

## Efectos de la oxigenoterapia líquida portátil sobre la deambulación

A. Arnedillo Muñoz, A. León Jiménez, J.J. Fernández Berni, J.A. Córdoba Doña\* y A. Rosano Romero\*\*

Sección de Neumología. \*Servicio de Medicina Preventiva y Epidemiología. Hospital Universitario Puerta del Mar.

\*\*Delegación Provincial de Salud. Cádiz.

Los efectos de la oxigenoterapia líquida portátil (OLP) sobre la deambulación, con el esfuerzo que supone cargar con el dispositivo portátil, no están totalmente aclarados. Nuestro objetivo ha sido evaluar la repercusión de la OLP sobre la deambulación, utilizando para ello la prueba de marcha de 6 minutos. Se estudiaron 30 pacientes en tratamiento con oxigenoterapia domiciliaria (OD), a los que se les realizaron una gasometría arterial basal, una espirometría y tres pruebas de marcha de 6 minutos, la primera basal, y posteriormente aleatorizadas y cruzadas, una con aire comprimido simulando oxígeno y otra con oxígeno líquido (OL). Durante la realización de las pruebas, se midieron la frecuencia cardíaca máxima, la distancia recorrida, la disnea mediante la escala de Borg, la saturación de oxígeno (SatO<sub>2</sub>) media y el tiempo que los pacientes estuvieron por encima del 89% de saturación. Comparando las pruebas basales con las realizadas con aire comprimido, no se observaron mejorías en ninguno de los parámetros evaluados. Sin embargo, sí se observó un aumento de la distancia recorrida en las pruebas con OL, comparadas con las basales, así como la corrección de la SatO<sub>2</sub> al flujo prescrito. La disnea no se modificó significativamente.

**Palabras clave:** Oxigenoterapia domiciliaria. Oxígeno líquido. Oxigenoterapia portátil. Prueba de marcha de 6 minutos.

(Arch Bronconeumol 1999; 35: 60-63)

### Introducción

Desde los clásicos estudios del Nocturnal Oxygen Therapy Trial (NOTT)<sup>1</sup> y el British Medical Research Council (BMRC)<sup>2</sup>, está claramente constatado que la oxigenoterapia aumenta la supervivencia de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) e insuficiencia respiratoria.

Un análisis más detallado de los resultados combinados de ambos estudios revela importantes diferencias en la supervivencia esperada de los pacientes que recibie-

### Effects of portable liquid oxygen therapy on walking

The effect on walking of portable liquid oxygen therapy (PLOT), which involves carrying a tank, remains unclear. Our aim was to evaluate the repercussion of PLOT on performance in the 6 minute walking test. We enrolled 30 patients receiving home oxygen therapy in a randomized cross-over study, collecting data on arterial blood gases at baseline, spirometry, and performance on the 6 minute walking test at baseline and at later sessions with PLOT and with compressed air simulating oxygen. During the tests we measured peak heart rate, distance walked and time that oxygen saturation remained over 89%. For compressed air, no improvement over baseline values was observed for any of the parameters measured. During the PLOT tests, however, patients walked farther than at baseline and arterial oxygen saturation rose to the prescribed flow rate. Dyspnea was not significantly affected.

**Key words:** Domiciliary oxygen therapy. Liquid oxygen. Portable oxygen therapy. 6 minutes walking test.

ron oxígeno 17,7 h/día respecto a los que la recibieron 15 o 12 h. La diferencia en la duración de la oxigenoterapia entre ambos grupos no fue considerable, por lo que esta mayor supervivencia es algo sorprendente. Este hecho hace pensar en la posibilidad de que los beneficios adicionales observados en los pacientes con más horas de oxigenoterapia fueran debidos a la utilización de sistemas portátiles que darían movilidad al paciente y romperían el círculo vicioso que implica la inmovilidad, el descondicionamiento físico y la disnea<sup>3</sup>.

La fuente más extendida para administrar oxigenoterapia durante la deambulación en nuestro medio es la oxigenoterapia líquida portátil (OLP). En algunos países como Italia, su prescripción es muy elevada (el 80% de la oxigenoterapia convencional)<sup>4</sup>, pero en otros su utilización está limitada, fundamentalmente debido al elevado coste económico que supone.

