability to carry out daily tasks were enrolled. Peripheral muscle strength was assessed in all patients by measuring the maximum load in a single repetition of five simple upper and lower extremity exercises performed at a multi-gymnastics station. Results were compared to respiratory function variables (FVC, FEV_1 , FEV_1/FVC and gasometry), to results of an exercise test on a cycle ergometer with monitoring of respiratory gases (VE_{max} , VO_{2max} and W_{max}), to endurance (minutes) to dyspnea (Mahler's scale) and to quality of life (Chronic Respiratory Disease Questionnaire - CRDQ).

No relation between functional parameters and endurance in minutes was found. Minute ventilation (VE) proved to be significantly related to oxygen intake (VO) and maximum work in the stress test. Dyspnea on Mahler's scale was unrelated, but fatigue variables and emotional function variables on the CRDQ were related.

We conclude that peripheral muscle strength is unrelated to level of flow limitation or exercise tolerance in COPD patients. Peripheral muscle strength is related, however, to maximum work load and some aspects of quality of life.

Key words: Peripheral muscle force. COPD.

Correspondencia: Dr. J. Toral Marín, Montecarmelo, 16, 1.º A. 41011 Sevilla.

Financiado parcialmente por FIS (96/0064-11) y SAS (96/67).

Recibido: 23-3-98; aceptado para su publicación: 6-10-98.

Introducción

Los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) presentan una limitación de causa multifactorial para el ejercicio por su enfermedad de base

(limitación ventilatoria, debilidad muscular, disfunción cardíaca, motivación, etc.). Esta alteración propicia una situación de inactividad física y un desentrenamiento que hace entrar al paciente en un círculo vicioso de cada vez mayor inactividad y postración. La incapacidad al ejercicio aumenta la sintomatología de los enfermos y tiene una repercusión innegable en su calidad de vida¹.

Es de sobra conocido que en la EPOC el grado de incapacidad no guarda relación directa con las medidas comunes de función respiratoria (FEV₁) y que actuaciones terapéuticas que no logran mejorar la obstrucción de la vía aérea condicionan no pocas veces que el paciente se sienta mejor e incluso con mayores niveles de autonomía en su vida diaria². Tradicionalmente se ha realizado una valoración de la situación física de los pacientes con diversas pruebas enfocadas hacia la resistencia (tapiz rodante, cicloergómetro, test de los 6 min, etc.) para tratar de medir su tolerancia al ejercicio. Sin embargo, cada vez hay mayor evidencia del importante papel que desempeña la fuerza muscular periférica, con desarrollo de gran potencia en un corto intervalo de tiempo, por relacionarse de un modo más cercano a los requerimientos del paciente en su vida cotidiana (peinarse, afeitarse, etc.). Actualmente resulta casi obligatoria la incorporación de ejercicios de los miembros superiores en prácticamente todos los programas de rehabilitación con ejercicio muscular para enfermos con EPOC^{3,4}.

Por otro lado, está demostrada la especificidad del efecto entrenamiento para el músculo entrenado⁵. Éste pretende conseguir un incremento de la fuerza máxima aplicada y una reducción del tiempo necesario para conseguirla, con el consiguiente acortamiento del tiempo de ejecución del trabajo. La capacidad para expresar una fuerza no depende sólo del entrenamiento realizado, sino que viene predeterminada en cierto modo por la constitución del individuo. La habilidad para producir mayor fuerza en menos tiempo está en relación con la frecuencia de impulso que reciben las fibras musculares y va a depender del tipo de fibras de que se trate⁶.

La valoración inicial de la fuerza de los músculos periféricos y su control evolutivo posterior, como respuesta o no a un entrenamiento, podría incorporarse como un parámetro más de estudio, si realmente se comprobase su importancia en la limitación al ejercicio de estos pacientes.

El objetivo de nuestro trabajo fue determinar la fuerza muscular periférica en los pacientes con EPOC, determinada de un modo sencillo y fácilmente aplicable mediante ejercicios de pesas habituales en los gimnasios que englobasen a grandes masas musculares, así como su repercusión sobre diversos parámetros funcionales, fisiológicos de esfuerzo y de calidad de vida, valoración poco estudiada en la literatura.

