

Variabilidad de la medida de la sensación de disnea durante el esfuerzo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

F. Ortega Ruiz, T. Montemayor Rubio, M.A. Morales Gordillo, R. Ayerbe, F. Hernández Utrera y J. Castillo Gómez

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

El objetivo de este estudio fue evaluar la reproductibilidad de la medida de la sensación de disnea, durante el esfuerzo, en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Para ello, se estudiaron a 18 enfermos con EPOC estabilizada a los que se les practicó una prueba de esfuerzo progresiva y máxima en tapiz rodante y cuya sensación de esfuerzo fue medida a través de una escala de Borg modificada. Para comprobar la reproductibilidad de la prueba en este tipo de pacientes y de la escala utilizada para cuantificar la disnea, se les repitió el ejercicio en idénticas condiciones con un margen de tiempo de 10 días de media. La sensación de disnea durante el esfuerzo se correlacionaba estrechamente con los principales parámetros fisiológicos de ejercicio. El coeficiente de variación de estos parámetros, entre los dos esfuerzos, era pequeño, siendo del 4,5 % para el volumen minuto (VE_{max}); 2,78 % para el consumo de oxígeno (VO₂max); 4,4 % para la producción de carbónico (VCO₂max); 3 % para la frecuencia cardíaca (HR_{max}) y 2,75 % para la presión inspiratoria medida en la boca (PI_{max}). De igual forma, las variaciones de la sensación de disnea eran escasas, presentando un coeficiente de variación entre 0 y 6,2 %, según minutos de ejercicio. Concluimos afirmando que la intensidad de la sensación de esfuerzo puede ser valorada usando una escala convencional y su reproductibilidad es buena y semejante a la de los otros parámetros fisiológicos de ejercicio.

Variability of the measurement of the sensation of dysnea during effort in patients with chronic obstructive pulmonary disease

The aim of this study was to evaluate the reproducibility of the measurement of sensation of dysnea during effort in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Eighteen patients with stabilized chronic obstructive pulmonary disease were studied by carrying out a progressive and maximum effort test on a treadmill measuring the sensation of effort by the modified Borg scale. To confirm the reproducibility of the test in this type of patients and the scale used to quantify the dysnea, the exercise was repeated under identical conditions with a margin of ten days. The sensation of dysnea during the effort was strictly correlated with the principal physiologic parameters of exercise. The variation coefficient of these parameters between the two efforts was small, being 4.5 % for the minute volume (VE_{max}); 2.78 % for the consumption of oxygen (VO₂ max); 4.4 % for carbon production (VCO₂ max); 3 % for heart rate (HR_{max}) and 2.75 % for inspiratory pressure measured in the mouth (PI max). Likewise, the variations of sensation of dysnea were slight, presenting a variation coefficient between 0 and 6.2 % according to the minutes of exercise performed. The authors conclude affirming that the intensity of the sensation of effort may be evaluated using a conventional scale and its reproducibility is good and is similar to that of other physiologic exercise parameters.

Arch. Bronconeumol 1993; 29:7-11

Introducción

El paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) lo que nota y hace detener su esfuerzo es la sensación consciente y displacentera que le produce el aumento de su ventilación o disnea. Las técnicas psicofísicas son la base fundamental de la medición directa de la disnea, realizando un estudio cuantitativo de la relación entre el estímulo sensorial y la respuesta sensorial evocada consciente¹. Estas técnicas pueden ser usadas para medir la magnitud de

la disnea mediante la utilización de escalas (escalas de magnitud directa). La escala de Borg modificada posee propiedades de razón a la vez que propiedades de intensidad absoluta². La escala va numerada del 0 al 10 y las descripciones verbales van colocadas de manera que un aumento del doble en el grado numérico corresponde a un incremento de dos veces en la intensidad de la sensación. Los términos descriptivos tienen una ubicación precisa en el espectro de intensidades del estímulo que va desde cero hasta diez, y tales términos tienen propiedades de razón (proporcionalidad) unos con respecto a los otros^{3,4}.

Recibido el 10-2-1992 y aceptado el 20-5-1992.