Este trabajo ha sido financiado por beca SEPAR 95

Correspondencia: Dr. A. Arnedillo Muñoz.  
Avda. Amílcar Barca, 17, 1.º A. 11008 Cádiz.

Recibido: 31-10-97; aceptado para su publicación: 1-9-98.

TABLA I  
Resultados obtenidos en las espirometrías  
y gasometrías arteriales basales

	Media	DE
Edad	64,7	7
FEV <sub>1</sub> (ml)	832	356
FEV <sub>1</sub> (%)	29,3	10,9
FVC (ml)	1.659	492
FVC (%)	41,8	8,3
FEV <sub>1</sub> /FVC%	49,9	14,2
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	56,8	8,7
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	43,6	6,4
SatO <sub>2</sub> (%)	86,9	6,3

FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio máximo en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada; SatO<sub>2</sub>: saturación arterial de oxígeno; DE: desviación estándar. PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno; PaCO<sub>2</sub>: presión arterial de carbónico; mmHg: milímetros de mercurio.

Esta fuente permite una cierta autonomía, que depende no sólo de la capacidad del sistema portátil, sino también del flujo necesario para corregir la hipoxemia.

Sin embargo, aunque la oxigenoterapia proporciona una disminución de la disnea y un aumento de la tolerancia al esfuerzo<sup>5-7</sup>, algunos estudios han observado que el peso que supone transportar el sistema portátil de oxígeno reduce o anula el aumento de la tolerancia conseguido con la oxigenoterapia<sup>8</sup>.

Además, algunos autores han observado un efecto placebo cuando se utiliza aire comprimido simulando oxígeno<sup>9,10</sup>, habiendo demostrado un aumento de la distancia recorrida respecto a las pruebas basales.

Por ello, nos planteamos como objetivo comprobar los efectos que produce esta fuente de oxigenoterapia sobre la deambulación, comparándola con el esfuerzo realizado en condiciones basales y respirando aire comprimido utilizado como placebo.

## Material y métodos

Se estudiaron 30 pacientes remitidos desde consultas externas, que se encontraban en programa de oxigenoterapia domiciliar (OD), estaban diagnosticados de una enfermedad respiratoria crónica y no tenían impedimentos físicos o psíquicos para deambular. Los pacientes se encontraban en situación clínica estable desde hacía al menos 3 meses. El tamaño muestral calculado para detectar diferencias de 15 metros o más en la distancia recorrida, con una potencia del 90% y un intervalo de confianza del 95%, fue de 29, añadiendo un paciente más por posibles pérdidas. Los resultados de las espirometrías y gasometrías arteriales basales quedan reflejados en la tabla I.

A todos los pacientes se les realizaron un hemograma y una gasometría arterial basal mediante técnica estandarizada<sup>11</sup>. Las mediciones se realizaron en un gasómetro IL 1306 (Instrumentation Laboratory, Izasa, Barcelona). Tras ello se midió la saturación arterial de oxígeno (SatO<sub>2</sub>) basal, mediante un pulsioxímetro NONIN modelo 8500.

Se midieron el volumen espirado máximo en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) y la capacidad vital forzada (FVC) en valores absolutos en ml y en porcentaje respecto a sus valores teóricos previstos<sup>12</sup>. También se midió la relación porcentual entre ambos. Las mediciones fueron realizadas mediante un espirómetro DATOSPIR 92 (Sibelmed S.A., Barcelona).

La capacidad de esfuerzo fue evaluada mediante la prueba estandarizada de marcha de 6 min<sup>13</sup>. A todos los pacientes se les realizaron tres pruebas de marcha, la primera de ellas basal, y posteriormente de manera aleatoria y cruzada a simple ciego se realizaban un test de marcha respirando oxígeno mediante mochila de oxígeno líquido (OL) portátil y otra prueba respirando aire comprimido procedente de una botella de aluminio portátil; en ambas situaciones, se utilizaron gafas nasales como mecanismo de administración.

Ambos dispositivos iban debidamente camuflados e iguales en peso (3,7 kg). Las pruebas se realizaron el mismo día en cada paciente, existiendo un período de descanso entre ellas de al menos 45 min.

