

Efecto del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la fuerza muscular y la calidad de vida en pacientes con limitación crónica del flujo aéreo. Ensayo clínico aleatorizado

P. Serón^a, P. Riedemann^b, S. Muñoz^c, A. Doussoulin^{b,d}, P. Villarroel^{b,c} y X. Cea^b

^aDepartamento de Cirugía y Traumatología. Capacitación, Investigación y Gestión para la Salud Basada en Evidencias (CIGES). Facultad de Medicina. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile.

^bDepartamento de Medicina Interna. CIGES. Facultad de Medicina. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile.

^cDepartamento de Salud Pública. CIGES. Facultad de Medicina. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile.

^dDepartamento de Pediatría. CIGES. Facultad de Medicina. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile.

OBJETIVO: La limitación crónica del flujo aéreo (LCFA) es causa importante de morbilidad y mortalidad. Para su manejo se describe la rehabilitación pulmonar, que incluye el entrenamiento muscular inspiratorio. El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad del entrenamiento muscular inspiratorio par mejorar variables fisiológicas y funcionales.

PACIENTES Y MÉTODOS: Ensayo clínico controlado y aleatorizado en 35 pacientes con LCFA, de los que 17 recibieron una intervención experimental y 18 una de control. La intervención experimental consistió en un programa de 2 meses de entrenamiento de músculos inspiratorios usando un dispositivo que administraba una resistencia de un 40% de la presión inspiratoria máxima. Se evaluaron la fuerza muscular inspiratoria, la tolerancia al ejercicio, la función respiratoria y la calidad de vida.

RESULTADOS: El tratamiento experimental mostró una mejoría significativa en la fuerza muscular inspiratoria ($p = 0,02$). Todos los pacientes mejoraron a lo largo del tiempo independientemente del tratamiento experimental ($p < 0,001$); la presión inspiratoria máxima aumentó en 8,9 cmH₂O por mes de entrenamiento; asimismo, hubo un aumento de 0,56 puntos en el cuestionario que evaluó la calidad de vida relacionada con la salud.

CONCLUSIÓN: La utilización específica de un dispositivo de carga umbral es efectiva en el fortalecimiento muscular inspiratorio, medido a través de la presión inspiratoria máxima, al primer mes de entrenamiento en pacientes con LCFA. Es necesario estudiar su efecto a largo plazo y su impacto sobre la calidad de vida en un mayor número de pacientes.

Palabras clave: Calidad de vida relacionada con la salud. Limitación crónica del flujo aéreo. Rehabilitación pulmonar. Músculos respiratorios. Ensayo clínico.

Effect of Inspiratory Muscle Training on Muscle Strength and Quality of Life in Patients With Chronic Airflow Limitation: a Randomized Controlled Trial

OBJECTIVE: Chronic airflow limitation (CAL) is a significant cause of illness and death. Inspiratory muscle training has been described as a technique for managing CAL. The aim of the present study was to evaluate the effectiveness of inspiratory muscle training on improving physiological and functional variables.

PATIENTS AND METHODS: Randomized controlled trial in which 35 patients with CAL were assigned to receive either an experimental (n=17) or control (n=18) intervention. The experimental intervention consisted of 2 months of inspiratory muscle training using a device that administered a resistive load of 40% of maximal static inspiratory mouth pressure (PI_{max}). Inspiratory muscle strength, exercise tolerance, respiratory function, and quality of life were assessed.

RESULTS: Significant improvement in inspiratory muscle strength was observed in the experimental training group ($P=0,02$). All patients improved over time in both groups ($P<0,001$). PI_{max} increased by 8.9 cm H₂O per month of training. Likewise, the health-related quality of life scores improved by 0.56 points.

CONCLUSION: Use of a threshold loading device is effective for strengthening inspiratory muscles as measured by PI_{max} after the first month of training in patients with CAL. The long-term effectiveness of such training and its impact on quality of life should be studied in a larger number of patients.

Key words: Health-related quality of life. Chronic airflow limitation. Respiratory rehabilitation. Respiratory muscles. Randomized controlled trial.

Estudio financiado por la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad de La Frontera, Temuco, Chile (proyecto IN 00/01).

Correspondencia: Prof. P. Serón.
Facultad de Medicina. Universidad de La Frontera.
Manuel Montt, 112. Temuco. Chile.
Correo electrónico: pseron@ufro.cl

Recibido: 3-5-2004; aceptado para su publicación: 22-2-2005.

