



Original

## Intervención fisioterápica preventiva del deterioro de la musculatura respiratoria en ancianas institucionalizadas con limitación funcional

Maria dels Àngels Cebrià i Iranzo<sup>a,\*</sup>, David Alan Arnall<sup>b</sup>, Celedonia Igual Camacho<sup>a</sup>, José Manuel Tomás<sup>c</sup> y Juan Carlos Meléndez<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidad de Valencia, Valencia, España

<sup>b</sup> Departamento de Fisioterapia, East Tennessee State University, Tennessee, Estados Unidos

<sup>c</sup> Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Valencia, Valencia, España

<sup>d</sup> Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Valencia, Valencia, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 27 de abril de 2012

Aceptado el 31 de julio de 2012

On-line el 19 de septiembre de 2012

#### Palabras clave:

Anciano

Limitación funcional

Debilidad muscular

Entrenamiento musculatura respiratorio

Institucionalización

Mujeres

### R E S U M E N

**Introducción:** En el anciano de edad avanzada (> 80 años) la función respiratoria puede verse afectada cuando a la presencia de comorbilidad y la pérdida de movilidad se suma el descenso de la fuerza de la musculatura respiratoria (MR). La literatura médica ha mostrado que el entrenamiento de la MR puede ser una intervención efectiva para mejorar la funcionalidad y prevenir el deterioro clínico, especialmente en la población con debilidad de la MR.

El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad del entrenamiento de la MR en la fuerza y resistencia de esta musculatura, en ancianas institucionalizadas con limitación funcional.

**Método:** Se asignaron aleatoriamente 54 residentes con limitación para deambular (media 85 años, DE 6,7) a un grupo control (n = 27) y entrenado (n = 27). Se desarrolló un programa de entrenamiento supervisado, mediante Threshold<sup>®</sup>IMT, 5 días por semana durante 6 semanas. Las variables principales fueron: la presión inspiratoria máxima (PI<sub>máx</sub>), la presión espiratoria máxima (PE<sub>máx</sub>) y la ventilación voluntaria máxima (MVV), medidas en las semanas 0, 4, 7 y 10.

**Resultados:** Los análisis estadísticos no revelaron cambio en la PI<sub>máx</sub> ( $F_{3,114} = 1,04$ ,  $p = 0,368$ ,  $R^2 = 0,027$ ), PE<sub>máx</sub> ( $F_{3,114} = 1,86$ ,  $p = 0,14$ ,  $R^2 = 0,047$ ) y MVV ( $F_{3,114} = 1,74$ ,  $p = 0,162$ ,  $R^2 = 0,044$ ) entre ambos grupos tras la intervención. No obstante, la carga de trabajo mejoró significativamente con el entrenamiento ( $F_{5,100} = 72,031$ ,  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,791$ ).

**Conclusión:** El dispositivo de entrenamiento umbral en un programa interválico de 6 semanas no produce una mejora significativa de los parámetros relacionados con la fuerza y la resistencia de la MR, en la población estudiada.

© 2012 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Physiotherapy Intervention for Preventing the Respiratory Muscle Deterioration in Institutionalized Older Women with Functional Impairment

#### A B S T R A C T

#### Keywords:

Elderly

Functional impairment

Institutionalization

Muscle weakness

Respiratory muscle training

Women

**Introduction:** In elderly seniors (>80 years), respiratory function may be compromised when, in addition to the presence of comorbidity and loss of mobility, there is also reduced respiratory muscle (RM) strength. The literature has shown that RM training could be an effective method to improve RM function and prevent clinical deterioration, particularly in population with RM weakness.

The main purpose of this paper was to assess the effectiveness of RM training on the respiratory muscle strength and endurance of institutionalized elderly women with functional impairment.

**Method:** Fifty-four residents (mean=85 years, SD=6.7) were randomly assigned to either a control (n=27) or training (n=27) group. A supervised training program was developed with Threshold<sup>®</sup>IMT, five times per week for 6-weeks. The main variables of the intervention were: maximum inspiratory pressure (PI<sub>max</sub>), maximum expiratory pressure (PE<sub>max</sub>) and maximal voluntary ventilation (MVV), all of which were measured at weeks 0, 4, 7 and 10.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: angeles.cebria@uv.es (M.À. Cebrià i Iranzo).

**Results:** Statistical analysis revealed no significant differences in  $PI_{\max}$  ( $F_{3,114}=1.04$ ,  $p=0.368$ ,  $R^2=0.027$ ),  $PE_{\max}$  ( $F_{3,114}=1.86$ ,  $p=0.14$ ,  $R^2=0.047$ ) and  $MVV$  ( $F_{3,114}=1.74$ ,  $p=0.162$ ,  $R^2=0.044$ ) between the two groups after the intervention. However, the workload significantly improved with the training sessions ( $F_{5,100}=72.031$ ,  $p<0.001$ ,  $R^2=0.791$ ).

**Conclusion:** In a 6-week interval-based training program, the threshold loading device does not significantly improve parameters related to RM strength and endurance of the study population.

© 2012 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

Uno de los cambios fisiológicos más importantes en la función respiratoria que acompaña al envejecimiento es la disminución en la fuerza de la musculatura respiratoria (MR), asociada con la pérdida global de masa muscular o sarcopenia. En el anciano de edad avanzada (> 80 años), la sarcopenia, así como la presencia de otras enfermedades (comorbilidad) pueden causar discapacidad física y deterioro funcional<sup>1</sup>, así como afectar la función respiratoria haciéndolo más vulnerable frente a la enfermedad<sup>2</sup>. La fuerza y la resistencia de la MR están relacionadas con la capacidad para deambular y el desarrollo de las actividades de la vida diaria (AVD)<sup>3,4</sup>. Por tanto, la fuerza de la MR es una variable fisiológica importante que ayuda a prevenir el deterioro funcional del anciano<sup>5</sup> y que puede reducir el riesgo de morbimortalidad<sup>2</sup>.

Estudios previos muestran que el ejercicio aeróbico general se acompaña de beneficios fisiológicos, incluyendo aumentos de la fuerza y resistencia de la MR<sup>3,6,7</sup>. Además, parece ser que estos beneficios son mayores cuando este se combina con el entrenamiento específico de la MR<sup>6,7</sup>. Algunos ancianos no son capaces de realizar ejercicio aeróbico general, y en ese caso, el entrenamiento específico de la MR puede considerarse como alternativa, evitando así el deterioro de la población anciana más vulnerable. Estudios recientes apuntan la necesidad del entrenamiento de la MR en la población anciana con dificultad para realizar ejercicio aeróbico global (por ejemplo, la deambulaci3n)<sup>5,8</sup>, y en general en la poblaci3n con debilidad de la MR<sup>9</sup>, características que definen a la poblaci3n objeto de este estudio.