Material y métodos

Población

Se estudió de forma prospectiva a 23 pacientes ex fumadores y diagnosticados de EPOC siguiendo los criterios de la ATS (American Thoracic Society) y de la SEPAR (Sociedad

Española de Neumología y Cirugía Torácica). Se encontraban estables clínica (en los últimos 3 meses no habían experimentado una exacerbación de sus síntomas respiratorios), espirográfica y gasométricamente, y estaban realizando tratamiento habitual de su enfermedad. Todos presentaban una obstrucción moderada-severa al flujo aéreo (FEV₁ < 60%) y manifestaban disnea e incapacidad para la realización de sus tareas habituales.

Se excluyeron aquellos que presentaban otras patologías cardiovasculares asociadas, enfermedades sistémicas e incapacidad o disconformidad para desarrollar ejercicios físicos. A todos los pacientes se les pidió consentimiento informado para la realización del estudio y fue aprobado por el comité ético de nuestro hospital.

Método

A todos los pacientes se les realizó un estudio basal que incluía: espirometría, utilizando un espirómetro de campana tipo Stead-Wells (Volumograph Minjhardt) y siguiendo la normativa propuesta por la SEPAR⁷ y la ATS⁸, volúmenes pulmonares con determinación de la FRC pletismográficamente como volumen de gas intratorácico medido por el método de interrupción⁹, utilizando el equipo Masterlab^{10,11} (Jaeger, Wüzburg, Alemania), gasometría arterial con muestras de sangre de arteria radial o humeral, siguiendo las recomendaciones SEPAR¹² y utilizando un analizador de gases AVL-945 (Biomedics, Basilea, Suiza).

A los pacientes se les practicó un test de esfuerzo máximo con cicloergómetro cardiorrespiratorio (CPX Collins plus, Boston, EE.UU.) respiración a respiración, con analizador de la ventilación y de los gases inspirados y espirados. La bicicleta consta de una unidad de pedaleo electrónico (CPX) conectada a un ordenador. El neumotacógrafo mide el volumen de cada respiración y el valor obtenido es el promedio de los últimos 20 s de cada minuto. Un analizador de gases mide el contenido de O₂ y CO₂ de cada respiración. El analizador de CO₂ es de tipo infrarrojo no disperso y el de O₂ es una célula de dióxido de zirconio. La prueba era progresiva y máxima, limitada por síntomas y respirando aire ambiente. Después de un período de monitorización de 3 min en reposo, comenzaba el pedaleo con 0 W el primer minuto y luego se incrementaba entre 10 y 15 W cada minuto dependiendo de la severidad de la obstrucción, el paciente debía pedalear lo suficientemente rápido para mantenerse entre 60 y 80 rpm¹³.

Se les realizó además un test de esfuerzo submáximo, en días posteriores al test máximo, como una medida de *endurance*, con la bicicleta ergométrica regulada al 70% de la potencia máxima alcanzada por cada paciente. Se determinó tanto el tiempo en minutos como la distancia recorrida en metros.

Se utilizó la escala de disnea de Mahler¹⁴ con 3 ítems: magnitud de la tarea (MT), incapacidad funcional (IF) y magnitud del esfuerzo (ME) y un cuestionario de calidad de vida elaborado específicamente para el EPOC por Guyatt y traducido y validado en español, el Chronic Respiratory Questionnaire Disease (CRQD)^{15,16}, valorándose 20 ítems puntuados del 1 al 7 (de manera que a mayor puntuación mejor calidad de vida) y divididos en cuatro apartados: disnea, fatiga, función emocional (FE) y control de enfermedad (CE).

Todos los pacientes realizaron el test del 1 RM, utilizado habitualmente en programas de entrenamiento para deportistas y consistente en medir el máximo peso que podían levantar en una sola maniobra de cada ejercicio utilizando una estación multigimnástica (Centro Fitness Classic Kettler, Postfach, Alemania). Es el sistema más habitual, sencillo y barato de medir la fuerza, aunque sólo puede proporcionar in-

TABLA I
Edad, prueba de función pulmonar en reposo y gasometría arterial de la población estudiada

	Media	DE
Edad (años)	65	6,8
FVC (%)	71	15
FEV ₁ (%)	39	12
FEV ₁ /FVC	43	9,6
TLC (%)	117	21
FRC (%)	161	36
RV (%)	199	56
PaO ₂ (mmHg)	69	9
PaCO ₂ (mmHg)	43	6

FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen espiratorio máximo en el primer minuto; TLC: capacidad pulmonar total; FRC: capacidad residual funcional; RV: volumen residual.