Introducción

La limitación crónica del flujo aéreo (LCFA) es una causa importante de morbilidad y mortalidad en el mundo y su incidencia va en aumento en la medida que también aumentan el hábito tabáquico y la esperanza de vida. En Chile, el 20% de las muertes por causa respiratoria están producidas por enfermedad pulmonar obs-

tractiva crónica (EPOC), el principal componente de la LCFA, y anualmente fallece una media de 1.600 personas por esta enfermedad¹.

Además de las alteraciones físicas, una proporción importante de pacientes que tienen LCFA son incapaces de disfrutar de la vida en todos sus matices debido a la dificultad respiratoria, la inactividad impuesta por los síntomas, aparte de los inconvenientes mecánicos de su sistema respiratorio². En consecuencia, uno de los objetivos principales del manejo de estos pacientes es mejorar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS)^{3,4}.

Dentro del manejo de estos pacientes, la rehabilitación pulmonar cumple un papel fundamental, en cuanto contribuye a la reinserción social y mejora la calidad de vida. Los programas de rehabilitación pulmonar constan de diferentes componentes y, a la luz de la evidencia disponible, resulta difícil distinguir cuál es la contribución relativa de algunos de ellos⁵⁻⁸. Entre estos componentes están el cuidado general, el cuidado pulmonar (drenaje bronquial, facilitación de la tos, etc.), el ejercicio general, el entrenamiento funcional, la educación, el tratamiento psicossocial⁴, la asistencia ventilatoria electiva, la ventilación mecánica no invasiva y el cuidado domiciliario².

El papel potencial de la debilidad muscular ventilatoria y posible fatiga, como causa de limitación ventilatoria y fallo respiratorio en pacientes con enfermedad respiratoria crónica, ha estimulado la introducción de su entrenamiento en los programas de rehabilitación. Varios estudios sobre entrenamiento muscular inspiratorio han demostrado pequeñas diferencias en parámetros fisiológicos y sintomáticos⁹⁻¹⁶. Los resultados de estas investigaciones son contradictorios y dependen de la modalidad de la resistencia aplicada y de la intensidad de ésta; aun así, se señala que el entrenamiento de resistencia con patrón respiratorio controlado y generación de presión sustancial durante la inspiración puede dar lugar a apreciables mejorías de la fuerza, resistencia y sensación de disnea, con la consiguiente reducción de la incomodidad de las actividades de la vida diaria, aumento de la capacidad funcional y mejoría de la calidad de vida^{12,14,15}.

En este contexto, el presente estudio pretende determinar el efecto del entrenamiento muscular inspiratorio con tasa de flujo controlado sobre: *a*) la fuerza muscular inspiratoria; *b*) la tolerancia al ejercicio; *c*) la función respiratoria, y *d*) la CVRS, en pacientes con LCFA.

Pacientes y métodos

Diseño

Se ha realizado un ensayo clínico controlado y aleatorizado donde, mediante aleatorización en bloques de distinto tamaño, se asignó a los pacientes elegibles al grupo experimental o al control. Llevó a cabo el proceso de aleatorización una persona independiente que no participó en ninguna otra etapa del estudio. Se efectuó el seguimiento de estos pacientes durante un período de 2 meses. Los pacientes, los supervisores y los encargados de realizar las mediciones desconocían el tratamiento asignado a los primeros.

Sujetos

Se realizó un muestreo de casos consecutivos que incluyó a pacientes, tanto varones como mujeres, mayores de 20 años

con LCFA en control y tratamiento médico en la Unidad de Neumotisiología del Centro de Diagnóstico y Tratamiento y en los consultorios urbanos de la ciudad de Temuco (Chile), que tuviesen un volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV_1) $\leq 80\%$ del valor teórico y que hubieran firmado el consentimiento informado. Se excluyó a los pacientes con inestabilidad clínica, definida como la atención de urgencia u hospitalización en el mes previo al ingreso en el estudio, así como a los que tenían incapacidad para realizar la maniobra experimental o alguna medición, ya fuera por problemas intelectuales u osteomusculares, o que presentaran una alteración cardíaca incapacitante (infarto agudo de miocardio reciente, insuficiencia cardíaca con capacidad funcional IV, angina inestable). El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Regional de Temuco.