En relaci3n con las modalidades de entrenamiento de la MR, la ventilaci3n con carga umbral (por ejemplo, Threshold<sup>®</sup> Inspiratory-Muscle Trainer) se ha revelado como un m3todo simple y efectivo para incrementar la fuerza y la resistencia de la musculatura inspiratoria, con independencia del patr3n ventilatorio<sup>10,11</sup>. Gosselink destaca (2004)<sup>12</sup>, como ventaja adicional, que la ventilaci3n con carga umbral acorta el tiempo de inspiraci3n y aumenta el de exhalaci3n y relajaci3n, lo que podr3a evitar la aparici3n de la fatiga de los m3sculos inspiratorios. Diversos estudios han demostrado la efectividad del Threshold<sup>®</sup> IMT tanto en la poblaci3n sana como en la que presenta enfermedades respiratorias, cardiovasculares y neuromusculares. Sin embargo, pocos estudios han evaluado este entrenamiento en la poblaci3n anciana<sup>8,13-15</sup>, y ninguno en ancianos con limitaci3n para la deambulaci3n. Seg3n se3ala Harms (2006)<sup>16</sup> la mujer anciana presenta valores inferiores en la funci3n pulmonar, y por lo tanto, mayor limitaci3n para la actividad f3sica que el hombre anciano. Adem3s, la mujer presenta una mayor esperanza de vida, y consecuentemente, una mayor limitaci3n funcional en la edad avanzada.

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de un programa espec3fico de IMT sobre la fuerza y la resistencia de la MR en la mujer anciana institucionalizada con limitaci3n funcional. La hip3tesis general fue que el equipo Threshold<sup>®</sup> IMT mejora la fuerza y la resistencia de la MR en esta poblaci3n.

## Sujetos y m3todos

Se trata de un ensayo controlado y aleatorizado, aprobado por el Comit3 Ético de Investigaci3n en Humanos de la Universidad de Valencia (n.º de registro del ensayo H1325072291220). Todos los procedimientos de medici3n y entrenamiento desarrollados han respetado los principios 3ticos que recoge la Declaraci3n de Helsinki, entre ellos la obtenci3n del consentimiento informado.

Se seleccionaron 54 mujeres institucionalizadas (media 85 a3os, DE 6,7) de residencias localizadas en la ciudad de Valencia (Espa3a). Los criterios de inclusi3n fueron: a) incapacidad para deambular m3s de 10 m o bien el uso de silla de ruedas; b) puntuaci3n del *Mini-Examen Cognoscitivo* de Lobo  $\geq 20$  puntos (participantes sin deterioro cognoscitivo moderado o severo), y c) estabilidad m3dica, determinada por el personal sanitario de cada centro. Se complet3 un cuestionario sobre el historial m3dico de los residentes para identificar condiciones que pudieran excluirles, como: a) problemas cardiorrespiratorios cr3nicos; b) episodio cardiorrespiratorio agudo (2 meses previos); c) problemas neurol3gicos, musculares o neuromusculares que pudieran interferir en la realizaci3n de las pruebas de evaluaci3n y/o entrenamiento; d) fumadores activos o ex fumadores (< 5 a3os), y e) enfermos terminales. A lo largo de los 3 meses de 2009 en que se llev3 a cabo la intervenci3n, se perdieron 14 residentes por diferentes motivos, resultando un total de 40 participantes (fig. 1).

### Mediciones

Ambos grupos, control (GC) y entrenado (GE), se midieron en 4 momentos: basal (tiempo cero); mitad del programa de entrenamiento (semana 4); final del entrenamiento (semana 7), y seguimiento (semana 10). Las variables principales fueron: la presi3n inspiratoria m3xima ( $PI_{\max}$ ), la presi3n espiratoria m3xima ( $PE_{\max}$ ) y la ventilaci3n voluntaria m3xima (MVV).

### Espirometr3a

La funci3n pulmonar se valor3 mediante un espir3metro port3til Jaeger (VIASYS<sup>®</sup> Healthcare GmbH, Hoechberg, Germany). Las pruebas fueron la espirometr3a simple (volumen-tiempo) y forzada (curva flujo-volumen), que ofrec3an datos de las siguientes variables: capacidad vital (VC), capacidad vital forzada (FVC), volumen espirado forzado en el primer segundo ( $FEV_1$ ), flujo inspiratorio punta (PIF), y flujo espiratorio punta (PEF). Para ambas pruebas se siguieron los est3ndares requeridos por la *American Thoracic Society* y la *European Respiratory Society* (ATS/ERS)<sup>17</sup>. En el caso de la espirometr3a forzada, esta se repiti3 hasta obtener un m3nimo de 3 maniobras t3cnicamente satisfactorias, con un minuto de descanso intercalado, y se registr3 el valor m3s alto y reproducible, siempre y cuando la diferencia de los 2 valores m3s altos,  $FEV_1$  y FVC no fuera de un  $> 0,150$  l (ATS/ERS, 2005: p.325)<sup>17</sup>.

### Fuerza de la musculatura respiratoria

La  $PI_{\max}$  y  $PE_{\max}$  se midieron a trav3s de un man3metro aneroide (Series 2000 Magnehelic<sup>®</sup> Pressure Gauge, Dwyer Instruments, Michigan City, Indiana, Estados Unidos) con rango de sensibilidad

