

Presiones respiratorias estáticas máximas. Importancia del estudio de los valores de referencia normales

J.J. Ordiales Fernández*, A. Fernández Moya**, L. Colubi Colubi*, F. Nistal de Paz*, J. Allende González*, E. Álvarez Asensio*** y L. Rodrigo Sáez****

*Sección de Neumología. **Médico general. ***Servicio de Medicina Interna. Complejo Hospitalario de León.

****Departamento de Medicina. Hospital Central de Asturias.

Con el fin de determinar la validez de la utilización de los valores teóricos existentes en la literatura en nuestra población, se realizó en el presente trabajo un estudio de fuerza muscular respiratoria mediante el cálculo de la presión máxima espiratoria ($P_{E_{máx}}$), y la presión máxima inspiratoria ($P_{I_{máx}}$), en una población normal asturiana constituida por 100 personas sanas, 50 varones y 50 mujeres, con una edad comprendida entre los 17 y 80 años, con edad media global de $40,4 \pm 19,3$ años, utilizando la misma metodología y aparataje que Black y Hyatt, y comparando los resultados obtenidos con los valores teóricos según edad y sexo dados por estos autores, evidenciándose que existían cambios estadísticamente significativos ($p < 0,001$) inferiores en nuestra población para ambos parámetros, y en ambos sexos, $P_{E_{máx}}$ en varones 69,7%, $P_{I_{máx}}$ en varones 88,5%, $P_{E_{máx}}$ en mujeres 60,9% y $P_{I_{máx}}$ en mujeres 82,9%, lo que nos indica que las cifras teóricas dadas por estos autores no son válidas en la población motivo de estudio, y que para cada grupo de población, si se quieren sacar conclusiones válidas se hace necesario buscar referencias normales de cada laboratorio con su metodología y aparataje.

Palabras clave: Presión máxima espiratoria. Presión máxima inspiratoria. Volumen residual. Capacidad pulmonar total.

Arch Bronconeumol 1995; 31: 507-511

Introducción

La determinación de la presión máxima espiratoria ($P_{E_{máx}}$) y presión máxima inspiratoria ($P_{I_{máx}}$) es un método sencillo y no invasivo, que nos permite conocer la fuerza muscular respiratoria y de utilidad en la valoración de distintos tipos de patología, tanto propiamente neumológica como no neumológica que pueda interferir sobre la función ventilatoria normal y la respuesta a distintos tipos de terapéutica aplicada¹⁻⁵.

Correspondencia: Dr. J.J. Ordiales Fernández.
Sección de Neumología. Complejo Hospitalario de León.
Altos de Nava. s/n. 24002 León.

Recibido: 17-2-94; aceptado para su publicación: 13-6-95.

Maximal static respiratory pressures. The importance of studying normal reference values

In order to determine the validity for our population of the theoretical reference values available in the literature today, we studied respiratory muscle force by calculating maximum expiratory pressure ($P_{E_{max}}$) and maximum inspiratory pressure ($P_{I_{max}}$) in 100 healthy subjects in Asturias (50 women) between 17 and 80 years-old (mean 40.4 ± 19.3 years). We used the same methods and apparatus as Black and Hyatt and compared the results with theoretical values given by them as references corresponding to our subjects, according to age and sex. Values were significantly lower ($p < 0.001$) in our population for both parameters and for both men and women. In men $P_{E_{max}}$ was 69.7% and $P_{I_{max}}$ was 88.5% of the theoretical values, in women $P_{E_{max}}$ was 60.9% and $P_{I_{max}}$ was 82.9%. These figures indicate that the theoretical values given by Black and Hyatt are not valid for the population we studied and that normal reference values appropriate for each population, laboratory and apparatus must be obtained if valid conclusions are to be reached.

Key words: Maximal expiratory pressure. Maximal inspiratory pressure. Residual volume. Total lung capacity.

El problema se plantea al elegir los valores normales, dada la variación existente en los distintos trabajos de la literatura para diferentes poblaciones^{1,6,7}; esta variabilidad está influida, muy probablemente, por múltiples factores como son: colaboración, aprendizaje, presión registrada en pico o meseta, posición del paciente, número de intentos, población, personal que ejecuta la maniobra, la sujeción de las mejillas, instrumental empleado^{1,8-10}, etc. El objetivo de nuestro trabajo ha sido el de realizar un estudio comparativo entre los resultados obtenidos en nuestro laboratorio y los teóricos según Black y Hyatt¹, que son los más utilizados entre los existentes en la literatura. Se siguió su metodología y se utilizó su mismo aparataje, con el fin de determinar la validez de los mismos en nuestro medio.