Mediciones

La fuerza muscular inspiratoria se verificó por la obtención de la presión inspiratoria máxima ($PI_{m\acute{a}x}$). Esta prueba, ampliamente usada para estos efectos, tiene la ventaja de ser el medio más simple, antiguo y útil de medir la fuerza muscular respiratoria¹⁷, además de no ser invasiva y de haberse establecido los valores normales para adultos y niños¹⁸. Para obtener la $PI_{m\acute{a}x}$ se solicita al paciente que realice una respiración normal y se coloca la boquilla en la boca en el momento en que termina de exhalar el volumen corriente; entonces se efectúa un esfuerzo inspiratorio máximo en contra de la válvula cerrada durante al menos 2 s. Se registró como la $PI_{m\acute{a}x}$ el valor más alto de 3 esfuerzos reproducibles^{17,18}.

La tolerancia al ejercicio se evaluó a través de la prueba de la marcha de 6 min, que se realizó según el protocolo de Sciurva y Slivka¹⁹. Esta medición, que se considera simple y útil como índice de capacidad física general, mide la distancia que es capaz de recorrer el paciente durante 6 min. Se dispuso de un pasillo ventilado de 25 m, previamente medido y marcado cada un metro; el evaluador dio las mismas instrucciones a cada paciente antes de comenzar a caminar y durante la marcha. Se realizó una marcha de entrenamiento 30 min antes de la definitiva.

La función respiratoria se determinó a través de valores espirométricos, medidos con un espirómetro portátil VM PLUS (Clement Clarke, Harlow, United Kingdom). Los valores teóricos para cada paciente se calcularon según Gutiérrez et al²⁰.

La CVRS se determinó con el Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ), uno de los instrumentos disponibles para medir la CVRS en pacientes con afección respiratoria crónica. Desarrollado en inglés, posteriormente fue traducido al español en el Departamento de Neumología del Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau en Barcelona (España) y validado para pacientes chilenos. Sus propiedades psicométricas y utilidad se han demostrado en varios estudios²¹⁻²⁷. El CRQ está constituido por 20 preguntas, divididas en 4 áreas o dimensiones: disnea, fatiga, función emocional y control de la enfermedad. Cada pregunta tiene una escala tipo Likert de 7 puntos, donde 1 indica la peor función y 7, la mejor. Del cuestionario se pueden obtener 5 puntuaciones, una por cada dimensión y una de resumen, que se expresan de manera relativizada de 1 a 7.

Todas las mediciones, efectuadas por personal especialmente entrenado y enmascarado a la asignación del tratamiento, se realizaron al inicio del período de entrenamiento y 2 veces durante el seguimiento (al finalizar el primer mes y a los 2 meses).

Intervención

Se sometió a los pacientes de los grupos en estudio y control a un programa de ejercicios respiratorios específico para la musculatura inspiratoria, que consideró la supervisión de un fisioterapeuta. Al inicio se realizó un período de adaptación de una semana que incluyó una etapa de reeducación propioceptiva

va y educación sobre los ejercicios y el cumplimiento. Después de este período, a todos los pacientes se les indicó que realizaran los ejercicios diariamente y que debían acudir al centro de salud 2 veces a la semana durante un período de 2 meses.

El fortalecimiento se efectuó con la ayuda de un dispositivo especial, el Threshold Inspiratory Muscle Trainer (Respironics HealthScan, Inc, Cedar Grove, New York, USA), que incorpora una válvula de una vía, independiente del flujo, y ofrece un rango de carga desde 7 hasta 41 cmH₂O. En el grupo experimental la carga se individualizó, de tal modo que cada paciente de este grupo trabajó con una resistencia del 40% de la fuerza muscular inspiratoria medida al inicio del período de entrenamiento a través de la PI_{máx}. Esta carga se reajustó después de 4 semanas de entrenamiento de acuerdo con la fuerza actualizada de la musculatura inspiratoria. Por su parte, el grupo control trabajó con la resistencia mínima ofrecida por el dispositivo de ejercitación (7 cmH₂O). Las maniobras inspiratorias se realizaron en series de 5 repeticiones con períodos de descanso entre series de 1 min; al inicio del seguimiento los pacientes debían completar 10 min de entrenamiento, tiempo que fue aumentando progresivamente hasta completar 30 min de entrenamiento diarios en las últimas 3 semanas.

Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño muestral, que se hizo basándose en la variable CVRS, se estimó una diferencia clínicamente significativa a detectar de 1 punto en el CRQ. Asumiendo una desviación estándar de 1, una potencia estadística del 80% y un nivel de significación de un 5%, el tamaño muestral por cada grupo del ensayo debería ser de al menos 17 pacientes.