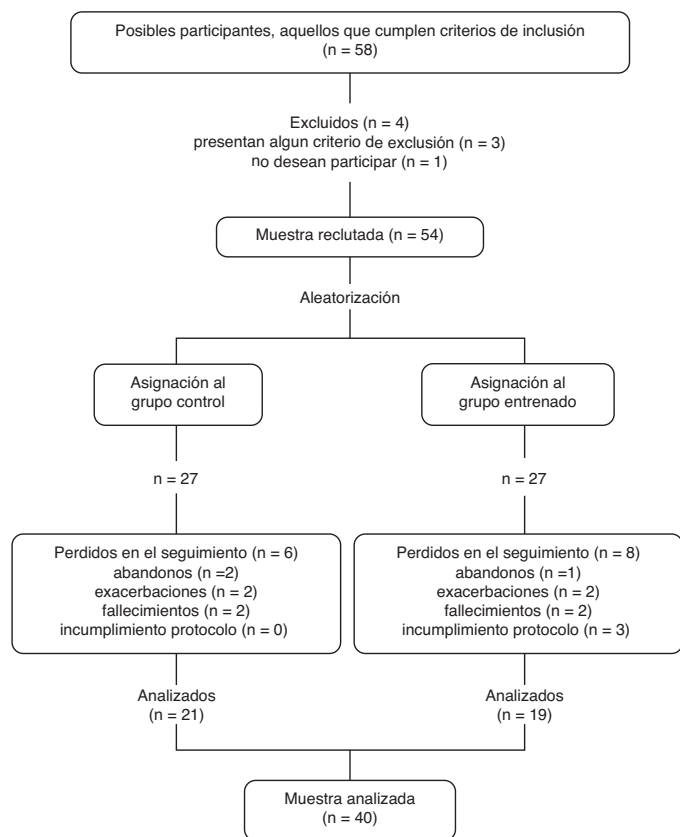


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes.

de entre 0 y 300 cm H<sub>2</sub>O de presión. Se repitieron las mediciones hasta conseguir 3 lecturas con una variación  $\leq 10\%$ <sup>18,19</sup>, y se empleó el valor más alto. Los valores de referencia utilizados para obtener los porcentajes fueron los recogidos por Enright et al.<sup>19</sup>, atendiendo a las siguientes circunstancias: a) los valores de normalidad recogidos a la población  $\geq 85$  años, con tamaño muestral superior al de otros estudios ( $n = 193$ ), y excluyen a la población institucionalizada y/o con imposibilidad para deambular, y b) el presente estudio reproduce la metodología desarrollada por estos autores, que sigue las indicaciones de Black y Hyatt (1969)<sup>20</sup>.

#### Resistencia de la musculatura respiratoria

La MVV (volumen máximo de aire que una persona ventila voluntariamente durante un intervalo de 12 s) se midió un mínimo de dos veces con una variación  $\leq 20\%$ <sup>17,21</sup>. La MVV disminuye progresivamente ante la existencia de MR débil y fatigable. De acuerdo con la ATS/ERS, la MVV es un índice representativo de la resistencia global de la MR: «The most important advantage to measure MVV as an indicator of respiratory muscle endurance is its close resemblance to the task performed during exercise» (ATS/ERS, 2002, p. 563)<sup>18</sup>. Los valores de referencia empleados para obtener los porcentajes fueron los publicados por Neder et al. (1999)<sup>21</sup>. Todas las mediciones espirométricas, así como la  $PI_{m\acute{a}x}$ ,  $PE_{m\acute{a}x}$  y MVV, fueron realizadas por personal especializado, y con el participante en sedestación y portando pinzas nasales<sup>17,18</sup>.

#### Cuestionario ad hoc

El equipo de investigación y varios expertos (médicos especializados en geriatría y neumología, fisioterapeutas y psicólogos) elaboró un cuestionario (anexo 1) que permitía conocer: a) la presencia de disnea y limitación funcional para las AVD; b) la experiencia durante las sesiones de entrenamiento, y c) observaciones acerca del protocolo de entrenamiento. Los miembros del equipo

investigador que llevaron a cabo la encuesta no estuvieron implicados en el desarrollo del protocolo de entrenamiento. Durante la valoración inicial, ambos grupos respondieron a las cuestiones 1-4. Posteriormente, en la valoración postentrenamiento (semana 7), solo el GE contestó a las cuestiones 5-15. Es un cuestionario *ad hoc* elaborado a propósito de la investigación, con validez de contenido y con propósito descriptivo, únicamente, dado que las escalas validadas en versión española no se ajustaban a las características de la población estudiada.

#### Programa de entrenamiento de la musculatura inspiratoria

El entrenamiento de la MR se llevó a cabo mediante el dispositivo Threshold<sup>®</sup> IMT (Respironics Health Scan Inc., Cedar Grove, NJ, Estados Unidos). Es un dispositivo que permite trabajar contra una carga umbral ajustable entre 7-41 cm H<sub>2</sub>O de presión negativa. Fisioterapeutas no implicados en las mediciones supervisaron las 5 sesiones semanales, durante 6 semanas consecutivas. El programa de entrenamiento interválico consistió en 7 ciclos de 2 min de trabajo y 1 min de descanso intercalado<sup>22</sup>. Se procedió a la familiarización de los participantes, los primeros días de la primera semana de entrenamiento, mediante cargas de trabajo de 7-10 cm H<sub>2</sub>O. Con posterioridad, se incrementó la carga de trabajo considerando la tolerancia al esfuerzo de cada participante, inspirando contra una carga entre el 30-50% de los valores basales de la  $PI_{m\acute{a}x}$ , las 3 primeras semanas de entrenamiento. Para asegurar que cada participante se sometiera a la carga de trabajo apropiada, la medición intermedia de la  $PI_{m\acute{a}x}$  permitió calcular la carga a la que debería entrenar cada uno, las 3 semanas restantes. Así pues, la carga se reajustó entre el 30-50% de la  $PI_{m\acute{a}x}$  intermedia, y fue incrementada adecuadamente entre las semanas 4 y 6. A lo largo de las 6 semanas de entrenamiento, a todos los participantes se les controló el porcentaje de saturación de oxígeno ( $SAO_2$ ) y la frecuencia cardíaca (lat./min), al menos una vez por semana durante el programa interválico. Se recogieron diariamente los datos relativos a la carga de trabajo inspiratorio (cm H<sub>2</sub>O), la percepción subjetiva de esfuerzo (Escala Borg CR10)<sup>23</sup> y el cumplimiento de la sesión, indicando en el caso de ausencia el motivo. El GC no entrenó, tan solo fue medido en los mismos momentos temporales (semanas 0, 4, 7 y 10).