El flujo de oxígeno se estandarizó en todos los pacientes, en 2 l por encima del flujo necesario para conseguir una saturación del 91-92%, medida por pulsioximetría. La prueba con aire comprimido fue realizada al mismo flujo que la prueba con OLP.

Durante la realización de las pruebas de marcha, se midieron la frecuencia cardíaca máxima alcanzada (por pulsioximetría), la distancia recorrida en metros y la disnea basal y final medidas mediante la escala de disnea modificada de Borg<sup>14</sup>.

También se midieron la SatO<sub>2</sub> basal y la saturación media alcanzada durante las pruebas de marcha. Además, se midió el porcentaje de tiempo que el paciente se mantuvo con SatO<sub>2</sub> por encima del 89%, y ésta era proporcionada por el pulsioxímetro, ya que las mediciones se realizaron en tiempo real.

Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante la prueba de Wilcoxon. Se consideraron significativos valores de  $p < 0,05$ .

## Resultados

De los 30 pacientes, 25 eran varones (83,3%) y 5, mujeres (16,6%). Veinticuatro (80%) pacientes estaban diagnosticados de EPOC, 3 (10%) de insuficiencia respiratoria toracógena, 2 (6,6%) de neumopatía intersticial y uno (3,3) de asma.

En cuanto a los resultados obtenidos de las distintas pruebas de marcha, los datos quedan reflejados en la tabla II.

TABLA II  
Resultados obtenidos en las distintas pruebas de marcha de 6 min expresados como media  $\pm$  desviación estándar y comparación de medias entre las pruebas basales y con oxígeno

	Basal (n=30)	Con O <sub>2</sub> (n=30)	Placebo (n=30)	Basal-O <sub>2</sub> * (p)	Basal placebo* (p)
FC máxima	113,6 $\pm$ 15	110 $\pm$ 13,6	113,8 $\pm$ 14,8	NS	NS
Distancia	246,2 $\pm$ 109,4	263,4 $\pm$ 103,6	220,1 $\pm$ 109,2	< 0,01	< 0,01
Disnea	4,26 $\pm$ 2,4	3,9 $\pm$ 2,5	5,23 $\pm$ 2,6	NS	< 0,001
SatO <sub>2</sub> media	79,8 $\pm$ 9,2	91,4 $\pm$ 4,8	77,3 $\pm$ 10,7	< 0,001	< 0,01
% de tiempo SatO <sub>2</sub> $\geq$ 90%	15,1 $\pm$ 24	78,6 $\pm$ 30,1	8,8 $\pm$ 15	< 0,001	NS

\*Prueba de Wilcoxon. FC: frecuencia cardíaca; SatO<sub>2</sub>: saturación arterial de oxígeno; NS: no significativo.

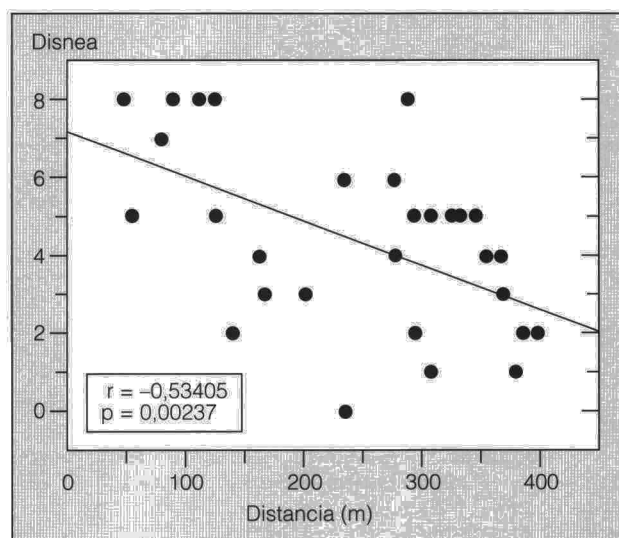


Fig. 1. Regresión lineal entre la distancia recorrida y la disnea (escala de Borg modificada) al final de la prueba de marcha basal.