Esta escala ha demostrado su validez para la cuantificación de la disnea tanto en personas sanas como en enfermos con EPOC, con y sin cargas resistivas y ha mostrado una buena correlación con los parámetros pulmonares basales^{3, 5, 6}. Sin embargo, mucho menos estudiada es su reproductibilidad durante el ejercicio y su correlación con los diferentes parámetros del esfuerzo.

Nuestro objetivo fue comprobar si la intensidad de la sensación de esfuerzo podía ser asumida mediante estas escalas convencionales utilizadas habitualmente para medir la sensación de disnea en diferentes condiciones, pero escasamente comprobadas en EPOC durante el esfuerzo y si su reproductibilidad era similar a la de los otros parámetros de ejercicio.

Material y métodos

Hemos estudiado a 18 pacientes con obstrucción crónica al flujo aéreo no reversible (EPOC). El diagnóstico se realizó de acuerdo con criterios clínicos, radiológicos y funcionales. Los criterios clínicos fueron la existencia de tos y expectoración crónica y de disnea de esfuerzo continua. Los radiológicos eran signos de hiperinsuflación con o sin signos de hipertensión arterial pulmonar precapilar. Los criterios funcionales fueron la comprobación de obstrucción de las vías aéreas, manifestada por un índice de Tiffeneau (FEV₁/FVC) inferior al 70 %, así como de ausencia de reversibilidad con broncodilatadores de dicha obstrucción. Todos ellos eran varones fumadores o exfumadores. Se exigió que se encontrasen estabilizados, fuera de reagudización y al menos a 3 meses de distancia de un ingreso hospitalario por aumento de su sintomatología respiratoria. Además de la estabilización clínica, se exigió una estabilidad funcional espirográfica y gasométrica. El tratamiento medicamentoso crónico (broncodilatadores β_2 simpaticomiméticos por vía inhalada y teofilinas retardadas orales) no fue suspendido ni previamente ni a lo largo del estudio.

Los estudios espirográficos se realizaron en un espirógrafo de campana tipo Stead-Wells (Volumograph Minjhardt). Se emplearon como tabla de normalidad las de Kamburoff et al⁷ y se siguieron las normativas propuestas por la SEPAR⁸ y por la ATS⁹. Las Raw se determinaron en un pletismógrafo corporal Jaeger de volumen constante (920 l) a una frecuencia respiratoria fija estandarizada por metrónomo. Se exigieron un mínimo de 10 curvas reproducibles, tomando la media de todas ellas. Las Raw medidas fueron inspiratorias y a un flujo de 0,5 l/seg. La capacidad residual funcional (FRC) se determinó pletismográficamente como el volumen de gas intratorácico medido por el método de interrupción. La gasometría arterial se efectuó con muestras de sangre procedentes de la arteria radial o humeral y la medida de la PaO₂, PaCO₂ y pH se llevó a cabo en un analizador de gases AVL-945, siguiéndose las recomendaciones SEPAR sobre gasometría arterial¹⁰.

El ejercicio se realizó en un tapiz rodante Laufergotest, cuya velocidad podía ser modificada de 0 a 20 km/hora y su grado de pendiente de 0 a 50 %. Antes de la prueba, se les familiarizó con la técnica y utillaje e hicieron un entrenamiento mínimo de acostumbamiento para adaptarse al tapiz rodante. Durante la prueba de esfuerzo, la velocidad permanecía constante y había sido elegida en la fase de entrenamiento por el paciente y cada 3 minutos se aumentaba la pendiente del tapiz de 2,5 % en 2,5 %, partiendo de 0 de pendiente en el primer escalón, hasta llegar al máximo esfuerzo que el paciente pudiese soportar. Se utilizó el siste-