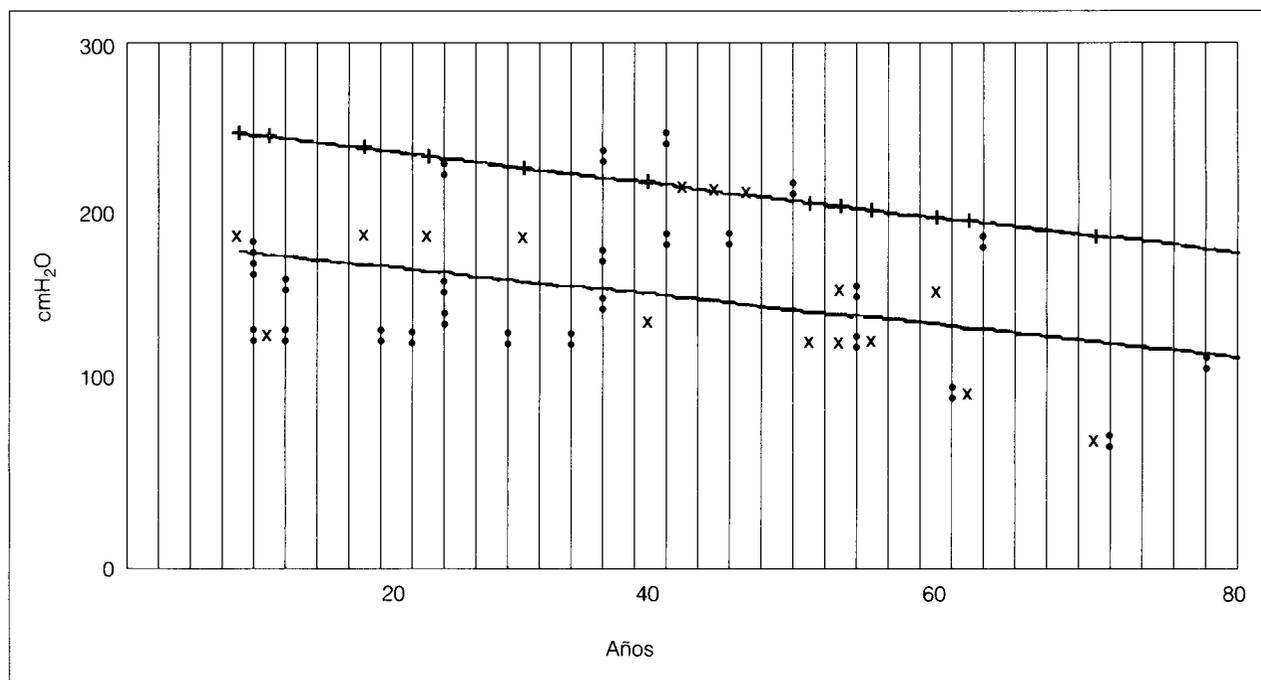


Fig. 1. Rectas de regresión para $P_{Emáx}$ en varones. X: valores observados; A: valores teóricos Black-Hyatt.

Métodos

En una población de referencia asturiana se realizó un estudio prospectivo entre los años 1988 y 1989 de los registros de las presiones respiratorias estáticas máximas, incluyendo 100 personas, de distintas profesiones, sin patología, ninguna de ellas desarrollaba actividad física especial que pudiera influir en el resultado de los parámetros estudiados, y de las cuales 50 eran varones y 50 mujeres, con edades comprendidas entre los 17 y 80 años, y una media global de $40,4 \pm 19,3$ años. La determinación de la $P_{Emáx}$ y $P_{Imáx}$ se hizo siguiendo la metodología de Black y Hyatt¹, con el sujeto en posición sentada, obstruyendo la nariz con una pinza, con sujeción labial por parte del sujeto, y valorando $P_{Imáx}$ a nivel de la capacidad pulmonar total (TLC), y la $P_{Emáx}$ a nivel de volumen residual (RV), debiendo mantenerse al menos un segundo, y repitiendo la prueba, al igual que estos autores americanos, hasta que se realizaba con buena colaboración en dos ocasiones, tomándose entonces el valor más alto obtenido.