Si comparamos las pruebas realizadas con aire comprimido con las realizadas en condiciones basales, la distancia recorrida disminuyó y la disnea aumentó significativamente (tabla II), por lo que no existió efecto placebo.

Comparando las pruebas realizadas en condiciones basales con las realizadas con OLP, observamos un aumento significativo de la distancia recorrida cuando se empleó la OLP. En la disnea al final del test, se observó una tendencia a disminuir, pero sin que existieran diferencias estadísticamente significativas (la potencia estadística para esta variable fue del 68%).

Respecto al porcentaje de tiempo por encima del 89% de  $\text{SatO}_2$ , éste fue significativamente mayor en las pruebas realizadas con OLP.

No se observó correlación en ninguna de las tres pruebas realizadas entre los parámetros espirométricos y la distancia recorrida, la disnea o el grado de desaturación. Tampoco observamos correlación entre la  $\text{SatO}_2$  media y la distancia recorrida o la disnea. En cambio, sí observamos una correlación inversa significativa entre el grado de disnea al final del test y la distancia recorrida en las tres pruebas realizadas (figs. 1, 2 y 3).

Tampoco encontramos correlación entre los flujos de oxígeno o la saturación media empleados y la distancia recorrida o la disnea.

## Discusión

La población estaba compuesta mayoritariamente por pacientes con EPOC. Este grupo de pacientes es el más prevalente dentro de la población de enfermos con OD.

No hemos detectado efecto placebo con el aire comprimido, a diferencia de otros autores<sup>8,9</sup> que encontraron un incremento en la distancia recorrida en la prueba con placebo respecto a la basal. En nuestro estudio, durante la prueba con placebo y comparada con la basal la distancia disminuyó y la disnea aumentó, todo ello posi-

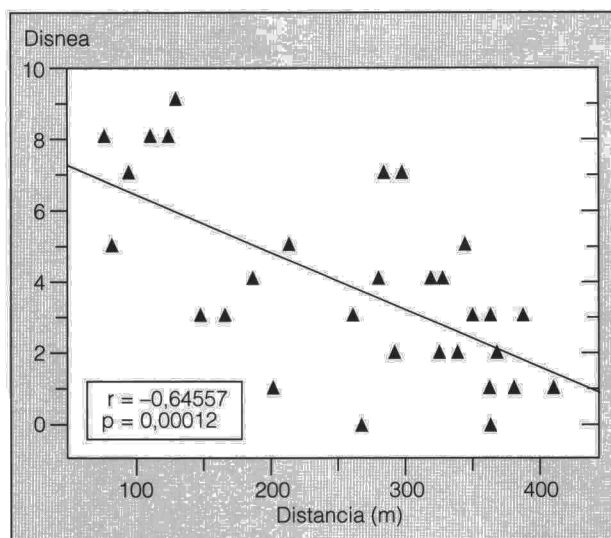


Fig. 2. Regresión lineal entre la distancia recorrida y la disnea (escala de Borg modificada) al final de la prueba de marcha con oxígeno.

blemente atribuible al incremento de la demanda metabólica que supone la carga del sistema portátil<sup>15</sup>.

Aunque en la bibliografía está descrita la existencia de un efecto aprendizaje<sup>16</sup> en los tests de marcha de 6 min, esta circunstancia ha sido minimizada mediante la aleatorización de los pacientes tras la prueba basal; así, 15 pacientes realizaron en segundo lugar la prueba con placebo y 16 pacientes la prueba con OLP.

Los resultados obtenidos en cuanto a la distancia recorrida están en consonancia con los hallazgos de otros autores. Lock et al<sup>17</sup> encontraron un aumento de la distancia recorrida de un 10%, y Davidson et al<sup>6</sup> de un 17% cuando la prueba de marcha se realizaba con oxígeno transportando el paciente el sistema portátil, y en ambos casos con un peso similar al nuestro. En nuestros pacientes la distancia aumentó un 7%.