Análisis estadístico

La entrada y validación de datos se realizó usando EpiInfo, y para el análisis estadístico de datos se utilizó el paquete estadístico Stata versión 7.0[®]. La hipótesis para el análisis estadístico fue que el entrenamiento muscular inspiratorio tiene efecto sobre la fuerza muscular inspiratoria, la función respiratoria o la CVRS.

Las diferencias entre los grupos, tanto basales como de seguimiento, y las diferencias de las variables durante el tiempo, de ambos grupos en conjunto, se analizaron mediante modelos de regresión lineal múltiple. La evaluación de los tratamientos se efectuó considerando las siguientes variables de resultado: PI_{máx}, distancia recorrida (en metros) en la prueba de la marcha de 6 min, porcentaje del FEV₁ del valor teórico (FEV₁%), puntuación total del CRQ y de sus componentes (disnea, fatiga, función emocional y control de la enferme-

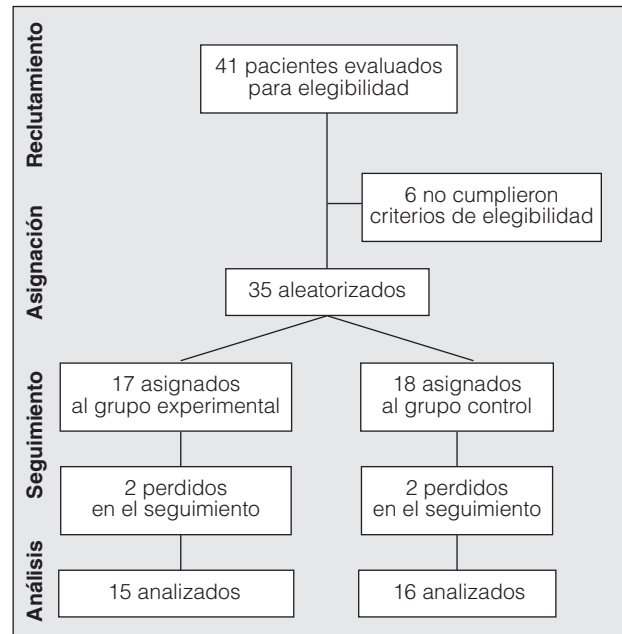


Fig. 1. Diagrama de flujo del progreso de los pacientes a lo largo del estudio.

dad). La variable explicativa para el análisis comparativo fue el tratamiento (grupo 1: 40% de la PI_{máx}; grupo 0: resistencia mínima). Para el análisis longitudinal la variable explicativa fue el tiempo (0: inicio; 1: primer mes; 2: segundo mes). Para cada modelo las covariables fueron: edad, peso, talla y sexo, además del resultado obtenido en la medición anterior para cada variable en estudio y el porcentaje de cumplimiento. En cada modelo se utilizó la prueba F de Fischer para evaluar la modificación del efecto. Se calculó el sesgo relativo para determinar el sesgo de confusión²⁸.

Resultados

En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo de los pacientes en las distintas fases del estudio. Las pérdidas en el seguimiento se produjeron durante el segundo mes y el motivo declarado fue la imposibilidad de asistir a las sesiones.

En la tabla I se presenta una descripción de las características basales de los pacientes en cada grupo de es-

TABLA I
Características de los grupos (de estudio: 40% de resistencia; control: resistencia mínima) al inicio del estudio

	Grupo de estudio (n = 17)	Grupo control (n = 18)	p
Edad (años)	55,1 ± 12,8	59,2 ± 14,9	0,19
Peso (kg)	72,7 ± 14,9	66,7 ± 12,6	0,10
Talla (cm)	148,6 ± 10,4	154,0 ± 6,7	0,03
Sexo: mujeres	53%	46%	0,2
Puntuación CRQ			
Disnea	3,3 ± 1,2	2,9 ± 0,8	0,23
Fatiga	3,6 ± 1,4	4,1 ± 1,2	0,31
Función emocional	4,0 ± 1,6	4,2 ± 1,3	0,76
Control de la enfermedad	4,1 ± 1,5	4,3 ± 1,6	0,63
Total	3,8 ± 1,2	3,9 ± 1,1	0,70
PI _{máx} (cmH ₂ O)	56,5 ± 19,5	53,2 ± 18,2	0,60
Prueba 6 min de marcha (m)	448 ± 65,1	451 ± 94,1	0,90
FEV ₁ %	55,4 ± 19,2	50,7 ± 19,6	0,47

Valores expresados como media ± desviación estándar.

CRQ: Chronic Respiratory Questionnaires; PI_{máx}: presión inspiratoria máxima; FEV₁ %: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, en porcentaje del valor de referencia.

