

Estrategias de entrenamiento muscular en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. ¿Entrenamiento de resistencia, de fuerza o combinado?

T. Montemayor, F. Ortega

Unidad Médico-Quirúrgica. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.

Los músculos periféricos en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Mecanismos fisiológicos e interpretación

Los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) tienen una capacidad de esfuerzo disminuida, que además correlaciona débilmente con su deterioro funcional y grado de obstrucción^{1,2}.

Los factores limitantes de la capacidad de esfuerzo son múltiples. En los últimos años se ha considerado la limitación muscular periférica como un factor añadido a los ya clásicos, tales como la reducción de la capacidad ventilatoria, la limitación cardiovascular y de transporte e intercambio de gases. El hecho de que la capacidad de ejercicio tras un trasplante uni o bipulmonar no presente diferencias sería también un claro argumento de que no sólo los factores tradicionales influirían en la capacidad de ejercicio de estos pacientes³. Por otra parte, en pacientes con fallo cardíaco crónico y un grado de limitación funcional similar al de los enfermos con EPOC se ha descrito una disminución de la fuerza del cuádriceps, que correlaciona con la capacidad de ejercicio⁴. Asimismo, se ha observado que incluso en el sujeto normal se produce un descenso significativo del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) tras sólo 21 días de permanecer en cama. Este descenso precisa de entre 10 a 50 días para recuperar su nivel inicial⁵.

Killian et al⁶ estudiaron a 97 pacientes con EPOC y 320 sujetos control, a los que midieron la disnea y las molestias en las piernas con una escala de Borg durante una prueba de esfuerzo con cicloergómetro. Como era predecible, los pacientes con EPOC tenían disminuida su capacidad de esfuerzo, pero curiosamente al finalizar la prueba sus niveles de disnea y de molestias en las piernas eran similares a las de los sujetos sanos. Por otro lado, la disnea era más intensa que la molestia en

las piernas en el 26% de los pacientes con EPOC y en el 22% de los controles, mientras que las molestias en las extremidades predominaba en el 43% de los pacientes y en el 36% de los sujetos sanos. Todos estos hallazgos indican que la sensación de malestar en las extremidades inferiores representa un importante factor limitante para la realización de esfuerzo en pacientes con EPOC. Sin embargo, no ha sido hasta los últimos años cuando se ha profundizado en estos aspectos, a pesar de que ya desde hace tiempo se habían hecho algunas consideraciones sobre la debilidad muscular respiratoria y periférica en la EPOC⁷.

Recientemente, Hamilton et al⁸ analizaron durante una prueba de esfuerzo incremental con bicicleta ergométrica en 4.617 sujetos (785 con enfermedad pulmonar) la fuerza de los músculos respiratorios (presiones inspiratoria y espiratoria máximas [PI_{max} y PE_{max}]) y de cuatro grupos musculares de extremidades superiores e inferiores, además de los parámetros habituales. Tras ajustar a la población por edad, sexo y altura, se pudo observar que los pacientes con problemas respiratorios presentaban una disminución de la fuerza muscular respiratoria y periférica en comparación con los controles. La fuerza muscular contribuía de forma importante a la capacidad de esfuerzo y en los síntomas durante el mismo (disnea y molestias en las piernas) en ambos grupos. Un aumento de 2 veces la fuerza muscular se asociaba a un 25-30% de disminución de los síntomas y a un aumento de 1,5 veces la capacidad máxima de esfuerzo. Del mismo modo, Gosselink et al⁹ estudiaron a 41 pacientes con EPOC (FEV_1 $43 \pm 19\%$; prueba de marcha de 6 min, 372 ± 136 m), y observaron que la fuerza del cuádriceps y la PI_{max} eran los máximos determinantes del resultado en la prueba de 6 min de marcha, lo que demuestra, según los autores, la importante contribución de la fuerza de los músculos periféricos en la capacidad de esfuerzo general. Además, los autores pudieron observar que la transferencia del CO, la fuerza del cuádriceps y el FEV_1 eran las variables que más contribuían en el consumo máximo de oxígeno alcanzado. Un punto interesante en este estudio es la duda que se plantea sobre si la debilidad de los músculos es debida a la

Correspondencia: Dr. T. Montemayor.
Ramón y Cajal, 9 6.ºA. 41005 Sevilla.
Correo electrónico: tmontema@separ.es