#### Análisis estadístico

El análisis estadístico de datos se realizó mediante el programa informático SPSS versión 20. Se calcularon los estadísticos descriptivos de todas las variables, medias y desviaciones estándar y porcentajes. Se emplearon las técnicas estadísticas y gráficas recomendadas en la literatura especializada para evaluar supuestos (normalidad, homocedasticidad, etc.), así como valores atípicos. Para el cálculo del tamaño muestral *a priori* desde el punto de vista estadístico resulta necesario tener un valor de tamaño del efecto estimado razonable. En este caso no existían estudios de condiciones siquiera similares a la población bajo estudio en este ensayo clínico aleatorizado. Por tanto, no puede hacerse una estimación estadística fiable. Se acudió, entonces, a la literatura médica para valorar el tamaño muestral típico en que empiezan a mostrarse efectos significativos de la técnica. A partir de estos estudios<sup>6,7,10,11,14</sup>, se optó por un tamaño de muestra superior, que tuviera, por tanto, mayor potencia estadística que la de estos estudios para el mismo tamaño del efecto. Adicionalmente se emplearon técnicas inferenciales (pruebas t y chi-cuadrado) para comparar ambos grupos en la línea base, así como ANOVA mixtos 2 (grupo)  $\times$  4 (tiempo) para analizar los efectos de la intervención con Threshold frente a control. El ANOVA mixto es el método estadístico recomendado para valorar la evolución de grupos (entrenado y control) en diversos momentos temporales. Se calcularon pruebas *post-hoc* ante diferencias estadísticamente significativas con

**Tabla 1**  
Características basales de los participantes de ambos grupos estudiados: porcentajes o medias  $\pm$  1 desviación estándar

Variable	Grupo control (n = 21)	Grupo entrenado (n = 19)	p
<b>Antropométricos</b>			
Edad (años)	86,2 $\pm$ 5,0	84,6 $\pm$ 7,7	0,421
Altura (cm)	147,3 $\pm$ 5,3	153,6 $\pm$ 6,4	0,002
Peso (kg)	63,5 $\pm$ 11,6	66,6 $\pm$ 15,3	0,478
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,3 $\pm$ 5,1	28,2 $\pm$ 5,8	0,507
<b>Enfermedades diagnosticadas</b>			
Respiratorias (% sí)	28,6	36,8	0,577
Cardiovasculares (% sí)	76,2	57,9	0,217
Endocrinas (% sí)	39,0	42,1	0,796
Neurológicas (% sí)	28,6	36,8	0,577
Musculoesqueléticas (% sí)	76,2	63,2	0,369
Otras (% sí)	76,2	84,2	0,527
Comorbilidad (n.º)	3,24 $\pm$ 1,0	3,21 $\pm$ 1,1	0,935 <sup>a</sup>
<b>Función pulmonar</b>			
VC (l)	1,50 $\pm$ 0,33	1,67 $\pm$ 0,46	0,075
VC (% pred)	77,7 $\pm$ 18,5	83,0 $\pm$ 21,3	0,450
FVC (l)	1,36 $\pm$ 0,34	1,54 $\pm$ 0,42	0,138
FVC (% pred)	72,9 $\pm$ 20,6	76,1 $\pm$ 20,0	0,656
FEV <sub>1</sub> (l)	1,11 $\pm$ 0,33	1,19 $\pm$ 0,38	0,456
FEV <sub>1</sub> (% pred)	81,8 $\pm$ 26,6	80,0 $\pm$ 25,7	0,848
FEV <sub>1</sub> / FVC (%)	80,6 $\pm$ 10,8	77,1 $\pm$ 12,2	0,347
PEF (l/s)	2,58 $\pm$ 1,0	2,75 $\pm$ 1,12	0,618
PIF (l/s)	1,78 $\pm$ 0,54	1,64 $\pm$ 0,48	0,404
<b>Función de la musculatura respiratoria</b>			
PE <sub>máx</sub> (cm H <sub>2</sub> O)	48,6 $\pm$ 18,2	54,5 $\pm$ 23,0	0,372
PE <sub>máx</sub> (% pred) <sup>b</sup>	53,7 $\pm$ 21,1	58,3 $\pm$ 26,8	0,549
PI <sub>máx</sub> (cm H <sub>2</sub> O)	-28,1 $\pm$ 13,8	-29,5 $\pm$ 11,4	0,734
PI <sub>máx</sub> (% pred) <sup>b</sup>	66,4 $\pm$ 30,4	67,9 $\pm$ 26,2	0,873
MVV (l/min)	28,9 $\pm$ 13,2	31,1 $\pm$ 10,7	0,574
MVV (% pred) <sup>c</sup>	33,5 $\pm$ 9,9	40,1 $\pm$ 14,5	0,604

FEV<sub>1</sub>: volumen espirado forzado en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada; IMC: índice de masa corporal; MVV: ventilación máxima voluntaria; PEF: flujo espiratorio punta; PE<sub>máx</sub>: presión espiratoria máxima; PIF: flujo inspiratorio punta; PI<sub>máx</sub>: presión inspiratoria máxima; % pred: porcentajes con respecto a los valores de referencia. VC: capacidad vital.

El apartado «Enfermedades diagnosticadas (ED)» muestra los porcentajes de presencia de ED y la media del número de ED (comorbilidad).

<sup>a</sup> Adicionalmente, se empleó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney para comparar la comorbilidad entre los grupos.

<sup>b</sup> Porcentaje según los valores de referencia de Enright et al., 1994.<sup>19</sup>

<sup>c</sup> Porcentaje según los valores de referencia de Neder et al., 1999<sup>21</sup>; respecto a estos valores de referencia para la MVV, debe considerarse que solamente se analizó un 15% de la muestra (< 80 años; para los que se da valor de referencia). Se emplearon la prueba t y la prueba de ji al cuadrado para obtener las diferencias entre ambos grupos.

corrección de Bonferroni, así como estimaciones del tamaño del efecto mediante el coeficiente de determinación.

## Resultados

### Descriptivos

#### Características en la línea base

La **tabla 1** muestra las características basales y las pruebas de homogeneidad entre grupos. En cuanto a los datos antropométricos, los resultados solamente muestran que los grupos difieren en la altura.

Tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en las variables relativas a los criterios de inclusión: *Mini-Examen Cognoscitivo* de Lobo (23,0  $\pm$  3,5) e índice de Barthel (68,1  $\pm$  22,7). En promedio, las participantes permanecieron institucionalizadas 4,1  $\pm$  5,2 años y tan solo un 12,5% fueron ex fumadoras (GC, n = 1; GE, n = 4; p = 0,120).