Se utilizó un manómetro de presiones idéntico al de Black y Hyatt¹, constituido por un cilindro metálico de 15,2 cm de longitud y 3 cm de diámetro interno, cerrado en su extremo distal, excepto por una pequeña apertura de 2 mm de diámetro y 15 mm de longitud, conectado a dos calibradores, uno espiratorio que determina presiones hasta de 300 cm de agua y otro inspiratorio hasta 160 cm de agua.

Se compararon nuestros resultados con los teóricos, estableciéndose rectas de regresión. Como método estadístico se utilizó la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney, considerando que alcanzaba una significación estadística, cuando el valor de la p era menor o igual a 0,05.

Resultados

Los valores obtenidos en nuestro estudio fueron inferiores, tanto en varones como en mujeres, a los

teóricos obtenidos en individuos americanos en los dos parámetros estudiados, siendo esta diferencia más marcada para la $P_{Emáx}$. En varones la $P_{Imáx}$ fue del 88,5% y la $P_{Emáx}$ del 69,7% respecto al teórico, con una diferencia en ambos estadísticamente significativa con una $p < 0,001$ (tabla I). En las mujeres la $P_{Imáx}$ fue del 82,9% la $P_{Emáx}$ del 60,9%, también con diferencias estadísticamente significativas con una $p < 0,001$ (tabla II).

Las rectas de regresión son sensiblemente paralelas, existiendo diferencias entre ellas, cuyo valor medio es, para varones, $P_{Emáx}$ $66,88 \pm 2,33$ cl de agua, $P_{Imáx}$ $11,46 \pm 3,13$ cl de agua, y para mujeres $P_{Emáx}$ $60,90 \pm 4,32$ cm de agua, $P_{Imáx}$ $14,61 \pm 3,53$ cm de agua (figs. 1-4).

Discusión

El adecuado funcionamiento del aparato respiratorio precisa, a la vez de una buena actividad de cada uno de sus componentes, una correcta coordinación entre ellos. Una parte importante de estas estructuras la constituye la caja torácica, y en ella los músculos respiratorios, que son los encargados de realizar los movimientos que permitan la creación del flujo aéreo. Una alteración de estos músculos, bien por patología intrínseca, o por inadecuada posición, impedirá una función ventilatoria correcta¹¹⁻¹⁴.

Los estudios que se realizan en los laboratorios de fisiología respiratoria van dirigidos habitualmente al cálculo de volúmenes, flujos, resistencia de la vía aérea y difusión. Aunque una alteración de las estructuras de la caja torácica va a repercutir sobre estos