TABLA II
Resultados obtenidos en el test de esfuerzo en cicloergómetro y en el test del 1 RM en la estación multigimnástica

	Media	DE
VE _{máx} (l/min)	35,5	11,4
VO ₂ máx (l/min)	1,19	0,49
VO ₂ máx (%)	60	18
W _{máx} (W)	51	28
W _{máx} (%)	37	19,5
Endurance (min)	25	21
1 RM <i>chest pulls</i> (kg)	37	10
1 RM <i>butterfly</i> (kg)	17	6
1 RM <i>neck press</i> (kg)	21	5
1 RM <i>leg curls</i> (kg)	15,5	5
1 RM <i>leg extension</i> (kg)	33	10

VE_{máx}: ventilación por minuto máxima; VO₂ máx: consumo de oxígeno máximo; W_{máx}: potencia máxima.

formación parcial sobre valores de fuerza máxima. La expresión típica de fuerza medida con esta prueba es la máxima dinámica. Teniendo en cuenta que pocas veces podemos medir la fuerza isométrica máxima, y mucho menos la excéntrica, este dato es de gran valor tanto para la programación de un entrenamiento como para su control¹⁷. Realizaron cinco ejercicios sencillos que englobaban a grandes masas musculares de miembros superiores e inferiores (fig. 1):

- Flexión de brazos (*chest pulls*), con efectos sobre dorsal ancho, deltoides y bíceps. Sentados frente a la torre de tracción, se aproxima la barra al pecho y posteriormente tras extensión de brazos se vuelve a la posición inicial.

- Flexión y extensión de brazos contra resistencia (*butterfly*), con efectos sobre músculos pectorales y deltoides. Sentado recto sobre el banco, con los antebrazos y los codos apoyados sobre una palanca, se lleva ésta a la línea media, cediendo después lentamente hasta la posición inicial.

- Extensión de brazos (*neck press*), con efectos sobre deltoides y tríceps. Sentado recto sobre el banco y sosteniendo el peso a la altura de los hombros se realiza una extensión de brazos por encima de la cabeza, volviendo nuevamente tras flexión de brazos a la posición inicial.

- Flexión de piernas (*leg curls*), con efecto sobre el bíceps crural y los gemelos. Acostado en decúbito prono en el banco se flexionan las piernas contra el peso.

- Extensión de piernas (*leg extension*), con efectos sobre el cuádriceps. Sentado sobre el banco se realiza extensión de piernas contra el peso.

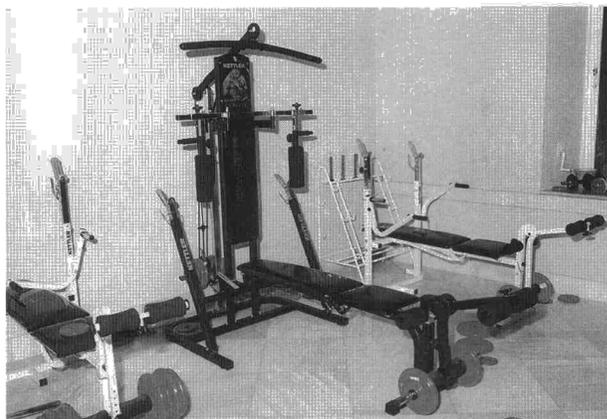


Fig. 1. Estación multigimnástica donde se realizaron los ejercicios.

Análisis estadístico

Los valores globales de cada parámetro analizado están expresados como la media ± su desviación estándar (DE). Para establecer las correlaciones hemos utilizado ecuaciones lineales con el test de la r de Pearson y hemos considerado como significativa una $p < 0,05$.

Resultados

Los 23 pacientes que participaron en el estudio (tabla I) fueron todos varones, ex fumadores de $65 \pm 6,8$ años de edad y con un FEV₁ de 1.053 ± 320 ml ($39 \pm 12\%$), con una gasometría arterial media de 69 mmHg de O₂ y de 43 de CO₂. Todos presentaron una limitación ventilatoria al ejercicio al realizar el test de esfuerzo con el cicloergómetro (VE_{máx} de $35,5 \pm 11,4$ l/min), alcanzando una potencia (W_{máx}) de 51 ± 28 W (un 37% de los teóricos) y unos consumos de oxígeno máximos (VO₂máx) de $1,19 \pm 0,49$ l/min, muy por debajo de los valores teóricos para su edad, talla y peso (aproximadamente un 60%) (tabla II).