Con respecto a las cuestiones 1-4 (anexo 1, bloque A) del cuestionario *ad hoc*, no hubo diferencias significativas entre los 2 grupos

**Tabla 2**  
Percepción subjetiva de esfuerzo para los participantes del grupo entrenado: media  $\pm$  1 desviación estándar

Escala Borg CR10	Grupo entrenado (n = 19)
Semana 1 (máx. 10)	3,45 $\pm$ 1,18
Semana 2 (máx. 10)	3,32 $\pm$ 0,79
Semana 3 (máx. 10)	3,18 $\pm$ 1,06
Semana 4 (máx. 10)	3,57 $\pm$ 3,14
Semana 5 (máx. 10)	3,10 $\pm$ 0,98
Semana 6 (máx. 10)	3,00 $\pm$ 0,86
Semanas 1-6 (máx. 10)	3,17 $\pm$ 0,86

(p > 0,05). En un 37,5% de los casos la respiración afectaba de alguna manera («un poco» o «mucho») al desarrollo normal de las actividades de la vida diaria (AVD). Entre estas, la deambulaci3n y/o la transferencia fueron las que más se asociaban a la presencia de disnea (47,5%), seguidas de las actividades de autocuidado (27,5%). Las causas principales que imposibilitaban la deambulaci3n fueron: la amputaci3n de miembro/s inferior/es, las secuelas de un accidente vascular cerebral, la artrosis y los antecedentes de fractura por caída.

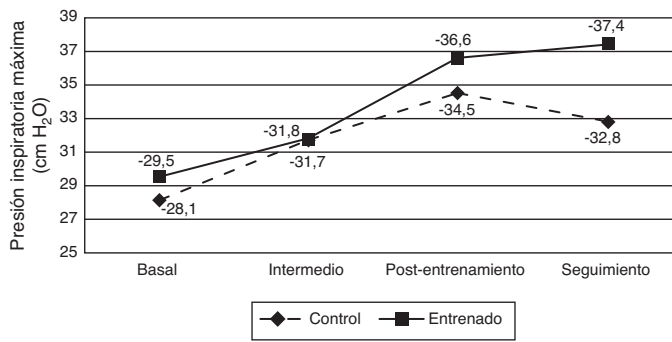
#### Valoraci3n del protocolo de entrenamiento

El análisis descriptivo correspondiente a las cuestiones 5-9 (anexo 1, bloque B) del cuestionario *ad hoc* para el GE muestra que cerca del 42,7% de las participantes refirieron dificultad para respirar durante la sesi3n, especialmente los primeros días (47,4%), y al incrementar la carga de trabajo (15,8%), y consideraban necesarios los descansos intercalados de 1 min (84,2%). Concluido el protocolo de entrenamiento (cuestiones 10-15, anexo 1, bloque C), el 63% de las participantes percibió mejoría respecto a su estado previo, y el 57,9% consideró necesario algún cambio en el protocolo desarrollado (por ejemplo, 47,4%, período del año; 21,1%, sesiones semanales; 22%, total de semanas). En relación con el número de resfriados no hubo diferencias significativas (GC 33,3% y GE 52,6%; p = 0,218). El 84,2% de las personas entrenadas contestaron que volvería a participar, mientras que un 5,3% no supieron qué contestar. Además, apuntaron una media de satisfacci3n percibida del 8,4  $\pm$  2,1 en una escala del 1, «nada satisfecho», al 10, «muy satisfecho». Finalmente, la percepci3n subjetiva de esfuerzo (Escala Borg CR10)<sup>23</sup> para el GE no mostró diferencias significativas entre las medias semanales (**tabla 2**), siendo la puntuaci3n de 3, un esfuerzo «moderado».

#### Efectos del protocolo de entrenamiento

##### Fuerza de la musculatura inspiratoria

El ANOVA estimado para evaluar el efecto de la intervenci3n sobre los valores absolutos de PI<sub>máx</sub> no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (F<sub>1,38</sub> = 0,22, p = 0,637; R<sup>2</sup> = 0,006). El tiempo sí mostró diferencias, en ambos grupos hubo un aumento a lo largo del tiempo (F<sub>3,114</sub> = 12,51, p < 0,001, R<sup>2</sup> = 0,248). Sin embargo, el efecto de interacci3n, el que muestra si el tratamiento resulta efectivo, no resultó estadísticamente significativo (F<sub>3,114</sub> = 1,04, p = 0,368; R<sup>2</sup> = 0,027) (**fig. 2**). Aunque la interacci3n no resultó estadísticamente significativa, se realizaron, no obstante, efectos simples de la interacci3n para entender mejor dentro de cada grupo qué momentos temporales diferían. El GC mostró diferencias entre la línea base y la medida final (tiempo 3 o postentrenamiento, p < 0,05). Por el contrario, el GE presentaba diferencias entre todos los momentos temporales con la línea base (p < 0,05). No hubo diferencias entre el tiempo 3 y el tiempo 4 (seguimiento) (p > 0,05). Este resultado indica que el cambio a través del tiempo en el GE es más estable, puesto que el GC vuelve a bajar en el seguimiento, lo que no ocurre con el GE.



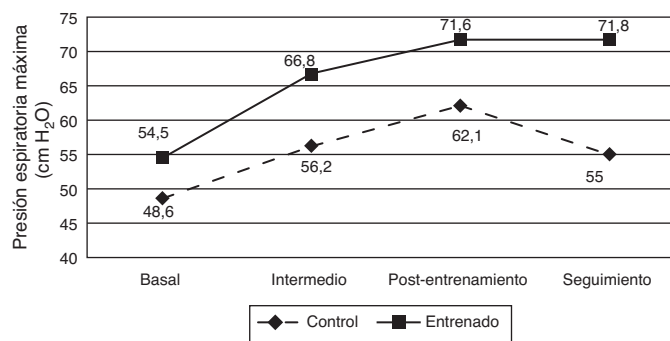
**Figura 2.** Medias de la presión inspiratoria máxima ( $PI_{m\acute{a}x}$ , cm H<sub>2</sub>O) para los grupos control y entrenado a lo largo de los cuatro momentos temporales medidos: basal, intermedio, post-entrenamiento y de seguimiento.