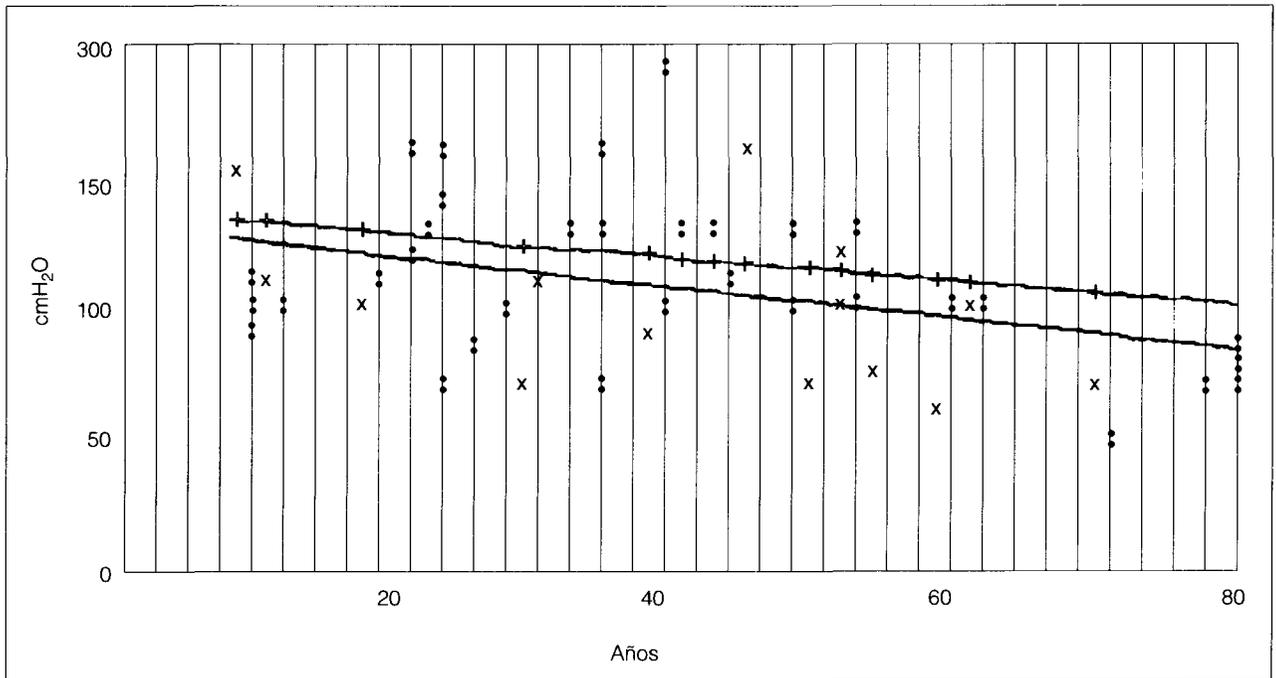


Fig. 2. Rectas de regresión para P_{Imax} en varones. A: valores teóricos Black-Hyatt; X: valores observados.

TABLA I
Presiones respiratorias máximas (P_{Emax} ; P_{Imax}) en varones.
Resultados comparativos

Presiones respiratorias	Teórico	Observado	Porcentaje	p
P_{Emax} (cmH ₂ O)	222,1 ± 19,5	155,3 ± 8	69,7	p < 0,001
P_{Imax} (cmH ₂ O)	-120,6 ± 18,5	-106,8 ± 30,8	88,5	p < 0,001

TABLA II
Presiones respiratorias máximas (P_{Emax} ; P_{Imax}) en mujeres.
Resultados comparativos

Presiones respiratorias	Teórico	Observado	Porcentaje	p
P_{Emax} (cmH ₂ O)	150,6 ± 10	91,4 ± 16,8	60,9	p < 0,001
P_{Imax} (cmH ₂ O)	-85,4 ± 9,6	-70,4 ± 17,1	82,9	p < 0,001