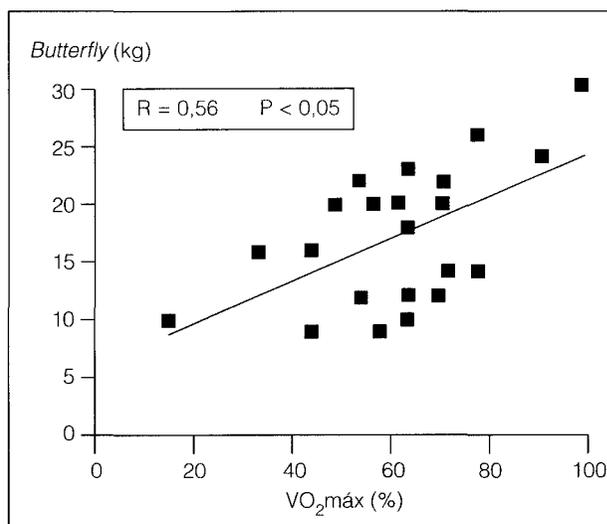


Fig. 2. Correlación lineal (r de Pearson) entre el consumo máximo de oxígeno respecto a su teórico VO₂máx (%) y el 1 RM con el ejercicio de Butterfly (kg).

TABLA III
Correlación del 1 RM con parámetros funcionales y de esfuerzo (r de Pearson)

	FEV ₁ (%)	VEmáx (l/min)*	VO ₂ máx (%)	Wmáx (%)	Endurance (min)
<i>Chest pulls</i> (kg)	0,01	0,44	0,45*	0,5*	0,18
<i>Butterfly</i> (kg)	-0,06	0,49	0,56*	0,56*	0,18
<i>Neck press</i> (kg)	-0,13	0,44	0,54*	0,55*	0,27
<i>Leg curls</i> (kg)	-0,2	0,48	0,5*	0,37	0,19
<i>Leg extension</i> (kg)	-0,03	0,52	0,4	0,26	0,09

Valores de la r de Pearson. *p < 0,05. Abreviaturas como en tablas I y II.

Con la bicicleta ergométrica regulada a un 70% de la potencia máxima que alcanzó cada paciente, la duración del ejercicio fue de 25 ± 21 min.

Al realizarles el test del 1 RM se encontró que los pacientes podían levantar una carga media de 37 kg en el ejercicio de *chest pulls*, 17 kg en el de *butterfly*, 21 kg en el de *neck press*, 15 kg en el de *leg curls* y 33 kg en el de *leg extension*.

Cuando se correlacionó el test del 1 RM con los diversos parámetros funcionales y de esfuerzo (tabla III), se encontró una falta de relación entre la fuerza muscular con el nivel de obstrucción (FEV₁ respecto a su teórico) y, en cambio, una correlación estadísticamente significativa con la VEmáx en los 5 ejercicios, con la VO₂máx (porcentaje respecto a su teórico) en cuatro de los cinco (fig. 2), con el Wmáx (porcentaje respecto a su teórico) en tres de los cinco y sin embargo no existió con la *endurance* medida en minutos.

No se hallaron correlaciones con la escala de disnea de Mahler (tabla IV) y al intentar establecerlas con la puntuación obtenida en el cuestionario de calidad de vida del CRQD éstas existieron con los ítems de fatiga (3 de los 5 ejercicios) y de función emocional (dos de los cinco) (tabla V).

Discusión

Según los resultados obtenidos, la fuerza muscular periférica en pacientes con EPOC no guarda relación con el nivel de obstrucción ni con la resistencia física del paciente, sino que parece estar más en relación con la capacidad máxima de ejercicio. Al analizar la calidad de vida y la escala de disnea de Mahler se encontró una relación con los ítems de fatiga y función emocional del CRQD. En general, los resultados de las correlaciones con los 5 ejercicios de fuerza en la estación multigimnástica son bastante similares, excepto con el de extensión de los miembros inferiores, debido probablemente a que es el que se presta a una menor reproducibilidad con la repetición por precisar una mayor colaboración por parte del paciente para su correcta ejecución.