Recibido: 5-12-2000; aceptado para su publicación: 13-2-2001.
(Arch Bronconeumol 2001; 37: 279-285)

pérdida de masa muscular que existe en los pacientes con EPOC¹⁰, tal como se había sugerido en estudios previos. Una disminución proporcional en la fuerza y la masa del músculo haría suponer que la atrofia fuese la única causa de la debilidad muscular. En esta línea, Decramer et al¹¹ observaron la presencia de una verdadera miopatía en pacientes con EPOC tratados con esteroides. Estos autores no encontraron correlación entre la masa muscular y la fuerza del cuádriceps, pues esta última tenía un mayor deterioro relativo. Bernard et al¹², sin embargo, parecen demostrar que las alteraciones se deben fundamentalmente a la atrofia muscular por inactividad crónica y desacondicionamiento. La fuerza muscular del cuádriceps, del pectoral mayor y del dorsal ancho, así como la masa muscular (medida por TC) eran menores en los pacientes con EPOC que en los sujetos control. La relación entre estructura y función, no obstante, era similar para ambos grupos, incluso considerando únicamente los pacientes tratados con corticoides. Además, la pérdida de fuerza en el cuádriceps era proporcionalmente más importante que la del pectoral y dorsal ancho. Por último, tanto la masa como la pérdida de fuerza muscular se correlacionaban aceptablemente con el grado de obstrucción de las vías aéreas. La desnutrición también se ha invocado como un factor más que contribuiría a la debilidad muscular¹³. Es interesante señalar, además, que los pacientes con EPOC y mayor debilidad muscular utilizarían más los recursos de salud¹⁴.

Nuestro propio grupo¹⁵, y en la misma línea, ha observado en pacientes con EPOC grave (FEV_1 $39 \pm 12\%$ valor de referencia) una correlación significativa de la fuerza en 5 grupos musculares de extremidades superiores e inferiores, con los parámetros tradicionales de esfuerzo máximo (ventilación máxima o $VE_{m\acute{a}x}$, $VO_{2m\acute{a}x}$ y carga máxima o $W_{m\acute{a}x}$), y con los dominios de fatiga y función emocional del cuestionario específico CRDQ de calidad de vida. Recientemente, Clark et al¹⁶ han demostrado una función muscular isocinética disminuida, incluso en pacientes con EPOC leve (FEV_1 $77 \pm 23\%$ valor de referencia). En este caso el déficit no podría ser explicado por factores clásicos, como la hipoxemia o la malnutrición. El uso de técnicas de resonancia espectroscópica magnética (P-RM), una técnica que permite una cuantificación no invasiva del metabolismo, sugiere que la capacidad oxidativa de la célula muscular esquelética está claramente alterada en la EPOC, tanto en reposo como, y sobre todo, en ejercicio^{17,18}, existiendo una activación temprana de la glucólisis anaerobia, con producción exagerada de ácido láctico. Maltais et al¹⁹, utilizando biopsias del vasto lateral (porción externa del cuádriceps), encuentran un aumento excesivo de ácido láctico durante el esfuerzo en pacientes con EPOC grave (FEV_1 $40 \pm 9\%$ valor de referencia), con disminución de la capacidad de diversas enzimas musculares correspondientes a la vía oxidativa (citratosintetasa y 3-hidroxiacil-CoA deshidrogenasa). El mismo grupo ha observado que los músculos periféricos de pacientes con EPOC presentan una mayor proporción de fibras tipo II y una disminución de la proporción de capilares²⁰. Jacobsson et al²¹, por su parte, también

aportan datos coincidentes sobre la disminución de la actividad de enzimas mitocondriales en el cuádriceps de pacientes con EPOC.

Entrenamiento muscular periférico

Como es bien conocido en el mundo del deporte, existen distintas estrategias de entrenamiento, dependiendo del objetivo del mismo. Por un lado, puede plantearse potenciar la resistencia (*endurance*) mediante entrenamiento con cargas relativamente bajas y trabajando con esquemas de tiempos largos o con muchas repeticiones. En este caso, en general, se trabaja con diferentes grupos musculares. Por otro lado, puede plantearse potenciar la fuerza (los levantadores de peso serían el mejor ejemplo), eligiendo masas musculares concretas, trabajando con cargas altas (del 80% de la carga máxima o incluso superiores) y durante períodos de tiempo cortos o con pocas repeticiones. En los pacientes con EPOC se han utilizado poco los programas de entrenamiento de fuerza, por la probable intolerancia o las posibles complicaciones. Además, el hecho de que el objetivo fundamental es mejorar la capacidad de realizar las actividades moderadas de la vida cotidiana, ha favorecido que los programas de resistencia hayan sido los más ampliamente utilizados. Sin embargo, a la luz de los datos que actualmente tenemos sobre debilidad y pérdida de masa muscular periférica se abren posibilidades de profundizar en alternativas de entrenar la fuerza o de diseñar programas que combinen entrenamiento de la fuerza y de la resistencia.

Entrenamiento de resistencia

Entrenamiento de extremidades inferiores y superiores. Cada vez hay más datos que demuestran la utilidad de los programas de rehabilitación en pacientes con EPOC, y estos programas son recomendados como una parte aconsejable del tratamiento por las sociedades científicas²²⁻²⁴. Sin embargo, en nuestro medio todavía se ofrece esta posibilidad terapéutica a un número muy limitado de pacientes, y muchos de los hospitales no poseen programas de rehabilitación activos.