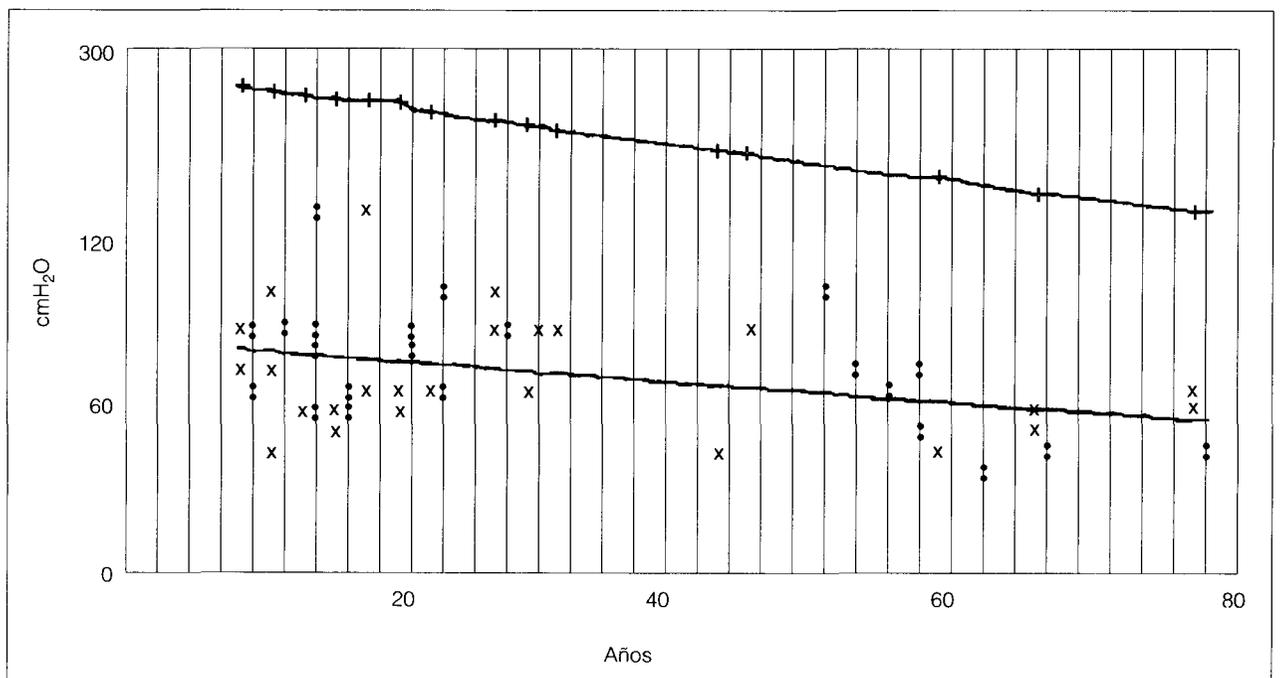


Fig. 3. Rectas de regresión para P_{Emax} en mujeres. A: valores teóricos Black-Hyatt; X: valores observados.

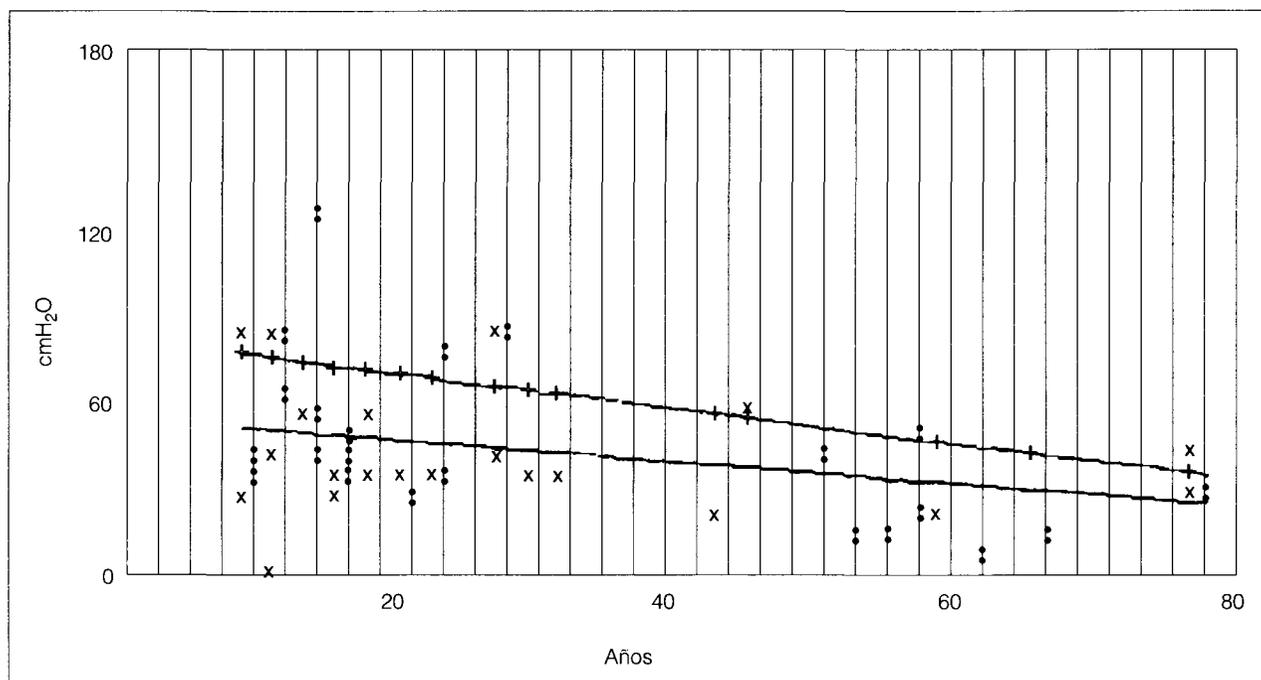


Fig. 4. Rectas de regresión para $P_{l\text{m}\acute{a}\text{x}}$ en mujeres. A: valores teóricos Black-Hyatt; X: valores observados.

parámetros, existen otros métodos menos difundidos, que nos permiten medir la fuerza que desarrollan estos músculos respiratorios en distintas circunstancias. Su utilidad se puede aplicar a diversas situaciones que van desde la patología respiratoria obstructiva^{3,15-17}, alteraciones osteoarticulares¹⁸, o enfermedades neuromusculares^{2,19-21}, hasta alteraciones metabólicas^{4,22}, o la evolución con el ejercicio físico²³, o la terapéutica aplicada^{5,24}.