Hamilton et al demostraron que los enfermos con EPOC o con otras patologías cardiorrespiratorias de carácter crónico (insuficiencia cardíaca, cardiopatía isquémica, fibrosis pulmonar, etc.) presentan una disminución de la fuerza en sus músculos periféricos y que, además, esta fuerza muscular contribuye significativamente a la capacidad de trabajo y a la intensidad de la sintomatología al esfuerzo¹⁸. De igual forma, intentamos determinar la fuerza muscular periférica en la

TABLA IV
Correlación de 1 RM con parámetros de disnea (Mahler) (r de Pearson)

	MT	IF	ME	Total
<i>Chest pulls</i> (kg)	0,3	-0,14	0,17	0,1
<i>Butterfly</i> (kg)	0,22	-0,11	0,13	0,07
<i>Neck pres</i> (kg)	0,25	0,07	0,14	0,17
<i>Leg curls</i> (kg)	0,34	-0,01	0,09	0,15
<i>Leg extension</i> (kg)	0,15	-0,24	-0,05	-0,07

Valores de la r de Pearson. *p < 0,05; MT: magnitud de la tarea; IF: incapacidad funcional; ME: magnitud del esfuerzo.

TABLA V
Correlación del 1 RM con el Chronic Respiratory Questionnaire Disease (r de Pearson)

	Disnea	Fatiga	Función emocional	C. enf.	Total
<i>Chest pulls</i> (kg)	-0,09	0,47*	0,27	-0,01	-0,02
<i>Butterfly</i> (kg)	0,11	0,36	0,34	0,08	0,1
<i>Neck pres</i> (kg)	0,15	0,45*	0,64*	0,28	0,18
<i>Leg curls</i> (kg)	0,09	0,62*	0,49*	0,24	0,43*
<i>Leg extension</i> (kg)	-0,14	0,21	0,05	-0,11	0,03

Valores de la r de Pearson. *p < 0,05.

EPOC medida con 5 ejercicios sencillos, empleando grandes masas musculares (utilizadas en las actividades cotidianas de los pacientes como subir escaleras, cargar pesos, asearse, etc.) e incorporamos algunos datos sobre su repercusión en la disnea y en la calidad de vida, parámetros que no habían sido previamente analizados en otros trabajos.

Como era de esperar, no se encontró relación con el grado de obstrucción ni con la resistencia al ejercicio submáximo. Entre otras razones, por la diferencia entre el tipo de fibras musculares requeridas en cada modalidad de ejercicio. Las fibras que con mayor frecuencia se pueden estimular son las rápidas o de tipo II con mayor capacidad glucolítica¹⁹, por lo que tendrán mejores condiciones de base para conseguir una fuerza más intensa y más explosiva aquellos sujetos con una proporción mayor de este tipo de fibras⁶. Las fibras tipo I, por otra parte, tienen una mayor capacidad oxidativa y son más apropiadas para la resistencia; incluso en algunos estudios se demuestra un predominio de este tipo de fibras en los pacientes con EPOC²⁰.

En cambio, hallamos una correlación significativa con parámetros de esfuerzo máximo como la VEmáx, el VO₂máx o el Wmáx. Estos resultados, pese a la falta de estandarización de los valores de fuerza muscular sobre

la población sana con estos ejercicios, nos permiten la posibilidad de intervenir mejorando la potencia muscular con diversos programas de rehabilitación utilizando ejercicios específicos para aumentar dicha potencia, teniendo en cuenta la especificidad del efecto entrenamiento para el músculo ejercitado. De esta manera, al aumentar el rendimiento muscular podríamos mejorar diversos parámetros de esfuerzo. Esto se ha comprobado en algunos estudios desarrollados en pacientes cardiopatas²¹, donde se demuestra que un entrenamiento combinado de ejercicios aeróbicos y de levantamiento de pesas mejora tanto la fuerza muscular como la resistencia de forma significativa que los únicamente entrenados de forma aeróbica. También hay estudios basados en ancianos²² que demuestran la posibilidad de ganancia en fuerza e hipertrofia muscular tras un entrenamiento adecuado con pesas.

Respecto a la EPOC, la bibliografía es escasa, destacando un trabajo realizado por Simpson et al en 14 pacientes²³, donde obtuvieron resultados similares a los explicados hasta ahora. Tras 8 semanas de entrenamiento con levantamiento de pesas, la fuerza del extensor de la pierna aumentó un 44% y el trabajo máximo desarrollado en el test de esfuerzo se incrementó un 20%, aunque este último no resultó estadísticamente significativo.