TABLA I
Pruebas funcionales pulmonares y gasometría arterial

	\bar{X}	\pm DE
FVC (%)	63,4	17,5
FEV ₁ (%)	37,7	14,2
FEV ₁ /FVC (%)	46,5	7,8
Raw (cmH ₂ O/l/s)	4,6	2,3
FRC (%)	164,7	27,7
RV (%)	209,2	43
PaO ₂ (mmHg)	66,2	6,3
PaCO ₂ (mmHg)	42,7	5,2

ma Ergo-Oxycreen compuesto por varias unidades respiratorias para medir el volumen minuto, los gases respiratorios y la frecuencia cardíaca. La unidad de valoración (μ -Dataspir) consiste en un microprocesador que sirve para la adquisición y posterior tratamiento de los datos acumulados. El Ergo-Oxycreen es una unidad para mediciones ergoespirométricas del tipo "sistema abierto". El flujo espiratorio que se mide con un neumotacógrafo se integra a volumen espiratorio y se establece cada 30 segundos. La mascarilla tenía una válvula espiratoria de baja resistencia, conectada a través de un tubo coarrugable a un neumotacógrafo tipo Fleish y a través del cual se controlaban los parámetros ventilatorios. En la propia mascarilla facial existía una salida para la medida de la presión boca, a través de un transductor de presión tipo Jaeger. El análisis de gases se realizaba por medio de una bolsa de respiración que servía para la posterior determinación de la concentración de gases en el aire espirado. Para conseguir un valor medio estable se trabajaba con una mezcla de varios ciclos respiratorios. El análisis del CO₂ se basa en el principio de la absorción infrarroja y la determinación del O₂ se consigue mediante la susceptibilidad paramagnética del oxígeno. El control constante de saturación de oxígeno tanto en reposo como durante el esfuerzo se realizó con un oxímetro de oreja Hewlett Packard. Los valores de normalidad para el VO_{2máx} se expresan según los valores de referencia de Wasserman et al¹¹.

A los pacientes se les preguntaba, cada 3 minutos, por "la sensación de esfuerzo" requerida para respirar mediante una escala de Borg modificada (fig. 1) que comprendía números, de 0 a 10 y categorías, desde "nada" hasta "máxima". A todos se les repitió el esfuerzo en días diferentes con un margen de tiempo de al menos 48 horas entre prueba y prueba (media de 10 días). Las condiciones de realización del segundo esfuerzo, así como las determinaciones que se realizaron fueron las mismas que en el primer ejercicio.

Como la escala de Borg es una escala ordinal, no puede esperarse una normal distribución, por lo que hemos aplicado, para el estudio estadístico, el test de la U de Mann-Whitney, obteniéndose, además, un coeficiente de variación para cada parámetro. También hemos obtenido del análisis de la varianza, el coeficiente de correlación intraclase como índice global de reproductibilidad de la medida de la sensación de disnea de toda la prueba de esfuerzo¹². Por otro lado, efectuamos un test de correlación lineal para comprobar la relación entre la disnea y los diferentes parámetros de esfuerzo.

Resultados

En la tabla I se muestran los datos de la función pulmonar tras broncodilatadores y los gases en sangre arterial en reposo de los 18 pacientes estudiados. Los enfermos tenían una edad media de $54,7 \pm 4,6$ años y



10	_____	Maxima
9	_____	Muy,muy severa
8	_____	
7	_____	Muy severa
6	_____	Severa
5	_____	Algo severa
4	_____	Moderada
3	_____	Ligera
2	_____	Muy ligera
1	_____	Muy, muy ligera
0	_____	Nada

Fig. 1. Escala de Borg modificada.

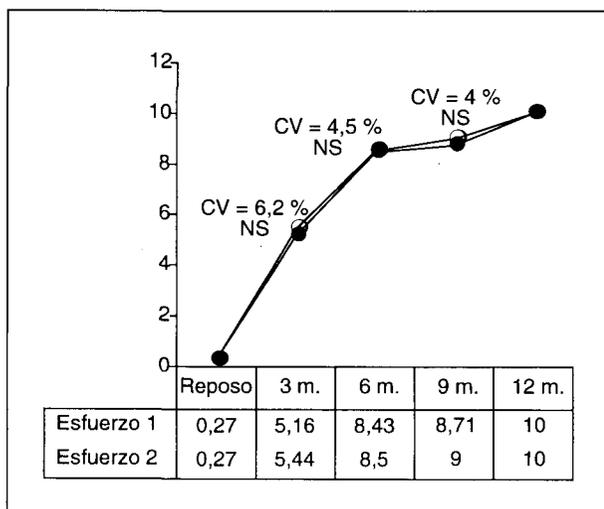


Fig. 2. Reproducibilidad de la disnea (- esfuerzo 1; + esfuerzo 2).