Lacasse et al²⁵, en su metaanálisis que incluye 14 estudios cuidadosamente seleccionados, a los que exigen un programa de al menos 4 semanas de duración, demuestran la mejoría de la calidad de vida de los pacientes tras la rehabilitación respiratoria. En dos de los componentes del cuestionario CRDQ (disnea y control de la enfermedad), la mejoría estaría por encima del nivel de relevancia clínica. También se produce una mejoría en la capacidad funcional de ejercicio (prueba de 6 minutos de marcha) y en el ejercicio máximo. Sin embargo, los autores interpretaban con cautela estos datos por la heterogeneidad en la respuesta y la superposición entre significación clínica y estadística. Habría que señalar que de los 14 estudios sólo uno empleaba ejercicios de extremidades inferiores como única actividad. En otros 4 estudios se añadía el ejercicio de extremidades superiores, y en el resto se incorporaban distintos componentes adicionales (entrenamiento muscular respirato-

rio, ejercicios respiratorios, educación y soporte psicológico). Sólo uno de los estudios empleaba estrategias de entrenamiento de fuerza.

Otro metaanálisis²⁶ sobre la eficacia de la rehabilitación, que incluye 18 estudios, nueve de ellos coincidentes con el de Lacasse et al, se demuestra la mejoría de la calidad de vida, medida por dos cuestionarios específicos, y también en la capacidad máxima y funcional de esfuerzo. Lo más destacable de esta revisión es que esta mejoría se mantiene al menos durante 9 meses, independientemente de que se hiciese o no un programa de mantenimiento. Dos de los trabajos incluían pacientes asmáticos, lo que supone un factor de confusión. Como en el anterior metaanálisis, sólo 4 trabajos usaban entrenamiento de piernas, otros 4 añadían entrenamiento de extremidades superiores y en el resto se añadían otros componentes.

La revisión de la bibliografía, realizada por la ACCP/AACVPR²⁷ según criterios de medicina basada en la evidencia (MBE), reconoce una evidencia alta (tipo A) a la mejoría de la disnea y de la tolerancia al ejercicio tras el entrenamiento de extremidades inferiores. Reconoce una evidencia moderada (tipo B) para la mejoría en la calidad de vida, al ser incluidos algunos trabajos con cuestionarios genéricos que son bastante menos sensibles a los cambios tras un tratamiento. Finalmente, el entrenamiento de extremidades superiores presentaba también una evidencia de tipo B, por lo que los autores aconsejaban valorar la incorporación de este componente a los programas.

Existe un estudio más reciente con una selección aleatoria y un gran número de pacientes²⁸ (99 tratados frente 101 controles), que además fueron seguidos durante un año. Los autores demuestran una mejoría en la capacidad de esfuerzo medida mediante la prueba "de lanzadera" (*shuttle walking test*), muy empleada por nuestro grupo^{29,30}. También se observa que hay cambios favorables en la calidad de vida, medida con cuestionarios específicos (CRDQ y SGRQ), genéricos (SF36) y de ansiedad/depresión (HAD). Estos resultados se mantienen al año.

Por tanto, son escasos los ensayos clínicos con una selección aleatoria de pacientes que estudien el efecto

de ejercicio y entrenamiento aislado de extremidades inferiores, sin añadir otros componentes. En nuestro grupo exploramos esta posibilidad mediante un sencillo aunque estandarizado programa domiciliario, consiguiendo claras mejorías en la capacidad de resistencia al ejercicio, en la disnea (escalas del MRC y de Mahler) y en la calidad de vida (CRDQ), aunque no en la capacidad máxima de ejercicio³¹. En este estudio incluimos pacientes con una EPOC de moderada-grave intensidad (FEV_1 $41,7 \pm 15,6\%$ valor de referencia) (tabla I). Es interesante señalar que esta ausencia de respuesta en la capacidad de esfuerzo máximo también ha sido descrita en otros programas domiciliarios^{32,33}, y que las mejorías obtenidas por programas más controlados son de todas formas bastante modestas (del orden de 8-10 W).

Interpretación de la mejoría. Los programas de rehabilitación con ejercicio de cierta intensidad³⁴ parecen producir un efecto entrenamiento parecido al de los tradicionales de menor intensidad, con disminución de la ventilación (V_E) para un nivel de esfuerzo determinado, una reducción de la producción de ácido láctico y una mejoría de la capacidad de las enzimas oxidativas musculares. Se ha observado que existe una correlación inversa entre el aumento de las enzimas oxidativas (CS y HADH) y el porcentaje de cambio del nivel de ácido láctico durante el ejercicio tras el entrenamiento de la resistencia³⁵. En estudios previos no se observó modificación de las enzimas, probablemente porque incluían programas de baja intensidad y poco exigentes.