Sin embargo, en lo referente a la disnea, algunos autores<sup>17,18</sup> han observado una disminución de la misma utilizando oxígeno portátil. En nuestros pacientes, aunque la disnea se redujo, estos cambios no llegaron a ser significativos, aunque hay que tener en cuenta que la potencia estadística que obtuvimos para esta variable era sensiblemente menor que para la distancia. A pesar de ello, en los estudios señalados anteriormente la disnea fue evaluada por la escala analógica visual y en nuestro estudio por la de Borg, por lo que los resultados pueden no ser totalmente comparables. Además, estas mediciones se realizan al final de la prueba de marcha, por lo que habitualmente estamos comparando la disnea medida a diferentes tasas de esfuerzo, es decir, la mayoría de los pacientes cuando realizan la prueba con OLP caminan más metros que en condiciones basales y sería más comparable medir la disnea cuando, respirando oxígeno, alcanzan la misma distancia que recorrieron en condiciones basales.

La prueba de marcha de 6 min, aunque es la que más se asemeja a la deambulacion cotidiana de los pacientes, supone muchas veces un esfuerzo superior a caminar a su

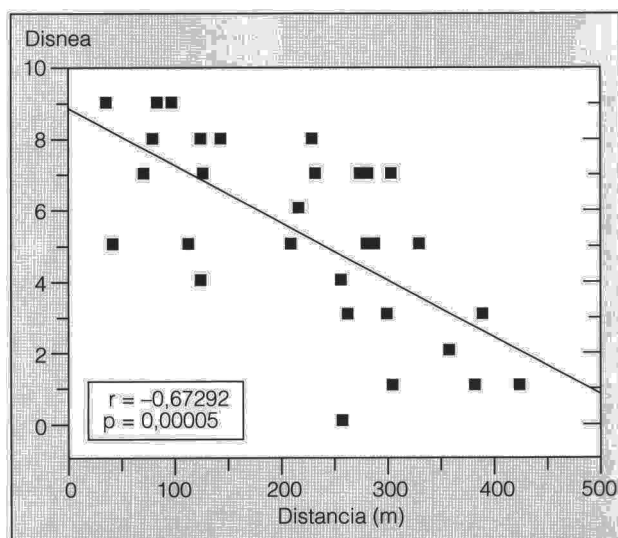


Fig. 3. Regresión lineal entre la distancia recorrida y la disnea (escala de Borg modificada) al final de la prueba de marcha con placebo.

paso habitual. Esto depende en gran parte de las frases de ánimo que se les dicen a los pacientes mientras realizan la prueba<sup>19</sup>. En nuestro estudio, estas frases se estandarizaron ("Ánimo, lo está haciendo usted muy bien") y eran repetidas en los minutos 1, 3 y 5. Probablemente debido a esto, es posible que la disnea que los pacientes presentan durante los tests no sea totalmente comparable con la que tendrían en una situación cotidiana.

Respecto al flujo necesario para corregir la hipoxemia, la mayoría de los estudios pautan un flujo fijo independientemente de la  $\text{SatO}_2$  previa del paciente. Sin embargo, estudios que han comparado flujos progresivamente mayores han demostrado un incremento de la distancia recorrida<sup>6,18</sup> cuanto mayor era el flujo de oxígeno. Aunque existen ciertas directrices sobre cuál debe ser el aumento en el flujo de oxígeno durante la deambulación<sup>20,21</sup>, no existe unanimidad de criterios; lógicamente, éste debe ser el necesario para mantener la saturación por encima, al menos, del 89% durante el esfuerzo y debe individualizarse en cada enfermo. La pauta que adoptamos nosotros corrigió la  $\text{SatO}_2$  media por encima del 89% durante la marcha, en el 83,3% de los pacientes. En 2 pacientes, la hipoxemia basal no se corregía con el flujo máximo disponible con el sistema portátil, que era de 6 l/min.

Consideramos que es importante mantener la  $\text{SatO}_2$  por encima del 89% en los pacientes, ya que lo contrario, de manera mantenida, produce vasoconstricción hipóxica pulmonar e hipertensión pulmonar mantenida<sup>22</sup>, y ésta se asocia a disminución de la supervivencia en los pacientes con EPOC<sup>23</sup>.

Además, los beneficios de la OLP durante la deambulación probablemente van más allá de estas mediciones habituales; así, por ejemplo, disponer de estas fuentes puede suponer un apoyo en la rehabilitación de los pacientes con la deambulación.