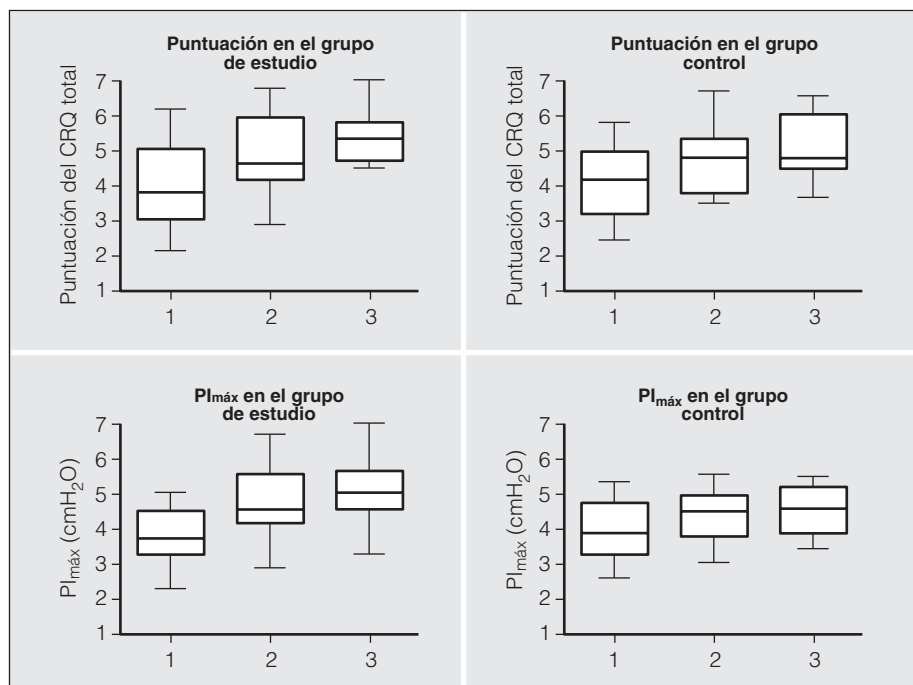


Fig. 2. Evolución de las variables resultado según grupo de estudio (40% de carga). CRQ: Chronic Respiratory Questionnaire; $PI_{máx}$: presión inspiratoria máxima.

tudio. En este análisis se detectó una diferencia entre los grupos experimental y control en la variable talla, sin que existieran diferencias en las variables edad, peso y sexo, y tampoco en las dimensiones del CRQ, CRQ total, $PI_{máx}$, prueba de la marcha de 6 min y $FEV_1\%$. A pesar de no detectarse diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la mayoría de las mediciones basales ni en las demográficas, se consideró necesario incluir estas variables en los modelos de regresión para evaluarlas como potenciales factores de confusión.

Al final del primer mes de entrenamiento se evaluaron las variables de respuesta y se detectó una mejoría en la fuerza muscular inspiratoria, con una diferencia de 11,5 cmH_2O en la $PI_{máx}$ en favor del grupo experimental ($p = 0,02$, ajustado por edad, peso, talla, sexo, $PI_{máx}$ inicial y cumplimiento). No se encontraron diferencias significativas en el resto de las variables.

Al comparar los grupos entre sí al final del segundo mes de entrenamiento, no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables de respuesta.

Además de la comparación entre grupos, se estudió la evolución de los pacientes en el tiempo. Para ello se realizó un análisis longitudinal, y se observaron diferencias estadísticamente significativas, tanto para cada dimensión del CRQ y su puntuación total como para la $PI_{máx}$ ($p < 0,0001$, ajustado por edad, peso, talla, sexo, medición inicial y cumplimiento). Con respecto al CRQ para cada mes de tratamiento, durante los 2 meses de seguimiento, en ambos grupos se observó un aumento de 0,82 puntos en disnea, de 0,43 en fatiga, de 0,5 en función emocional, de 0,5 en control de la enfermedad y de 0,56 en el CRQ total. Por su parte, la $PI_{máx}$ aumentó 8,9 cmH_2O por mes de entrenamiento en los 2 meses de seguimiento. No se encontraron diferencias para el $FEV_1\%$ ni para la prueba de la mar-

TABLA II
Evolución de las variables en estudio después del primer y segundo meses de entrenamiento en los grupos de estudio (40% de resistencia) y control (resistencia mínima)