### Fuerza de la musculatura espiratoria

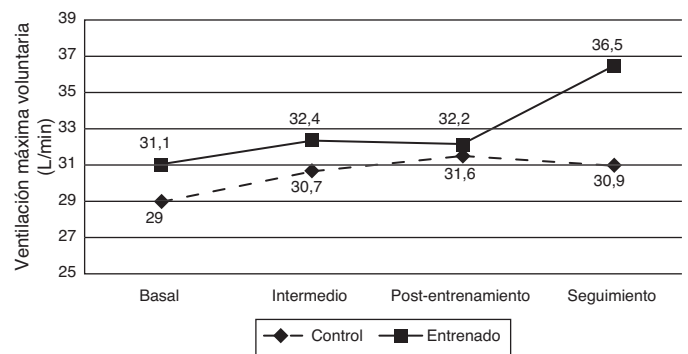
El ANOVA estimado para evaluar el efecto de la intervención sobre los valores absolutos de  $PE_{m\acute{a}x}$  tampoco encontró diferencias significativas entre los grupos ( $F_{1,38} = 2,57$ ,  $p = 0,117$ ;  $R^2 = 0,063$ ). El tiempo sí mostró diferencias significativas, en ambos grupos hubo un aumento a lo largo del tiempo ( $F_{3,114} = 15,55$ ,  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,29$ ). Sin embargo, el efecto de interacción no resultó estadísticamente significativo tampoco en el caso de la  $PE_{m\acute{a}x}$  ( $F_{3,114} = 1,86$ ,  $p = 0,14$ ;  $R^2 = 0,047$ ) (fig. 3). Aunque la interacción no resultó estadísticamente significativa, se realizaron efectos simples al igual que en la variable anterior. En el caso del GC solamente hubo ganancia entre la línea base y el postentrenamiento y, sin embargo, el seguimiento no difiere significativamente de la línea base ( $p > 0,05$ ). En el caso del GE la línea base difiere de todos los demás momentos temporales ( $p > 0,05$ ), lo que indica estabilidad en el cambio, incluso en el seguimiento.

### Resistencia de la musculatura respiratoria

Un tercer ANOVA evaluó el efecto de la intervención sobre los valores absolutos de la MVV y, de nuevo, no mostró diferencias significativas entre los grupos ( $F_{1,38} = 0,47$ ,  $p = 0,49$ ;  $R^2 = 0,012$ ). Sí hubo un incremento significativo de la MVV a lo largo del tiempo ( $F_{3,114} = 3,39$ ,  $p = 0,02$ ;  $R^2 = 0,082$ ), a pesar de que la interacción no fue significativa ( $F_{3,114} = 1,74$ ,  $p = 0,162$ ;  $R^2 = 0,044$ ) (fig. 4). Nuevamente, y aunque la interacción no resultó estadísticamente significativa, se realizaron efectos simples. En el caso del GC no hay diferencias entre ninguno de los momentos temporales ( $p > 0,05$ ), lo que indica estabilidad en la resistencia de la MR. En el caso del GE la línea base difiere solamente del seguimiento ( $p < 0,05$ ), lo que indica que, de existir potenciales efectos del entrenamiento con el Threshold<sup>®</sup> IMT sobre la resistencia de la musculatura, estos tienden a aparecer tarde en el tiempo.



**Figura 3.** Medias de la presión espiratoria máxima ( $PE_{m\acute{a}x}$ , cm H<sub>2</sub>O) para los grupos control y entrenado a lo largo de los cuatro momentos temporales medidos: basal, intermedio, post-entrenamiento y de seguimiento.



**Figura 4.** Medias de la ventilación máxima voluntaria (MVV, l/min) para los grupos control y entrenado a lo largo de los cuatro momentos temporales medidos: basal, intermedio, post-entrenamiento y de seguimiento.

### Threshold<sup>®</sup> IMT: carga de trabajo y percepción subjetiva de esfuerzo

La carga de trabajo a la que fue sometido el GE mejoró de forma significativa, tanto en lo que respecta a los valores absolutos ( $F_{5,100} = 72,031$ ,  $p < 0,001$ ;  $R^2 = 0,791$ ) como al porcentaje de la  $PI_{m\acute{a}x}$  basal ( $F_{5,100} = 67,225$ ,  $p < 0,001$ ;  $R^2 = 0,810$ ). En valores absolutos la carga aumentó de -9,7 a -20,7 cm H<sub>2</sub>O a lo largo de las 6 semanas de entrenamiento. Este incremento fue considerablemente menor durante la primera mitad del entrenamiento (diferencia de medias entre la primera y la tercera semanas, 3,39 cm H<sub>2</sub>O) que durante la segunda mitad (diferencia de medias entre la cuarta y la sexta semanas, 5,84 cm H<sub>2</sub>O), resultado que se puede deber al período de familiarización de la primera semana. De igual forma, la carga de trabajo relativa fue aumentando desde el 36 al 78% de la  $PI_{m\acute{a}x}$  medida en la línea base. La diferencia de porcentajes para la primera mitad del entrenamiento fue del 11%, mientras que para la segunda mitad fue del 23,3%, aspecto posiblemente relacionado con la familiarización, como anteriormente se ha comentado. Por último, la percepción subjetiva al esfuerzo (Escala Borg) no cambió ( $p > 0,05$ ) a lo largo del entrenamiento (tabla 2).

### Discusión

En el presente estudio, el entrenamiento mediante el dispositivo Threshold<sup>®</sup> IMT no reveló una mejora significativa en la fuerza ni en la resistencia de la MR entre ambos grupos. Estos resultados fueron inesperados, dado que la mayoría de estudios previos en otras poblaciones demuestran el efecto experimental positivo de la utilización del dispositivo IMT<sup>10</sup>, especialmente en los pacientes con debilidad de la MR<sup>9</sup>. En la población anciana, los ensayos clínicos controlados previos muestran que la fuerza y la resistencia de la MR<sup>8,13</sup>, así como la autonomía funcional<sup>15</sup>, mejoran con el entrenamiento específico de la MR. No obstante, nuestro estudio difiere de los anteriormente mencionados en varios aspectos que hacen difícil una comparación estricta: a) la media de edad de las muestras era inferior (67-70 años frente a 85 años)<sup>8,13,15</sup>; b) la modalidad de entrenamiento específico de la MR no consistió en el Threshold<sup>®</sup> IMT (hiperventilación isocápnica<sup>13</sup>, dispositivo de carga umbral inspiratorio y espiratorio Powerlung<sup>®</sup> 8), a excepción del estudio de Fonseca et al.<sup>15</sup>, y c) la capacidad de ejercicio era normal y/o el estilo de vida en comunidad<sup>8,14</sup>, a excepción de la población institucionalizada del estudio de Fonseca et al.<sup>15</sup>. En nuestro estudio las ancianas presentaban incapacidad para deambular y acentuada debilidad de la MR (intervalo de edad 80-97 años;  $PI_{m\acute{a}x}$  basal -28,8 cm H<sub>2</sub>O y  $PE_{m\acute{a}x}$  basal 51,4 cm H<sub>2</sub>O), particularidades que podrían explicar la diferencia en nuestros resultados respecto a los de Watsford y Murphy<sup>8</sup> (intervalo de edad 60-69 años;  $PI_{m\acute{a}x}$  basal entre -70-80 cm H<sub>2</sub>O y  $PE_{m\acute{a}x}$  entre 80-90 cm H<sub>2</sub>O).