Se ha descrito que el entrenamiento produce en el pleno estructural una hipertrofia de las fibras musculares, un aumento en la capilarización y en los valores de mioglobina y también cambios en la proporción de fibras IIB a IIA^{36,37}.

Casabury et al³⁸, en un grupo de pacientes con EPOC grave, demuestran mejorías en la capacidad de esfuerzo y en la disnea tras el programa de rehabilitación. Sin embargo, estas mejorías no parecen deberse al efecto entrenamiento, pues la disminución de la V_E no se relacionaba con una disminución del ácido láctico. Los autores sugerían que los beneficios podían deberse a una mejoría del patrón ventilatorio (mayor volumen corriente [V_T] y menor frecuencia respiratoria), que explicaría

TABLA I
Efectos de la rehabilitación. Programa domiciliario

Variables	Grupo de rehabilitación			Grupo control		
	Basal	12 semanas	p	Basal	12 semanas	p
SWT (m)	418,5 ± 145,9	428 ± 138,6	NS	464,1 ± 172,9	441,2 ± 167,6	NS
VO ₂ máx (l/m)	1,3 ± 0,4	1,4 ± 0,5	NS	1,2 ± 0,5	1,3 ± 0,4	NS
Resistencia						
Tiempo (min)	17,1 ± 12,3	36 ± 24,5	0,01	24,2 ± 16,7	26,6 ± 16,6	NS
Distancia (m)	1.247 ± 980	2.650 ± 2.056	0,01	1.829 ± 1.477	2.017 ± 1.452	NS
MRC	3,2 ± 0,9	2,6 ± 1	0,02	3,4 ± 0,9	3,13 ± 1,1	NS
BDI (Mahler)	4,7 ± 2,2	6,3 ± 2	0,03	5,4 ± 2,9	5,1 ± 2,9	NS
CRDQ						
Disnea	14,7 ± 5,1	20,1 ± 5,7	0,001	16,1 ± 5,3	17,6 ± 6	0,01
Fatiga	17,4 ± 4,9	21,1 ± 5,8	0,001	20,1 ± 3,9	20,2 ± 4,3	NS
F. emocional	30,8 ± 7,9	36,5 ± 8,5	0,001	34,2 ± 10,5	36,2 ± 9,2	NS
Control de la enfermedad	19,4 ± 5,1	21,9 ± 5	0,001	20,2 ± 6,5	20 ± 6,5	NS

Valores expresados en medias ± DE; CRDQ: Chronic Respiratory Disease Questionnaire; MRC: escala de disnea del Medical Research Council³¹.

la disminución del espacio muerto (relación V_D/V_T). Estos cambios podrían deberse a una mejor función de los músculos inspiratorios, aunque esta idea entra en el terreno especulativo. El entrenamiento daba lugar, además, a una mejor función cardíaca y a un mejor metabolismo muscular, que justificarían la mayor rapidez en alcanzar la fase de meseta en el consumo de oxígeno.

O'Donnell et al³⁹ observaron que tras su programa de entrenamiento de la resistencia en pacientes con EPOC grave (FEV_1 $41 \pm 3\%$ valor de referencia), se producían mejorías en la disnea y en la resistencia al esfuerzo. El programa conseguía mejorar también la fuerza del cuádriceps y de los músculos respiratorios, aunque estos factores no se relacionaban con los cambios clínicos ni con el aumento de tolerancia al ejercicio. La disminución de la ventilación tras el entrenamiento a un esfuerzo determinado (sin cambios en el V_T ni en los volúmenes pulmonares), parecería debida a la reducción de la carga metabólica, a la disminución del espacio muerto fisiológico y a la menor eliminación de CO_2 , con disminución de la demanda al centro respiratorio.

En resumen, no hay una explicación clara de por qué se consigue la mejoría funcional, ni tampoco está totalmente definido si los mecanismos pueden ser diferentes según la gravedad de la enfermedad. Para explicar la mejoría también se han invocado mecanismos de desensibilización a la disnea, factores psicológicos, etc. Por otro lado, hemos comprobado que aunque se pretenda aumentar la resistencia con este tipo de programas, se obtiene también un aumento de la fuerza, aunque más moderado que cuando trabajamos con programas específicos para esta variable funcional. Sobre estos puntos se han publicado revisiones recientes de la American Thoracic Society y la European Respiratory Society^{40,41}, así como una excelente revisión realizada en nuestro país por De Lucas et al⁴².

Entrenamiento de fuerza

A diferencia de los entrenamientos clásicos de resistencia (bicicleta ergométrica, tapiz, andar, escaleras, etc.), los programas enfocados a potenciar la fuerza han sido muy poco utilizados en pacientes con EPOC.