todos presentaban una significativa obstrucción de vías aéreas e hiperinsuflación. Así, la media de FEV₁/FVC era del 46,5 ± 7,8 % y la FRC era del 164,7 ± 27,7 % de sus teóricos. La PaO₂ estaba moderadamente descendida (66,2 ± 6,3 mmHg) y en ningún caso era inferior a 55 mmHg. Los valores de la PaCO₂ eran normales como media, aunque en siete pacientes superaban una PaCO₂ de 45 mmHg. Todos los sujetos manifestaban una incapacidad para el desarrollo del ejercicio. El promedio del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) fue del 63 ± 7 %, con un rango entre el 48-80 % del teórico. La media de la frecuencia cardíaca máxima fue del 87 ± 4 % del teórico, con un rango entre 115-160 latidos/minuto. La ventilación máxima alcanzada fue de 31,09 ± 10,1, que correspondía a un porcentaje de 83 ± 7 % de la máxima ventilación voluntaria. Cinco pacientes sufrieron desaturaciones superiores al 5 % a máximo

TABLA II

Variaciones de diferentes parámetros entre los dos esfuerzos

	1-E		2-E		Valor p	Coeficiente de variación
	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$	$\bar{X} \pm DE$		
VE _{max}	30,44	10,51	31,09	10,1	NS	4,5 %
VO _{2max}	1,11	0,29	1,12	0,3	NS	2,78 %
VCO _{2max}	0,8	0,24	0,8	0,23	NS	4,4 %
HR _{max}	133,1	13	135,5	16,5	NS	3 %
PI _{max}	1,85	0,56	1,85	0,54	NS	2,75 %

El volumen minuto máximo (VE_{max}), consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) y producción de carbónico máximo (VCO_{2max}) expresados en l/min. La frecuencia cardíaca máxima (HR_{max}) en latidos/min. La presión boca inspiratoria (PI_{max}) expresada en cmH₂O.
E: esfuerzo; NS: no significativo.

esfuerzo, aunque en todos los casos se mantuvo por encima del 85 %.

En la tabla II se exponen los resultados de diferentes parámetros al final del esfuerzo, en cada uno de los dos ejercicios realizados. No habían diferencias significativas entre los dos esfuerzos, en ninguno de los parámetros estudiados ($p > 0,05$). Los coeficientes de variación entre los dos ejercicios fueron: 4,5 % para el volumen minuto (VE_{max}); 2,78 para el consumo de oxígeno (VO_{2max}); 4,4 % para la producción de carbónico (VCO_{2max}); 3 % para la frecuencia cardíaca (HR_{max}) y 2,75 % para la presión inspiratoria media en la boca (PI_{max}).

En la figura 2 se recoge la sensación de disnea, medida por escala de Borg modificada, referida por los pacientes en los dos ejercicios, desde el nivel basal de reposo y cada 3 minutos hasta el final del esfuerzo. No habían diferencias significativas en la medida de la sensación de disnea, entre los dos ejercicios ($p > 0,05$). El coeficiente de variación fue del 0 % para el nivel basal de reposo, 6,2 % a los 3 minutos; 4,5 % a los 6 minutos; 4 % a los 9 minutos y del 0 % a los doce minutos. Por otro lado, el coeficiente de correlación intraclase de la medida de la sensación de disnea, a lo largo de todo el ejercicio, era de 0,96.

La sensación de esfuerzo, medida por la escala de Borg, aumentaba en todos los sujetos con el incremento de VE (valor r de 0,73), VO₂ (valor r de 0,7), HR (valor r de 0,75) y PI (valor r de 0,68).

Discusión

La reproducibilidad de la prueba de esfuerzo parece bien establecida por diferentes autores. La variabilidad de los principales parámetros de ejercicio, en determinaciones repetidas en un mismo sujeto, es escasa y oscila entre el 2 y el 6 %^{13,14}. Brown et al¹⁵ comprobaron una escasa variabilidad en parámetros como el VO₂, VE y HR, al someter a pacientes con EPOC a prueba de esfuerzo desarrollada en bicicleta ergométrica. Nuestros resultados, sobre los índices fisiológicos de ejercicio, confirman estos hallazgos, obteniéndose variaciones inferiores al 5 % en los distintos parámetros analizados y confirman la buena



reproductibilidad de esta prueba en estos pacientes. Resaltar el bajo coeficiente de variación de las presiones inspiratorias medidas en la boca, parámetro no analizado, habitualmente, con este fin.