Por ello, creemos que los cambios que pueden experimentar los pacientes tras la OLP no deben limitarse a

los parámetros de distancia y disnea que son los habitualmente estudiados, sino que debe valorarse otra serie de cambios a medio-largo plazo que podrían verse mejor reflejados en los cuestionarios de calidad de vida. Actualmente, son necesarios estudios que evalúen estos aspectos y, probablemente, apoyen extender las indicaciones de esta fuente de oxígeno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group. Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease. *Ann Intern Med* 1980; 93: 391-398.
2. Medical Research Council Working Party. Long-term domiciliary oxygen therapy in chronic hypoxemic cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphysema. *Lancet* 1981; 1: 681-686.
3. Cooper CB. Long-term oxygen therapy. En: Casaburi R, Petty TL, editores. Principles and practice of pulmonary rehabilitation. Filadelfia: WB Saunders Co., 1993.
4. Fauroux B, Howard P, Muir JF. Home treatment for chronic respiratory insufficiency: the situation in Europe in 1992. *Eur Respir J* 1994; 7: 1.721-1.726.
5. Stein DA, Bradley BL, Miller WC. Mechanisms of oxygen effects on exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1992; 81: 6-10.
6. Davidson AC, Leach R, George RJD, Geddes DM. Supplemental oxygen and exercise ability in chronic obstructive airways disease. *Thorax* 1988; 43: 965-971.
7. Tarry SP, Celli B. Long-term oxygen therapy. *N Engl J Med* 1995; 333: 710-714.
8. Legget RJE, Flenley DC. Portable oxygen and exercise tolerance in patients with chronic hypoxemic cor pulmonale. *Br Med J* 1977; 2: 84-86.
9. Lilker ES, Karnick A, Lerner L. Portable oxygen in chronic obstructive lung disease with hypoxemia and cor pulmonale. *Chest* 1975; 68: 236-241.
10. Waterhouse JC, Howard P. Breathlessness and portable oxygen in chronic obstructive airways disease. *Thorax* 1983; 38: 303-306.
11. Rodríguez Roisin R, Agustí AGN, Burgos F, Casán P, Perpiñá M, Sánchez Agudo L et al. Normativa sobre gasometría arterial. Barcelona: Ed. Doyma, 1987.
12. Roca J, Sanchis J, Agustí-Vidal A, Segarra F, Navajas D, Rodríguez Rosin R et al. Spirometric reference values from a Mediterranean population. *Bull Europ Physiopathol Respir* 1986; 22: 217-224.
13. Butland RJA, Gross ER, Pang J, Woodcock AA, Geddes DM. Two, six and 12 minutes walking tests in respiratory diseases. *Br Med J* 1982; 284: 1.607-1.608.
14. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-381.
15. Brambilla I, Artali S, Micallef E, Sacerdoti C, Rolo J. A portable oxygen system corrects hypoxemia without significantly increasing metabolic demands. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131: 51-53.
16. Knox AJ, Morrison JF, Muers MF. Reproducibility of walking test results in chronic obstructive airways disease. *Thorax* 1988; 43: 388-392.
17. Lock SH, Paul EA, Rudd RM, Wedzicha JA. Portable oxygen therapy: assessment and usage. *Respir Med* 1991; 85: 407-412.
18. Leach RM, Davidson AC, Chinn S, Twort CHC, Cameron IR, Bateman NT. Portable liquid oxygen and exercise ability in severe respiratory disability. *Thorax* 1992; 47: 781-789.
19. Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, Thompson PJ, Berman LB, Jones NL et al. Effects of encouragement on walking test performance. *Thorax* 1984; 39: 818-822.
20. ATS Statement. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Crit Care Respir Med* 1995; 152 (Supl): 100.
21. Sánchez Agudo L, Cornudella R, Estopa R, Molinos L, Servera E. Normativa para la indicación y empleo de la oxigenoterapia crónica domiciliaria. Barcelona: Ed. Doyma, 1985.
22. Tarry SP, Celli BR. Long-term oxygen therapy. *NEMJ* 1995; 333: 710-714.
23. Siafakas NM, Vermeire P, Pride NB, Paoletti P, Gibson J, Howard P et al. Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1995; 8: 1.398-1.420.