Desde la utilización por Black y Hyatt¹ de un manómetro de presiones para valorar la fuerza muscular respiratoria, este método, dada su sencillez técnica, facilidad de aplicación, bajo coste, buena tolerancia por parte de los pacientes con respecto a otros métodos invasivos como los que miden presión intraesofágica, sobre todo cuando se precisan repetir para conocer la evolución de la enfermedad, o efectividad de la terapéutica aplicada, así como su utilidad en muchos tipos de patología, ha tenido difusión en los laboratorios de fisiología respiratoria; sin embargo, sigue existiendo una falta de acuerdo sobre la forma de realizar la medición y el aparataje utilizado^{1,25-28}, así como los valores normales que han de servir de referencia^{1,7,29-37}. En la actualidad los datos ofrecidos por estos autores siguen siendo los más utilizados, existiendo estudios en personas sanas en algunas poblaciones españolas^{7,29,38}.

Hemos realizado un estudio con la misma metodología e idéntico aparataje a los utilizados por Black y Hyatt, haciendo mediciones en una población sana, en posición sentada, con sujeción labial, obstruyendo la nariz con una pinza, determinando $P_{l\text{m}\acute{a}\text{x}}$ a nivel de capacidad pulmonar total, y $P_{E\text{m}\acute{a}\text{x}}$ a nivel de volumen residual, repitiendo la prueba hasta que se realizaba

con buena colaboración al menos en dos ocasiones, y comparamos sus valores teóricos con los obtenidos por nosotros.

La finalidad del presente trabajo es determinar si estos parámetros son coincidentes, y por lo tanto pueden ser utilizados en nuestra población, al igual que en otros trabajos americanos^{6,39}, los resultados nos indican que hay una discrepancia, que en nuestro caso no va a ser debido al aparataje y metodología que son idénticos, y que por tanto debemos achacar a otros factores como pudieran ser las características de la población estudiada, diferente a la nuestra, y con valores distintos.

Se plantea así un problema similar al de los demás parámetros de la función ventilatoria y que son los valores teóricos, sus márgenes de normalidad, y la metodología a seguir. Según los resultados del presente trabajo, se hace necesario, si queremos sacar conclusiones válidas y hasta que haya un mayor acuerdo sobre estos valores y sus márgenes de normalidad para nuestra población, disponer de valores de referencia, que en ausencia de estudios más amplios deben de ser obtenidos por el propio laboratorio con su metodología y aparataje^{7,8,29,40}.

BIBLIOGRAFÍA

1. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99: 696-702.
2. Spinelli A, Marconi G, Gorini M, Pizzi A, Scano G. Control of breathing in patients with myasthenia gravis. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 1.359-1.366.