Sin embargo, mucho menos se conoce sobre la reproductibilidad de la medida de la sensación de disnea durante el esfuerzo en pacientes con EPOC.

Estudiando a personas sanas, Adams et al¹⁶ mostraron una buena correlación de la sensación de disnea con el VE durante un ejercicio máximo progresivo, usando una escala visual analógica. De igual forma, demostraron un alto grado de reproductibilidad de esta escala durante el esfuerzo.

Silverman et al¹⁷, al realizar tres tests de ejercicio (dos de ellos en el mismo día) a seis pacientes con EPOC, comprobaron una gran reproductibilidad de la sensación de disnea medida por escala de Borg, con un coeficiente de variación de alrededor del 3 %, similar al del resto de los parámetros medidos durante el esfuerzo. De igual forma, la correlación entre la disnea y el VO_{2max} , HR_{max} y VE_{max} era alta. El mismo grupo, en un trabajo posterior, ratifica la buena reproductibilidad tanto de la escala de Borg (coeficiente de variación del 3 %) como de la escala visual analógica (coeficiente de variación del 6 %) durante el ejercicio en pacientes con EPOC¹⁸. Sin embargo, estos trabajos tienen el inconveniente, además del escaso número de pacientes, de comparar las variaciones de la disnea, entre los diferentes esfuerzos, tan sólo a los dos minutos y al final del ejercicio, no estudiando la reproductibilidad a lo largo de todo el test.

Estos resultados han sido cuestionados recientemente por Belman et al¹⁹. Estos autores, al analizar la variabilidad de la escala de Borg modificada en nueve pacientes con EPOC, encuentran diferencias significativas en el nivel de disnea entre los esfuerzos, tendiendo a ser cada vez más pequeña para un mismo minuto de ejercicio. También encuentran que los distintos parámetros de esfuerzo (VE, VO_2 , VT, Fr) tienden, igualmente, a disminuir, aunque en estos casos la diferencia no llega a ser significativa. La valoración de la disnea tan sólo la realizan a los 2 y 5 minutos del ejercicio. Ellos intentan explicar este descenso en el nivel de disnea por un efecto "desensibilizador" y reducción de la ansiedad.

En nuestro estudio, para cuantificar la magnitud de la sensación de disnea, utilizamos una escala de Borg modificada que combina propiedades de intensidad absoluta y propiedades de razón. Además de su facilidad de aplicación, estas propiedades la hacen útil para cuantificar la intensidad de la disnea en un individuo, así como para poder realizar comparaciones entre sujetos distintos^{2,5}.

Cuando estudiamos las variaciones de la sensación de disnea, a lo largo de los distintos escalones, entre los dos esfuerzos, comprobamos que ésta era escasa y similar a la reproductibilidad de los otros parámetros de ejercicio. No existían diferencias significativas, en la medida de la sensación de disnea, entre los dos esfuerzos. Como es lógico, los pacientes presentaban más dificultad en señalar igual punto en la

escala en las zonas intermedias de los esfuerzos, donde presentan mayor dispersión, siéndoles más fácil identificar iguales sensaciones en los extremos del ejercicio, en reposo y a máximo esfuerzo. El valor del coeficiente de correlación intraclase confirma la buena reproductibilidad de la medida, en el global de la prueba.

Nosotros creemos que la diferencia de nuestros resultados con los encontrados por Belman et al¹⁰ puede ser debida a un efecto del entrenamiento, ya que sus enfermos realizaban hasta cuatro ejercicios en un período máximo de 10 días. Además, el diseño del estudio era diferente. Mientras que nuestros enfermos realizaban ejercicios progresivos y máximos, en ese estudio sólo el primero era de este tipo, siendo el resto un ejercicio estable (95 % del VO_{2max}) y por un máximo de 6 minutos, no alcanzándose el VO_{2max} de los pacientes.