Existen datos de programas realizados en sujetos sanos, con esquemas de intervención de 3 días por semana, durante 12 semanas, trabajando con pesas al 80% de la fuerza máxima, con 3 series de 8 repeticiones cada una. Con este tipo de entrenamiento se obtiene un aumento de la masa muscular y de la fuerza de los músculos entrenados⁴³. Es un entrenamiento bien tolerado por personas de edad, que consigue mejorar su capacidad física e incluso su $VO_{2m\acute{a}x}$ ^{44,45}. Sorprendentemente, el consumo de oxígeno no parece cambiar en sujetos jóvenes o ya entrenados^{46,47}. Además, se han descrito mejorías del metabolismo oxidativo, con aumento de capilares por fibra⁴⁴. Existen también algunos trabajos de interés realizando esta modalidad de entrenamiento en pacientes con enfermedades cardiovasculares y neuromusculares^{48,49}.

Tal como hemos descrito en la introducción, los pacientes con EPOC tienen debilidad muscular periférica,

que contribuye a sus síntomas y a la limitación al esfuerzo. Por ello, parece lógico plantear el posible interés de programas de rehabilitación que traten de mejorar estos déficit, con entrenamientos dirigidos a aumentar la masa muscular y la fuerza. O'Hara et al⁵⁰ realizaron un trabajo pionero en el que estudiaron dos grupos reducidos de pacientes con EPOC, a los que se hacía pasear cargando con paquetes que suponían pequeños pesos (2,5 kg). En uno de los grupos, además, se les entrenaba con 5 ejercicios con pesos progresivamente mayores (de 4,3 hasta 10 kg). Los pacientes realizaban 3 series de 10 repeticiones cada una. Aunque la fuerza isométrica muscular mejoraba en los dos grupos, en el de pesas progresivas se producía un aumento significativo en la prueba de marcha de los 12 min, y en la resistencia obtenida en un esfuerzo submáximo en cicloergómetro. Sin embargo, este estudio tiene algunos problemas metodológicos. La muestra es muy pequeña y no se puede considerar que se utilizara un entrenamiento estrictamente de fuerza (un 60 de su carga máxima).

Simpson et al⁵¹, en un grupo también reducido de pacientes con EPOC grave (14 tratados y 14 controles, FEV_1 $40 \pm 19\%$ valor de referencia), aplicaron un programa de entrenamiento a fuerza 3 veces por semana, durante 8 semanas. Los autores utilizaban una estación de gimnasia y aplicaban 3 tipos distintos de ejercicios: flexión de brazos ($12,1 \pm 1,22$ kg al inicio, y $15,9 \pm 1,4$ kg tras el programa), extensión bilateral de rodillas ($17,2 \pm 2,8$ kg, inicial $24,8 \pm 3,7$ kg final) y "presión" de piernas. Se realizaron 3 series de 10 repeticiones, variando progresivamente del 50 al 85% de su máximo (1RM). Tras el programa, su 1RM aumentaba un 33, un 44 y un 16%, respectivamente, para cada uno de los 3 ejercicios aplicados. Por otro lado, la resistencia se incrementaba un 73% (medida durante un esfuerzo submáximo al 80%) y también mejoraba la calidad de vida, medida por el cuestionario específico CRDQ, y concretamente en sus áreas de disnea, fatiga y control de la enfermedad. Por el contrario, no se produjeron variaciones en el nivel de esfuerzo máximo ni en la prueba de caminar durante 6 min. Ante estos resultados, los autores defendían la utilidad de este tipo de entrenamiento, que además era bien tolerado por los pacientes y provocaba menor disnea que los programas tradicionales enfocados a la mejoría de la resistencia.

Clark et al⁵² realizaron un estudio controlado (16 controles, 32 entrenados), durante 3 meses, de entrenamiento de las extremidades superiores con pesas, aunque con cargas demasiado bajas para ser considerado realmente como un entrenamiento de fuerza. Observaron un aumento de la resistencia en el test de paseo y una mejor adaptación fisiológica en el ejercicio submáximo (reducción de los equivalentes para el O_2 y el CO_2), aunque no se producían cambios en el esfuerzo máximo. Los mismos autores, en un trabajo más reciente¹⁶, estudiaron a 43 pacientes con EPOC (FEV_1 $77 \pm 23\%$ valor de referencia, 26 entrenados y 17 controles) y 52 sujetos sanos sedentarios. Los individuos entrenaban con 8 tipos de ejercicios de extremidades, con pesas, y al 70% de su máximo (revisión a la mitad del es-

TABLA II
Comparación de cada tipo de entrenamiento en incrementos respecto al basal

	ST	p (ST-END)	END	p (END-END + ST)	END + ST	(ST-END + ST)
Prueba de resistencia(min)	8,3 (15,9)	< 0,001	33,6 (20,6)	NS	24 (17)	< 0,017
Prueba de fuerza 1RM (kg)						
Presa torácica	16 (6)	< 0,001	5 (3)	< 0,001	16 (7)	NS
“Mariposa”	12 (4)	< 0,001	3 (6)	< 0,001	9 (4)	< 0,01
Presa de cuello	8 (3)	< 0,001	1 (3)	< 0,001	8 (5)	NS
Flexión de piernas	16 (5)	< 0,001	5 (4)	< 0,001	14 (5)	NS
Flexión de piernas	19 (8)	< 0,001	8 (6)	< 0,001	19 (5)	NS

Los valores se expresan en medias (DE); ST: grupo de entrenamiento de fuerza; END: grupo de entrenamiento de resistencia; END + ST: grupo de entrenamiento combinado; NS: p < 0,05⁵⁴.