3. Clausen JL. Maximal inspiratory and expiratory pressures. En: Clausen JL, editor. Pulmonary function testing. Guidelines and controversies. Nueva York: Academic Press, 1992; 187-191.
4. Laroche C, Cairns T, Moxham J, Green M. Hypothyroidism presenting with respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 472-474.
5. Zanotti E, Corsico R, Rampulla C, Ambrosino N, Fracchia C, Crotti P et al. Effects of long-term therapy with oral steroids on respiratory muscle function on and ventilatory drive. *Monaldi Arch Chest Dis* 1993; 48: 16-22.
6. Smyth RJ, Kenneth R, Rebeck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest* 1984; 86: 568-572.
7. Morales P, Díez JL, Frances J, Hernández A, Casan P, Marco V et al. Presiones respiratorias estáticas máximas. Valores de referencia en la población adulta. *Arch Bronconeumol* 1989; 25 Supl: 26.
8. Casan P, Mayos M, Galdiz J, Giner J, Fiz JA, Montserrat JM et al. Determinación de las presiones respiratorias estáticas máximas. Propuesta de procedimiento. *Arch Bronconeumol* 1990; 26: 223-228.
9. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, Grenn M, Moxham J. Comparisons of two different mouthpieces for the measurements of $P_{I_{max}}$ and $P_{E_{max}}$ in normal weak subjects. *Eur Respir J* 1988; 1: 863-867.
10. Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Agustí-Vidal A. Presión inspiratoria máxima estática. Relación entre presiones pico-meseta y efecto del aprendizaje. *Arch Bronconeumol* 1987; 23: 253-255.
11. Macklem PT. Muscular weakness and respiratory function. *N Engl J Med* 1986; 314: 775-776.
12. Larson JL, Kim M, Sharp JT, Larson DA. Inspiratory muscle tramping with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 689-696.
13. Ringqvist T. The ventilatory capacity in healthy subjects: an analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand J Clin Lab Invest* 1966; 88 Supl: 1-179.
14. Mayos M, Giner J, Díez JL, Casan P, Sanchis J. Influencia del volumen pulmonar y la postura en las presiones respiratorias máximas. *Arch Bronconeumol* 1989; 25 Supl: 26.
15. Rochester DF, Braun NMT. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 42-77.
16. Laviets MH, Grocela JA, Maniatis T, Potulski F, Ritter AB, Sunderam G. Inspiratory muscle strength in asthma. *Chest* 1988; 93: 1.043-1.048.
17. Byrd RB, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures in chronic obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1968; 98: 848-856.
18. Gorini M, Ginanni R, Spinelli A, Duranti R, Andreotti L, Scano G. Inspiratory muscle strength and respiratory drive in patients with rheumatoid arthritis. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 289-294.
19. Black JF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103: 641-650.
20. Wilcox P, Adolfo G, Fairbairn MS, Pardy RL. Long-term follow-up of symptoms pulmonary function, respiratory muscles strength and exercise performance after botulism. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 157-163.
21. Bogaard JM, Hovestadt A, Meerwaldt J, Meche FGA, Stigt J. Maximal expiratory and inspiratory flow-volume curves in Parkinson's disease. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 610-614.
22. Mier A, Brophy C, Wass JAH, Besser GM, Green M. Reversible respiratory muscle weakness in hyperthyroidism. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 529-533.
23. Zinman R, Gaultier C. Maximal static pressures and lung volumes in young female swimmers. *Respiratory Physiol* 1986; 64: 229-239.
24. Gigliotti F, Gurrieri G, Duranti R, Gorini M, Scano G. Effects of intravenous broxaterol on respiratory drive and neuromuscular coupling in COPD patients. *Eur Respir J* 1993; 6: 371-377.
25. Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Agustí-Vidal A. How many manoeuvres should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction. *Thorax* 1989; 44: 419-421.
26. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, Goldstone J, Moxham J, Green M. Effect of posture and abdominal binding on respiratory pressures. *Eur Respir J* 1989; 2: 961-965.
27. Truwit JD, Marini JJ. Validation of a technique to assess maximal inspiratory pressure in poorly cooperative patients. *Chest* 1992; 102: 1.216-1.219.
28. Casan P, Giner J, Sanchis J. Valoración de un nuevo manómetro para presiones respiratorias máximas. *Arch Bronconeumol* 1989; 25: 322-325.
29. Herrero I. Control de la ventilación y rendimiento de los músculos respiratorios en niños y adolescentes [tesis doctoral]. Universidad de Zaragoza, 1988.
30. Schrader PC, Quanger PH, Olievier ICW. Respiratory muscle force and ventilatory function in adolescents. *Eur Respir J* 1988; 1: 368-375.
31. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 277-281.
32. Leech JA, Ghezzi H, Stevens D, Becklake MR. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128: 17-23.
33. Rubinstein I, Slutsky AS, McClean PA, Boucher R, Szeinberg A et al. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl Physiol* 1988; 64: 2.215-2.219.
34. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respiration Physiol* 1983; 51: 45-61.
35. Wilson SH, Cooke NT, Edward RHT, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adult and children. *Thorax* 1984; 39: 535-538.
36. Wagener JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129: 873-875.
37. Morales P, Sanchis J, Díez JL, Marco V. Variabilidad intraindividual de presiones respiratorias estáticas máximas. *Arch Bronconeumol* 1990; 26 Supl: 50.
38. Morales P. Estudio de la presión inspiratoria máxima y de la presión espiratoria máxima en adultos sanos. Obtención de valores de referencia [tesis doctoral]. Universidad de Valencia, 1990.
39. Gilbert R, Auchincloss JM, Bleb S. Measurement of maximum inspiratory pressure during routine spirometry. *Lung* 1978; 155: 23-32.
40. Capro RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis* 1981; 123: 659-664.