En la actualidad se piensa que la sensación de disnea está estrechamente relacionada con la actividad de los músculos inspiratorios. La disnea sería, en gran parte, la sensación de esfuerzo respiratorio, que traduciría el nivel de impulso motor central^{20,21}.

Nuestros resultados muestran que la sensación de disnea, medida por escala de Borg modificada, se correlaciona con los parámetros fisiológicos, ventilatorios, circulatorios y musculares, que reflejan la intensidad del ejercicio (VE, VO_2 , HR y PI). La reproductibilidad de la sensación de esfuerzo depende del grado de estabilidad de la función pulmonar. Los pacientes con cambios apreciables en la mecánica pulmonar probablemente varíen el nivel de disnea para un nivel dado de VO_2 y V_E . En nuestros pacientes, el estado clínico era estable durante el período de realización de las pruebas y se les exigió que se encontrasen fuera de reagudización y sin variaciones en su grado de obstrucción durante un amplio período antes de iniciar el estudio.

En resumen, estos resultados indican que la intensidad de la sensación de esfuerzo puede ser valorada usando una escala de categoría convencional, como es la escala de Borg, en los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y que su reproductibilidad es semejante a la de los otros parámetros fisiológicos del ejercicio. De esta forma, la aplicación de estas escalas durante el esfuerzo podría tener un interés clínico en el seguimiento de estos pacientes y en el control de la eficacia de diferentes modalidades terapéuticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kieran J, Killian KJ. The objective measurement of breathlessness. *Chest* 1985; 86 (suppl):S84-S90.
2. Borg CAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14:377-381.
3. Altose MD. Assessment and management of breathlessness. *Chest* 1985; 88 (suppl):S77-S83.
4. Brown ML. Selecting an instrument to measure dyspnea. *Oncology Nursing Forum* 1984; 12:98-100.



F. ORTEGA RUIZ ET AL.- VARIABILIDAD DE LA MEDIDA DE LA SENSACIÓN DE DISNEA DURANTE EL ESFUERZO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA

5. Cherniak NS, Altose MD. Mechanisms of dysnea. *Clin Chest Med* 1987; 8:207-214.
6. Killian KJ, Bucens DD, Campbell EJM. Effect of breathing patterns on the perceived magnitude of added loads to breathing. *J Appl Physiol* 1982; 52:578-584.
7. Kamburof PL, Weitowitz HJ. Prediction of spirometry indices. *Br J Dis Chest* 1972; 81:
8. Recomendaciones SEPAR. Normativa para la espirometría forzada. Barcelona: Ed. Doyma, 1985.
9. American Thoracic Society: Standardization spirometry-1987 update. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136:1.285-1.298.
10. Recomendaciones SEPAR. Normativa sobre gasometría arterial. Barcelona: Ed. Doyma, 1987.
11. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia: Lea-Febiger, 1987.
12. Chinn S. Statistics in respiratory medicine. Repeatability and method comparison. *Thorax* 1991; 46:454-456.
13. Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev* 1974; 54:75-79.
14. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T, McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131:700-708.
15. Brown SE, Fischer CE, Stansbury DW, Light RW. Reproducibility of VO_{2max} in patients with chronic air-flow obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131:435-438.
16. Adams L, Chronos N, Lane R, Guz A. The measurement of breathlessness in normal subjects: validity of two scaling techniques. *Clin Sci* 1985; 69:7-16.
17. Silverman MT, Barry J, Hellerstein HK, Janos J, Kelsen SG. Variability of the perceived sense of effort in breathing during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137:206-209.
18. Muza SR, Silverman MT, Gilmore GS, Hellerstein HK, Kelsen SG. Comparison of scales used to quantitate the sense of effort to breath in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141:909-913.
19. Belman MJ, Brooks LR, Ross DJ, Mohsenifar Z. Variability of breathlessness measurement in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1991; 99:566-571.
20. Killian KJ, Gandevia SC, Summers E, Campbell EJM. Effect of increased lung volume on perception of breathlessness, effort and tension. *J Appl Physiol* 1984; 57:686-691.
21. El-Manshawi A, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Breathlessness during exercise with and without resistive loading. *J Appl Physiol* 1986; 1:896-905.