Si bien no hubo significación estadística entre los grupos para las principales variables, sí se observó un aumento del 30% de la  $PI_{m\acute{a}x}$  para el GE, entre el comienzo y el final de la intervención. Aunque también se observó una ganancia de la  $PI_{m\acute{a}x}$  (18%) en el GC, esta fue sustancialmente menor cuando miramos la progresión de los valores de la  $PI_{m\acute{a}x}$  entre el comienzo y la finalización de la intervención, lo que apunta a que la mejora observada en el GC no se debió a factores fisiológicos, ya que este grupo no fue entrenado. En línea con estos resultados, O’Kroy y Coast<sup>24</sup> encontraron un incremento significativo en la  $PI_{m\acute{a}x}$  en el GC. Hill et al.<sup>22</sup> también encontraron un incremento del 8% de la  $PI_{m\acute{a}x}$  en el GC, aunque este incremento fue menor al hallado en el GE (29%), a pesar de lo cual la diferencia fue estadísticamente significativa. Analizando estos estudios con más detalle observamos que la intervención desarrollada por O’Kroy y Coast<sup>24</sup> consistió en un protocolo de entrenamiento continuo en personas sanas, y en el caso de Hill et al.<sup>22</sup> el protocolo de entrenamiento fue interválico, pero en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. De nuevo, las características antropométricas y de salud de nuestra muestra pueden ofrecer una explicación plausible a la falta de efectividad del dispositivo IMT: la institucionalización, la presencia de comorbilidad, la incapacidad para deambular y la debilidad de la MR (según Simões et al.<sup>25</sup> los valores de las presiones respiratorias máximas son considerablemente bajos en el anciano institucionalizado,  $PI_{m\acute{a}x}$  entre -44,5-33,06 cm H<sub>2</sub>O y  $PE_{m\acute{a}x}$  entre 41,94-34,78 cm H<sub>2</sub>O). Otra explicación posible para el incremento de la  $PI_{m\acute{a}x}$  y la  $PE_{m\acute{a}x}$  en el GC podría ser el efecto de aprendizaje en la realización de las maniobras para las presiones respiratorias máximas que describieron Larson et al.<sup>11</sup>.

Con respecto a la mejora no significativa observada en la  $PE_{m\acute{a}x}$ , podemos apuntar que si bien el dispositivo umbral (Threshold<sup>®</sup> IMT) se diseñó para entrenar la musculatura inspiratoria, es posible que los músculos espiratorios también se vean envueltos, tal y como apuntó Breslin<sup>26</sup>. En el estudio reciente de Barbalho-Moulim et al.<sup>27</sup> también se observó un incremento no significativo de la  $PE_{m\acute{a}x}$  (26%) tras un protocolo de entrenamiento mediante el Threshold<sup>®</sup> IMT (15 min por sesión, 6 sesiones semanales, durante 2-4 semanas). En este estudio la población estudiada era diferente a la del presente, especialmente en lo que concierne a la debilidad de la MR y la edad media de la población. Por lo tanto, no contamos con estudios similares con los que contrastar nuestros resultados.

Por otra parte, la carga de trabajo a la que se sometió el GE aumentó a lo largo del tiempo y puede explicar en parte los valores y la mejora observada para la  $PI_{m\acute{a}x}$ ,  $PE_{m\acute{a}x}$  y la MVV entre las mediciones del postentrenamiento y el seguimiento (figs. 2-4). El incremento en la carga de trabajo visto para el GE desde el postentrenamiento hasta el seguimiento puede explicarse como mantenimiento del efecto de entrenamiento, un efecto que no apareció en el GC. Además, la percepción del esfuerzo realizado no cambió durante las 6 semanas. A este respecto, es interesante señalar que, si bien no hubo un aumento significativo de la  $PI_{m\acute{a}x}$  respecto al GC, el efecto de la intervención fue percibido por los participantes entrenados, ya que fueron capaces de entrenar a cargas significativamente mayores con un nivel de esfuerzo similar.

#### Limitaciones y fortalezas del estudio

Partiendo de los bajos valores de las presiones respiratorias máximas, puede que 6 semanas de entrenamiento sea poca duración para observar un efecto sustancial del entrenamiento en la anciana con importante limitación funcional. La *Guía de Rehabilitación Respiratoria*<sup>28</sup> recomienda períodos de entrenamiento más prolongados (entre 6 y 12 semanas) y señala que 12 o más semanas de intervención tienden a producir un mayor beneficio y mantenimiento de este. Aunque el protocolo de entrenamiento que se ha utilizado en este estudio es similar al propuesto por Hill et al.<sup>9</sup>,

diversas circunstancias motivaron el cambio en la duración y frecuencia de sesiones del protocolo desarrollado en el mismo: a) la presencia de comorbilidad y elevada tasa de mortalidad, y b) la pasividad del anciano institucionalizado.

Las limitaciones comentadas apuntan la necesidad de futuras investigaciones que demuestren la efectividad del Threshold<sup>®</sup> IMT en la población anciana más debilitada. Estudios futuros deberían incluir entrenamientos de mayor duración, otras posibles modalidades de entrenamiento específico de la MR, así como el grupo placebo, a fin de poder medir los efectos del entrenamiento y evitar la posible influencia del aprendizaje. Por otra parte, creemos conveniente incluir otras medidas de potencial relevancia como el efecto en la capacidad de esfuerzo y la mejora en la disnea y la calidad de vida, a través de cuestionarios validados para esta población.

En nuestro conocimiento, este es el primer estudio en la población anciana institucionalizada, con deterioro funcional y debilidad muscular, que ha aplicado un protocolo de entrenamiento específico de la MR. La novedad e importancia de este ensayo clínico reside en aspectos como: a) la media de edad ( $85 \pm 6$  años), entre 10-15 años superior a la media de edad de estudios previos; b) la utilización del Threshold<sup>®</sup> IMT; c) la medición de la  $PI_{m\acute{a}x}$ ,  $PE_{m\acute{a}x}$  y MVV en 4 momentos temporales, a diferencia de investigaciones previas en las que solamente se realizaron pruebas pre y postintervención<sup>11,13</sup>, y d) el tamaño muestral mayor al empleado en estudios previos ( $n = 5-17$ ), tanto en adultos como ancianos, y en personas sanas y enfermas. Por último, este estudio señala la importancia de la intervención respiratoria y apunta sus dificultades en la población estudiada.