TABLA III
Comparación según el tipo de entrenamiento en incrementos respecto al basal

	ST	p (ST-END)	END	p (END-END + ST)	END + ST	p (ST-END + ST)
VO _{2máx} (l/m)	0,13 (0,35)	NS	0,15 (0,28)	NS	0,08 (0,18)	NS
VO _{2máx} (% ref)	10 (20)	NS	7 (15)	NS	4 (11)	NS
W _{máx} (W)	5 (12)	NS	11 (12)	NS	5 (17)	NS
BDI						
Magnitud de la tarea	0,5 (0,6)	NS	0,4 (0,6)	NS	0,5 (0,5)	NS
Magnitud del esfuerzo	0,7 (0,8)	NS	0,4 (0,6)	NS	0,5 (0,5)	NS
Déficit funcional	0,4 (0,8)	NS	0,5 (0,6)	NS	0,3 (0,6)	NS
CRDQ						
Disnea	0,8 (1,2)	NS	0,8 (1)	NS	0,7 (0,8)	NS
Fatiga	0,9 (1,2)	NS	0,6 (1,1)	NS	0,4 (1)	NS
F. emocional	0,7 (0,9)	NS	0,1 (0,9)	NS	0,3 (0,5)	NS
Control de la enfermedad	0,4 (0,9)	NS	0,3 (1,2)	NS	0,3 (0,6)	NS

Los valores se expresan en medias (DE). ST: grupo de entrenamiento de fuerza; END: entrenamiento de resistencia; EDN + ST: grupo de entrenamiento combinado; BDI: índice de disnea basal (*baseline dyspnea index*); CRDQ: Chronic Respiratory Disease Questionnaire⁵⁴.

tudio), utilizando 3 series de 10 repeticiones. Se consiguió una mejoría en la fuerza muscular isocinética y un incremento de la resistencia al esfuerzo (andando en tapiz rodante), pero no hubo cambios en el VO_{2máx}.

Entrenamientos combinados (fuerza y resistencia)

Bernard et al⁵³, recientemente, estudiaron a un grupo de pacientes con EPOC que entrenaban la resistencia (ejercicio en bicicleta, entrenamiento aeróbico o AERO), comparándolo con otro grupo de pacientes en el que además de realizar el ejercicio en bicicleta, se añadía un tipo de entrenamiento de fuerza con 4 ejercicios con pesos (AERO + ST). Los pacientes tenían una EPOC de moderada-grave intensidad (FEV₁ 39 ± 12% valor de referencia). Los ejercicios consistían en extensión bilateral de rodillas (principalmente músculo vasto lateral), presa de piernas (glúteos), flexión bilateral de brazos con aducción de hombros (dorsal ancho) y presa sentada para el pectoral mayor. En el grupo de entrenamiento combinado (AERO + ST) se conseguía un aumento de la fuerza y de la masa muscular (medida por TC) significativamente mayor que en el grupo de AERO. Este último sólo aumentaba significativamente la fuerza muscular del cuádriceps (probablemente debido a la especificidad del entrenamiento), aunque menos que el grupo AERO + ST, sin cambios en el resto de músculos explorados. Además, cuando se comparaba con los sujetos sanos entrenados, el aumento de fuerza

y masa muscular no parecían tan completo. A pesar de las diferencias mencionadas, se produjeron mejorías en la capacidad de esfuerzo máximo, en la prueba de la marcha de 6 min y en la calidad de vida, pero no se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos. La conclusión del estudio es que el entrenamiento combinado es bien tolerado por los pacientes y puede ser una alternativa válida de entrenamiento, aunque no demuestra ventajas adicionales a las de los programas más clásicos de resistencia. Los autores también remarcan que este tipo de programas supone para los pacientes una menor sobrecarga y menor disnea.