	Grupo de estudio		Grupo control	
	Mes 1	Mes 2	Mes 1	Mes 2
Puntuación CRQ				
Disnea	4,6 ± 1,1	5,1 ± 1,3	3,9 ± 1	4,5 ± 1,2
Fatiga	4,3 ± 1,5	4,6 ± 1,6	4,6 ± 1	4,9 ± 0,9
Función emocional	5 ± 1,4	5,3 ± 1,2	4,5 ± 1,3	4,9 ± 1,2
Control de la enfermedad	4,9 ± 1,5	5,4 ± 1,4	5,1 ± 1,4	5,1 ± 1,2
Total	4,7 ± 1,2	5,1 ± 1,2	4,6 ± 1	4,9 ± 1
$PI_{máx}$ (cmH_2O)	72,4 ± 19,8	77,7 ± 20,5	64,1 ± 16,1	67,6 ± 15,1
Prueba 6 min de marcha (m)	458 ± 47,4	452,6 ± 52,3	457,2 ± 67,6	458,5 ± 75,4
$FEV_1\%$	60,9 ± 28,5	60,6 ± 24	53,5 ± 20,6	54,6 ± 21,9
Porcentaje de cumplimiento	84 ± 14,2	85 ± 13,8	89 ± 13,3	87,7 ± 12,1

Valores expresados como media ± desviación estándar.

CRQ: Chronic Respiratory Questionnaires; $PI_{máx}$: presión inspiratoria máxima; $FEV_1\%$: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, en porcentaje del valor de referencia

cha de 6 min. En la figura 2 se muestran los gráficos de la evolución del CRQ total y de la $PI_{m\acute{a}x}$ comparando ambos grupos de estudio. En la tabla II se detalla la evolución de cada una de las variables durante el seguimiento, tanto en el grupo experimental como en el control.

Discusión

En el presente estudio se utilizó un dispositivo de carga umbral (Threshold IMT) que permite ofrecer la misma resistencia en cada esfuerzo inspiratorio. Se desarrolló en respuesta a la demostración de que modalidades de fortalecimiento con tasas de flujo no controlado eran ineficaces²⁹. El dispositivo en cuestión se diseñó para producir una resistencia respiratoria lineal, para producir cargas de presión inspiratoria constantes, considerando la tasa de flujo inspiratorio; además, la presencia de una válvula permite ajustar la carga deseada⁹.

En la muestra estudiada los pacientes que usaron el dispositivo con una carga del 40% de la $PI_{m\acute{a}x}$ tuvieron una mejoría significativa de la fuerza muscular inspiratoria con respecto a sus controles al primer mes de entrenamiento; este resultado es coherente con los demostrados por otros estudios, como el realizado por Larson et al¹⁰, que fue el primero en demostrar un aumento estadísticamente significativo de la fuerza muscular inspiratoria, resistencia muscular respiratoria y tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC moderada o grave. Asimismo, Belman y Shadmehr¹¹ demostraron una mejoría significativa de la fuerza muscular inspiratoria en un grupo de pacientes con EPOC, en los que se compararon los ejercicios de alta resistencia con los de baja resistencia, aplicada durante 15 min diarios a lo largo de 6 semanas. Es importante destacar que en el análisis de los resultados del presente estudio se hizo un ajuste por la medición anterior de la variable de resultado y por el cumplimiento, aspecto señalado como importante en estudios previos, pero no incluido de forma explícita en el análisis de sus resultados. Por otra parte, la asignación aleatoria a los grupos y el hecho de que los pacientes, tratantes y evaluadores no conocieran el tratamiento asignado minimizan la introducción de sesgos a favor del grupo con tratamiento activo; ello fortalece la conclusión de que este tipo de ejercicios favorece el aumento de la fuerza muscular, aspecto que es de importancia clínica, por cuanto el sistema respiratorio estará más preparado desde el punto de vista mecánico para sobrellevar crisis al retrasar la aparición de fatiga muscular¹⁰.

Los resultados al segundo mes de tratamiento no mostraron diferencias significativas con respecto a la fuerza muscular inspiratoria entre los grupos. Resultados similares se obtuvieron en el trabajo de Harver et al¹², que mostró diferencias estadísticamente significativas de la fuerza muscular inspiratoria entre las medidas basales y las de seguimiento en el grupo experimental, pero no detectó diferencias al comparar los grupos experimental y control al final del estudio. Algo similar ocurre en el estudio de Lisboa et al¹⁵, que demostraron un aumento significativo de la $PI_{m\acute{a}x}$ en un grupo con un 30% de carga desde la segunda semana de entrenamien-