#### Relevancia clínica

Este estudio puede dar a los profesionales de la salud la oportunidad de ampliar su información e intervención en un colectivo cada vez mayor y hasta la fecha poco estudiado, el anciano de edad avanzada. Además, los resultados hallados en este colectivo en particular bien podrían generalizarse a otros colectivos de diferentes edades pero con condiciones de salud similares. Por lo tanto, estamos promoviendo un mejor conocimiento de los tratamientos no invasivos que pueden aplicarse en la población con comorbilidad y con importante grado de dependencia.

Como conclusión, podemos decir que la utilización del Threshold<sup>®</sup> IMT en un programa interválico de 6 semanas no produce una mejora significativa de los parámetros relacionados con la fuerza y la resistencia de la MR en la mujer anciana con debilidad muscular e importante limitación funcional.

#### Financiación

Este estudio ha sido parcialmente financiado por el proyecto PSI2010-21334.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Agradecimientos

Los autores queremos agradecer su colaboración a todas las ancianas participantes. También queremos mostrar nuestro más sincero agradecimiento a todos los fisioterapeutas que han supervisado el protocolo de entrenamiento, especialmente a José Moret Vilar. Por último, agradecemos su disponibilidad y asesoramiento al personal sociosanitario de las residencias de ancianos que han participado: residencias de la tercera edad Ballesol-Valencia y residencia El Amparo de Quart de Poblet (Valencia).



7. ¿Qué días ha encontrado mayor dificultad a lo largo del entrenamiento? 1 / 2 / 3

1. Los primeros días
2. El día de aprendizaje de un nuevo ejercicio respiratorio o aumento de intensidad
3. Otras situaciones.....

8. ¿En qué momento de la sesión ha encontrado mayor dificultad para realizar los ejercicios?

1. Al principio de la sesión
2. A mitad de la sesión
3. Al final de la sesión
4. En toda la sesión por igual

9. ¿Considera necesarios los descansos entre los ciclos/ejercicios? Sí 1 No 0 NS/NC

**Bloque C. Valoración final (semana 7).** Observaciones una vez concluido el protocolo de entrenamiento:

10. ¿Cómo se encuentra respecto al momento previo a iniciar el entrenamiento?

Mejor 2 Igual 1 Peor 0

11. En el caso de haber faltado a alguna sesión de entrenamiento, indique la causa: 1 / 2

1. Enfermedad o consulta médica
2. Otros (visita, ocio, etc.)

12. ¿Cambiaría algo respecto a las condiciones en que hemos desarrollado los ejercicios?

- |                                    |      |      |
|------------------------------------|------|------|
| 12.1. Ningún cambio                | Sí 1 | No 0 |
| 12.2. Época                        | Sí 1 | No 0 |
| 12.3. Número de sesiones semanales | Sí 1 | No 0 |
| 12.4. Número de semanas totales    | Sí 1 | No 0 |
| 12.5. Otros (horario, etc.)        | Sí 1 | No 0 |

13. ¿Se ha resfriado durante el estudio (**pregunta para ambos grupos**)? Sí 1 No 0

14. Si tuviera que decidir ahora el participar en este protocolo de ejercicios de respiración, ¿Cuál sería su contestación? Sí 1 No 0 NS/NC

15. ¿Cómo de satisfecho está de haber participado en el protocolo de ejercicios respiratorios?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nada satisfecho			Ni mucho ni poco				Muy satisfecho		

## Bibliografía

1. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (Sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50:889-96.
2. Landi F, Cesari M, Onder G, Lattanzio F, Gravina EM, Bernabei R. Physical activity and mortality in frail, community-living elderly patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59:833-7.
3. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ, Coutts AJ. The effect of habitual exercise on respiratory-muscle function in older adults. *J Aging Phys Act.* 2005;13:34-44.
4. Summerhill EM, Angov N, Garber C, McCool FD. Respiratory muscle strength in the physically active elderly. *Lung.* 2007;185:315-20.
5. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ. The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *J Sci Med Sport.* 2007;10:36-44.
6. Larson JL, Covey MK, Wirtz SE, Berry JK, Alex CG, Langbein WE, et al. Cycle ergometer and inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;60:500-7.
7. Weiner P, Azgad Y, Ganam R. Inspiratory muscle training combined general exercise reconditioning in patients with COPD. *Chest.* 1992;102:1351-6.
8. Watsford M, Murphy A. The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. *J Aging Phys Act.* 2008;16:245-60.
9. Hill K, Cecins NM, Eastwood PR, Jenkins SC. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A practical guide for clinicians. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1466-70.
10. Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: A meta-analysis. *Eur Respir J.* 2002;20:570-6.



11. Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA. Inspiratory muscle training with pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1988;138:689-96.
12. Gosselink R. Breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Chron Respir Dis.* 2004;1:163-72.
13. Belman MJ, Gaesser GA. Ventilatory muscle training in the elderly. *J Appl Physiol.* 1988;64:899-905.
14. de Andrade AD, Silva TN, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Filho VC, et al. Inspiratory muscle activation during threshold Therapy in elderly healthy and patients with COPD. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15:631-9.
15. Fonseca MA, Cader SA, Dantas EH, Bacelar SC, Silva EB, Leal SM. Respiratory muscle training programs: impact on the functional autonomy of the elderly. *Rev Assoc Med Bras.* 2010;56:642-8.
16. Harms CA. Does gender affect pulmonary function and exercise capacity? *Respir Physiol Neurobiol.* 2006;151:124-31.
17. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standard of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26:319-38.
18. ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:518-624.
19. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly: Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;149:430-8.
20. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99:696-702.
21. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32:719-27.
22. Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Shepherd KL, Green DJ, Hillman DR, et al. High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *Eur Respir J.* 2006;27:1119-28.
23. Borg G. The Borg CR10 scale folder. A method for measuring intensity of experience. Hasselby, Sweden: Borg Perception; 2004.
24. O'Kroy JA, Coast JR. Effects of flow and resistive training on respiratory muscle endurance and strength. *Respiration.* 1993;60:279-83.
25. Simões RP, Castello V, Auad MA, Dionísio J, Mazzone M. Prevalence of reduced respiratory muscle strength in institutionalized elderly people. *Sao Paulo Med J.* 2009;127:78-83.
26. Breslin EH. Respiratory muscle training in the treatment of respiratory muscle dysfunction: The state of the science. *Rehabil Nurs* 1996. 1997.
27. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, Campos FA, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics.* 2011;66:1721-7.
28. Ries AL. Pulmonary rehabilitation: Summary of an Evidence-Based Guideline. *Respir Care.* 2008;53:1203-7.