En resumen, según estos resultados, la fuerza muscular periférica en los pacientes con EPOC no se relaciona con el nivel de obstrucción ni con su *endurance* y sí con algunos parámetros de esfuerzo máximo. Así mismo, parece tener repercusión sobre los ítems de fatiga y función emocional de la calidad de vida (CRQD). Se necesitan nuevos estudios y más amplios en esta misma línea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Montemayor T, Alfajeme I, Escudero, Morera J, Sánchez Agudo L. Normativa de la Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR) sobre el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Arch Bronconeumol 1996; 32: 285-301.
2. Gallager CG. Exercise limitations and clinical exercise testing in chronic obstructive pulmonary disease. Clin Chest Med 1994; 15: 305-326.
3. Lake FR, Henderson K, Briffa T, Openshaw J, Musk W. Upper-limb exercise training in patients with chronic airflow obstruction. Chest 1990; 97: 1.077-1.082.
4. Couser JI, Martínez FJ, Celli B. Pulmonary rehabilitation that includes arm exercise reduces metabolic and ventilatory requirements for simple arm elevation. Chest 1993; 103: 37-41.
5. González JJ, Gorostiaga E. Concepto de fuerza. En: Fundamentos del entrenamiento a fuerza (1.ª ed.). INDE publicaciones, 1995; 19-63.
6. Ries AL, Ellis B, Hawkins RW. Upper extremity exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. Chest 1988; 93: 688-692.
7. Recomendaciones de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Normativa para espirometría forzada. Barcelona: Ed. Doyma, 1985.
8. American Thoracic Society. Standardization spirometry-1987 update. Am Rev Respir Dis 1987; 136: 1.285-1.289.
9. Dubois AB, Botelho SY, Bedell GN, Marshall R, Comroe JH. A rapid plethysmographic method for measuring thoracic gas volume: a comparison with a nitrogen washout in normal subjects. J Clin Invest 1956; 35: 322-329.
10. Roca J, Rodríguez R, Cobo E, Burgos F, Pérez J, Clausen JL. Single-breath carbon monoxide diffusing capacity prediction equations for a Mediterranean population. Am Rev Respir Dis 1990; 141: 1.026-1.032.
11. Roca J, Burgos F, Barbera JA, Sunyer J, Rodríguez R, Catellsague J et al. Prediction equations for plethysmographic lung volumes. Respir Med 1998; 92: 454-460.
12. Recomendaciones SEPAR. Normativa sobre gasometría arterial. Barcelona: Ed. Doyma, 1987.
13. Ortega F, Montemayor T, Sánchez A, Cabello F, Castillo J. Role of cardiopulmonary exercise testing and the criteria used to determine disability in patients with severe chronic obstructive disease. Am J Respir Crit Care Med 1994; 150: 747-751.
14. Mahler DA, Weinbergt DH, Wells CK et al. The measurement of dyspnea: contents, interobserver agreement and physiologic correlates of two new clinical indexes. Chest 1984; 85: 751-758.
15. Guyatt GH, Berman LB, Townsend M, Pugsley SO, Chambers LW et al. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. Torax 1987; 47: 733-738.
16. Güell R, Casan P, Sangenis M, Sentís J, Morante F, Borrás JM et al. Traducción y validación de un cuestionario de calidad de vida en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Arch Bronconeumol 1995; 31: 202-210.
17. González JJ, Gorostiaga E. Evaluación de la fuerza. En: Fundamentos del entrenamiento a fuerza (1.ª ed.). INDE publicaciones, 1995; 243-321.
18. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152: 2.021-2.031.
19. Lillegard WA, Terrio JD. Appropriate strength training. Med Clin North Am 1994; 78: 457-477.
20. Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with and without chronic respiratory failure. Eur Respir J 1990; 3: 192-196.
21. McCartney N, McKelvie RS, Haslam DR, Jones NL. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. Am J Cardio 1991; 67: 939-945.
22. Brown AB, McCartney N, Sale DG. Positive adaptation to weightlifting training in the elderly. J Appl Physiol 1990; 69: 1.725-1.733.
23. Simpson K, Killiam, K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomized controlled trial of weight lifting exercise in patients with chronic airflow limitation. Torax 1992; 47: 70-75.