to, mientras que en el grupo con un 10% de carga hubo un aumento significativo de la $PI_{m\acute{a}x}$ después de la quinta semana. Por otra parte, Dekhijzen et al¹⁴ encontraron diferencias significativas después de 10 semanas de rehabilitación pulmonar entre el grupo experimental, al que se agregó entrenamiento muscular inspiratorio, y el grupo control, que recibió solamente rehabilitación pulmonar. Es importante señalar que en el presente estudio el grupo control fue sometido a la resistencia mínima de 7 cmH₂O que ofrece el dispositivo. Esto se hizo con el fin de lograr un mejor enmascaramiento. Esta resistencia mínima, para un 25% de los pacientes aleatorizados al grupo control, representó entre un 21 y un 25% de la $PI_{m\acute{a}x}$. Esto permitiría explicar la mejoría experimentada por el grupo control, que fue más lenta pero significativa en el tiempo (fig. 2).

Un elemento que debe agregarse al análisis es que tanto este estudio como otros similares evalúan la fuerza muscular a través de la $PI_{m\acute{a}x}$, pudiendo ser necesario emplear técnicas que midan directamente la contractilidad diafragmática, como la estimulación magnética del nervio frénico³⁰, o utilizar como medidas de impacto las basadas en aspectos más bien clínicos o funcionales, como se pretendió en este trabajo desde el momento en que se evaluó la CVRS. En este sentido, creemos que si no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la CVRS en la comparación transversal se debió a una potencia estadística real (65%) menor que la propuesta (80%) en el momento de determinar el tamaño de la muestra, ya que se encontró una mayor variabilidad de la esperada, y la desviación estándar observada fue de 1,2 en contraposición al valor supuesto de 1. Lo mismo se apreció para las variables funcionales y fisiológicas. Aun así, otros estudios obtienen resultados similares, como los realizados por Dekhijzen et al¹⁴ y Berman et al³¹, quienes no comunican diferencias significativas en medidas subjetivas como síntomas respiratorios y CVRS.

En la comparación longitudinal, es importante destacar que la calidad de vida en cada una de las dimensiones evaluadas mostró aumentos significativos a lo largo del tiempo, tanto desde el punto de vista estadístico como clínico. Este estudio fue capaz de detectar en el tiempo la mínima diferencia clínicamente significativa de 0,5 puntos descrita para el CRQ^{32,33}, lo que permitiría aseverar que las intervenciones de la rehabilitación pulmonar producen una mejoría en el estado de salud subjetivo evaluado como CVRS. En este caso, el resultado no se puede atribuir directamente al fortalecimiento inspiratorio, pero sí se puede hipotetizar que se debe al conjunto de medidas consideradas para los pacientes incluidos en el estudio, tales como la educación con respecto a su problema respiratorio, el uso correcto de los inhaladores, las posturas que favorecen la mecánica respiratoria y los ejercicios respiratorios independientes de la resistencia, como los de ventilación diafragmática e inspiración máxima sostenida, utilizados en cada maniobra respiratoria³⁴.

Con los resultados de este estudio se puede concluir que, en pacientes con LCFA, la utilización específica de un dispositivo de carga umbral es efectiva en el fortale-