Finalmente, mencionar nuestra propia experiencia en este tema. En este sentido realizamos un trabajo que incluía la comparación de los tres tipos de esfuerzo mencionados anteriormente, aeróbico o de resistencia (END), de fuerza (ST) y combinado (END + ST), y además con un grupo control con visitas clínicas pero sin entrenamiento⁵⁴. Los pacientes, con una EPOC grave (FEV₁ 33-41% valor de referencia) estaban aleatoriamente asignados a cada uno de los 4 grupos. El grupo END entrenaba en bicicleta 40 min, con períodos de calentamiento y enfriamiento. El grupo ST entrenaba 40 min con 4 series de 6-8 repeticiones de 5 clases de ejercicios con pesas al 70-85% de su 1RM, y con aumentos bisemanales tras comprobar los nuevos niveles, utilizando una estación multigimnasia. El grupo END + ST entrenaba 20 min en bicicleta y otros 20 haciendo 2 series de los mismos 5 ejercicios que hacían los pacientes del

grupo ST. Los programas eran de 1 h, 3 veces por semana y durante 12 semanas. Los ejercicios consistían en flexión de piernas (bíceps femoral y *gastrocnemius*), extensión de piernas (cuádriceps femoral), "mariposa" (pectoral mayor), flexión y aducción de brazos (dorsal ancho) y presa de brazos (deltoides y tríceps braquial). Los resultados están resumidos en las tablas II y III. En concreto, diremos que el entrenamiento era específico, consiguiendo fundamentalmente un aumento de la fuerza en todos los grupos musculares entrenados en el grupo ST, un mayor aumento de la resistencia en el grupo END y que ambos beneficios se obtenían en el grupo END + ST. Sin embargo, al igual que Maltais et al, con el grupo combinado, no encontramos diferencias en el nivel de esfuerzo máximo, en la prueba de marcha "de lanzadera" (SWT), en la disnea ni en la calidad de vida (medida con el CRDQ) entre los tres tipos de entrenamiento, a pesar de que todos esos parámetros mejoraron significativamente. La modalidad de ejercicio combinado era sencilla, variada, muy aceptada por los pacientes y parecía recoger las ventajas de los otros programas. No obstante, los resultados deben ser analizados con cautela, ya que es posible que no estemos valorando algunas de las eventuales ventajas de cada modalidad, como serían la reducción en la fatigabilidad o el mantenimiento de los efectos durante un largo período. Es posible también que este tipo de entrenamiento fuera más indicado en pacientes con mayor debilidad o con mayor pérdida muscular; sin embargo, en nuestro trabajo los pacientes no fueron seleccionados por dichas características.

En definitiva, los programas tanto de resistencia como de fuerza o combinados parecen alternativas válidas de entrenamiento muscular. No obstante, existen aún demasiadas diferencias entre el contenido, la complejidad y la duración de los programas, que convendría homogeneizar en un futuro. Asimismo, sería importante poder contestar las distintas incógnitas planteadas y lograr una mejor comprensión de los mecanismos de acción.

BIBLIOGRAFÍA

- Jones NL, Jones G, Edward RHT. Exercise tolerance in chronic airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103: 477-491.
- 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 pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 747-751.
- Low DE, Trulock EP, Kaiser R, Pargue MK, Dresler C, Ettinger N et al. Morbidity, mortality and early results of single versus bilateral lung transplantation for emphysema. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 1119-1126.
- Lipkin DP, Jones DA, Round JM, Poole-Wilson PA. Abnormalities of skeletal muscle in patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol* 1988; 18: 187-195.
- Saltin B, Blomqvist G, Mitchell JH, Johnson RL Jr, Windenthal K, Chapman CB. Response to exercise after bed rest and training. *Circulation* 1968; 38: 1-78.
- Killian KJ, LeBlanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 935-938.
- Tobin MJ. Respiratory muscles in disease. *Clin Chest Med* 1988; 9: 263-286.
- 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: 2021-2031.
- Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 976-980.
- Schols MWJ, Soeters PB, Dingemans MC, Mortert R, Frantzen PJ, Wouters JPB. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 1151-1156.
- Decramer M, Lacquet LM, Fagard R, Rogiers P. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1994; 150: 11-16.
- Bernard S, LeBlanc P, Whittom F, Carrier G, Tobin J, Belleau R et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 629-634.
- Donahoe M, Rogers RM, Wilson DO, Pennock BE. Oxygen consumption of the respiratory muscles in normal and malnourished patients with COPD. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140: 385-391.
- Decramer M, Gosselink R, Troosters J, Verschueren M, Evers G. Muscles weakness is related to utilization of health care resources in COPD patients. *Eur Respir J* 1997; 10: 417-423.
- Toral J, Ortega F, Cejudo P, Elías T, Sánchez H, Montemayor T. Fuerza de los músculos periféricos en pacientes con EPOC estable: correlación con parámetros funcionales respiratorios y de calidad de vida. *Arch Bronconeumol* 1999; 35: 117-121.
- 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.
- Kutsuzawa T, Shioya S, Kurita D, Haide M, Ohta Y, Yamebayashi H. ³¹P-NMR study of skeletal muscle metabolism in patients with chronic respiratory impairment. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 1019-1024.
- Wuyam B, Payen JF, Levy P, Bensaidane H, Reutenauer H, LeBas JF et al. Metabolism and aerobic capacity of skeletal muscle in chronic respiratory failure related to chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir Dis* 1992; 5: 157-162.
- Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 288-293.
- Jobin J, Maltais F, Doyan JF, LeBlanc P. Chronic obstructive pulmonary disease, capillary and fibres type characteristics of skeletal muscle. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 432-437.
- Jacobsson P, Jorfeldt L, Henriksson J. Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 374-377.
- American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease: ATS Statement. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: S77-S120.
- Siafakas NM, Vermeire P, Pride et al. Optimal assessment of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). A consensus statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1995; 8: 1398-1420.
- Montemayor T, Alfajeme I, Escudero C, Morera J, Sánchez AL. Normativa sobre diagnóstico y tratamiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Sociedad Española de Patología Respiratoria y Cirugía Torácica (SEPAR). *Arch Bronconeumol* 1996; 32: 285-301.
- Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, King D, Cook DJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 1996; 348: 115-119.
- Cambach W, Wagenaar RC, Koelman TW, Van Keimpema AR, Kemper HC. The long-term effects of pulmonary rehabilitation in patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a research synthesis. Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 1: 103-111.
- American College of Chest Physicians, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation Guidelines panel. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. *Chest* 1997; 112: 1363-1396.

28. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, Lewis-Jenkins V, Mullins J, Shiels K et al. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000; 355: 362-368.
29. Elías MT, Fernández J, Toral J, Ortega F, Sánchez H, Montemayor T. Reproducibilidad de un test de paseo de carga progresiva (*shuttle walking test*) en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Arch Bronconeumol* 1997; 33: 64-68.
30. Morales JA, Martínez A, Méndez M, Agarrado A, Ortega F, Fernández J et al. The shuttle walk test for assessment of functional capacity in chronic heart failure. *Am Heart J* 1999; 138: 291-298.
31. Elías MT, Montemayor T, Ortega F, Sánchez H, Sánchez R, Castillo J. Results of a home based training program for patients with COPD. *Chest* 2000; 118: 106-114.
32. Wijkstra PJ, van Altena R, Kraan J, Otten V, Postma DS, Koeter GH. Quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease improves after rehabilitation in the home. *Eur Respir J* 1994; 7: 269-273.
33. Wedzicha JA, Bestal 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.
34. Casabury R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reduction 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.
35. Maltais F, LeBlanc P, Simard C, Jobin J, Bérubé CH, Bruneau 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.
36. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *L Appl Physiol* 1984; 56: 831-838.
37. Saltin B, Gollnick PD. Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. En: Peachey LD, editor. *The handbook of physiology: the skeletal muscle system*. Bethesda Md: American Physiological Society, 1982; 555: 631.
38. Casabury R, Porzasz J, Burns MR, Carithers ER, Chanh RSY, Cooper CB. Physiological benefits of exercise training in rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 1541-1551.
39. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 1489-1497.
40. American Thoracic Society. *Pulmonary Rehabilitation 1999*. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1666-1682.
41. European Respiratory monograph. En: Donner CF, Decramer M, editores. *Pulmonary rehabilitation*. Published by ERS. *Eur Respir* 2000; 13: 1-200.
42. De Lucas MP, Güell R, Sobradillo V, Jiménez C, Sangenis M, Montemayor T et al. Rehabilitación respiratoria. Normativa SEPAR. *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 257-274.
43. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men/skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988; 64: 1038-1044.
44. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. Strength training and determinants of $\dot{V}O_{2\max}$ in older men. *J Appl Physiol* 1990; 68: 329-333.
45. Fiatarone MA, O'Neill EF, Doyle Ryan N, Clements KM, Solares GR, Nelson ME et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330: 1769-1775.
46. Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, Cartier LJ, Dalsky GP, Hagberg JB et al. Effects of high intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports and Exerc* 1984; 16: 483-488.
47. Hickson RC, Dvorak BA, Gorostiaga EM, Kurowski TT, Foster C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol* 1988; 65: 2285-2290.
48. McCartney N, Mckelvie RS, Haslan DRS, Jones NL. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991; 67: 939-945.
49. McCartney N, Moroz D, Garner S, McComas A. The effects of strength training in patients with selected neuromuscular disorders. *Med Sci Sports Exe* 1988; 20: 362-382.
50. O'Hara WJ, Lasachuk KE, Matheson PC, Renahan MC, Schlotter DG, Lilker ES. Weight training and backpacking in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 1984; 29: 1202-1210.
51. Simpson K, Killian KJ, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992; 47: 70-75.
52. Clark CJ, Cochrane JE, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996; 9: 2590-2596.
53. Bernard S, Whittom F, LeBlanc P, Jobin J, Belleau R, Berubé C et al. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 896-901.
54. Toral J, Ortega F, Cejudo P, Elías MT, Sánchez H, Montemayor T. Repercusión fisiológica y en calidad de vida de un programa de entrenamiento con ejercicio en pacientes con EPOC estable. *Arch Bronconeumol* 1998; 34: S33-S36.