cimiento muscular inspiratorio, medido a través de la $PI_{máx}$, al primer mes de entrenamiento. Es necesario estudiar su efecto a largo plazo y su impacto sobre la calidad de vida en un mayor número de pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. González P. Consenso Nacional en Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). *Rev Ch Enf Respir*. 1998;14:77-82.
2. Celli B, Snider G, Heffner J, Tiej B, Ziment I, Make B, et al. ATS statement. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152 Supl 1:78-121.
3. Saroea H. Chronic obstructive pulmonary disease. Major objectives of management. *Postgrad Med*. 1993;94:113-22.
4. Barr R. Pulmonary rehabilitation. En: Hillegass H, Sadowsky S, editors. *Essentials of cardiopulmonary physical therapy*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1994, p. 677-701.
5. Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein RS. The components of a respiratory rehabilitation program: a systematic overview. *Chest*. 1997; 111:1077-88.
6. 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. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:103-11.
7. Salman GF, Mosier MC, Beasley BW, Calkins DR. Rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: meta-analysis of randomized controlled trials. *J Gen Intern Med*. 2003; 18:213-21.
8. Lacasse Y, Brosseau L, Milne S, Martin S, Wong E, Guyatt GH, et al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease (Cochrane Review). En: *The Cochrane Library*, Issue 4, 2004.
9. Guyatt G, Keller J, Singer J, Halcrow S, Newhouse M. Controlled trial of respiratory muscle training in chronic airflow limitation. *Thorax*. 1992;47:598-602.
10. Larson J, Kim M, Sharp J, Larson D. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1988;138:689-96.
11. Belman MJ, Shadmehr R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol*. 1988;65:2726-35.
12. Harver A, Mahler D, Daubenspeck A. Targeted inspiratory muscle training improves respiratory muscle function and reduces dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med*. 1989;111:117-24.
13. Goldstein R, Derosie J, Long S. Applicability of a threshold loading device for inspiratory muscle testing and training in patients with COPD. *Chest*. 1989;96:564-71.
14. Dekhuijzen PN, Folgerin HT, van Herwaarden CL. Target-flow inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest*. 1991;99:128-33.
15. Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuzé J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J*. 1997;10:537-42.
16. Lisboa C, Borzone G, Cruz E. Entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Rev Med Chil*. 1998;126:563-8.
17. Celli B, Grassino A. Respiratory muscles: functional evaluation. *Sem Respir Crit Care Med*. 1998;19:367-81.
18. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med*. 1998;74:208-15.
19. Sciarba F, Slivka W. Six-minute walk testing. *Sem Respir Crit Care Med*. 1998;19:383-92.
20. Gutiérrez M, Riosco F, Rojas A, Casanova D. Determinación de valores espirométricos en una población chilena normal mayor de 5 años, a nivel del mar. *Rev Med Chil*. 1996;124:1295-306.
21. Güell R, Casan P, Sengenís M, Morante F, Belda J, Guyatt G. Quality of life in patients with chronic respiratory disease: the Spanish version of the Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ). *Eur Respir J*. 1998;11:55-60.
22. Guyatt G, Berman L, Townsend M, Pugsley S, Chambers L. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax*. 1987;42:773-8.
23. Hairo T, Nishimura K, Tsukino M, Ikeda A, Koyama H, Izumi T. Comparison of discriminative properties among Disease-specific Questionnaires for measuring health-related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;157:785-90.
24. Wijstra P, Tenvergert E, Vanalena R, Otten V, Postma D, Kraan J, et al. Reliability and validity of the chronic respiratory questionnaire (CRQ). *Thorax*. 1994;49:465-7.
25. Sans-Torres J, Domingo C, Rue M, Durán-Tauleria E, Marín A. Valoración de la calidad de vida de los pacientes con EPOC e hipoxemia crónica mediante la versión española del Chronic Respiratory Disease Questionnaire. *Arch Bronconeumol*. 1999;35: 428-34.
26. Lisboa C, Villafranca C, Caiozzi G, Berrocal C, Leiva A, Pinochet R. Calidad de vida en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica e impacto del entrenamiento físico. *Rev Med Chil*. 2001;129:359-66.
27. Serón P, Riedemann P, Sanhueza A, Doussoulín A, Villarreal P. Validación del Cuestionario de la Enfermedad Respiratoria Crónica en pacientes chilenos con limitación crónica del flujo aéreo. *Rev Med Chil*. 2003;131:1243-50.
28. Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE, Nizam A. *Applied regression analysis and multivariable methods*. 3rd ed. California: Duxbury Press; 1998.
29. Smith K, Cook D, Guyatt G, Madhavan J, Oxman A. Respiratory muscle training in chronic airflow limitation: a meta-analysis. *Am Rev Respir Dis*. 1992;145:533-9.
30. Polkey MI, Moxham J. Improvement in volitional tests of muscle function alone may not be adequate evidence that inspiratory muscle training is effective. *Eur Respir J*. 2004;23:5-6.
31. Berman LB, Goldsmith CH, Jones NL, McIntosh JM. Resistive Inspiratory Breathing and Cycle Ergometer in Chronic Airflow Obstruction. Final report (DM545) Ontario Ministry of Health and Ontario Thoracic Society, 1986-08, p. 37 + 9 appendices.
32. Jaeschke R, Singer J, Guyatt G. Measurement of health status. Ascertain the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials*. 1989;10:407-15.
33. Redelmeier DA, Guyatt GH, Goldstein RS. Assessing the minimal important difference in symptoms: a comparison of two techniques. *J Clin Epidemiol*. 1996;49:1215-9.
34. Hough A. Management of breathlessness and pulmonary rehabilitation. En: *Physiotherapy in Respiratory Care. A problem-solving approach to respiratory and cardiac management*. 2nd ed. Cheltenham: Stanley Thornes (Publishers) Ltd., 1996. p. 145-68.