

# DETERMINACIÓN DE LAS PRESIONES RESPIRATORIAS ESTÁTICAS MÁXIMAS. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO

## Coordinadores:

P. Casan<sup>1</sup>, M. Mayos<sup>1</sup>

## Participantes:

J. Galdiz<sup>2</sup>, J. Giner<sup>1</sup>, J.A. Fiz<sup>3</sup>, J.M. Montserrat<sup>4</sup>, P. Morales<sup>5</sup>, A. Pérez-Trullen<sup>6</sup>, C. Picado<sup>4</sup> y J. Sanchis<sup>1</sup>

## Prólogo

Algunos de los participantes en la sesión de mecánica respiratoria, celebrada en el marco del "Primer Congreso Luso-Español de Neumología", en Lisboa, en mayo de 1989, expresaron la necesidad de disponer de una normativa para determinar las presiones respiratorias estáticas máximas. Rápidamente se formó un grupo de trabajo, representado por los firmantes de este manuscrito, quienes, en los meses siguientes redactaron la presente propuesta.

Este documento no es una normativa como las que la Sociedad ha editado hasta el presente. Es una propuesta abierta a los socios, de quienes los autores esperan comentarios, sugerencias y enmiendas, que bien pueden materializarse como cartas al Director de la Revista o directamente a la dirección reseñada en el artículo.

Noviembre de 1989

## 1. Consideraciones generales

- 1.1. Introducción
- 1.2. Personal técnico
- 1.3. Espacio físico
- 1.4. Instrucciones previas

## 2. Equipo

- 2.1. Manómetro o transductor de presión
- 2.2. Registrador gráfico
- 2.3. Boquilla
- 2.4. Pinzas nasales
- 2.5. Llave bidireccional o similar
- 2.6. Calibración
- 2.7. Registro de datos

<sup>1</sup> Unitat Funció Pulmonar. Hospital de la Sta. Creu i Sant Pau. Barcelona.

<sup>2</sup> Servicio de Neumología. Hospital de Cruces. Baracaldo.

<sup>3</sup> Servicio de Neumología. Hospital Germans Trias i Pujol. Badalona.

<sup>4</sup> Servicio de Neumología. Hospital Clínic i Provincial. Barcelona.

<sup>5</sup> Servicio de Neumología. Hospital La Fe. Valencia.

<sup>6</sup> Servicio de Neumología. Hospital Clínic. Zaragoza.

## 3. Indicaciones y complicaciones

- 3.1. Indicaciones
- 3.2. Contraindicaciones
  - 3.2.1. Absolutas
  - 3.2.2. Relativas
- 3.3. Complicaciones

## 4. Procedimiento

- 4.1. Generalidades
- 4.2. Maniobra correcta

## 5. Valores de referencia e interpretación de los resultados

- 5.1. Valores de referencia
  - 5.2. Variabilidad e interpretación de los resultados
- ## 6. Controversias

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1. Introducción

La determinación de las presiones máximas estáticas durante la inspiración y espiración ( $P_{I\max}$  y  $P_{E\max}$ ) es un método útil, sencillo y no invasivo para evaluar la fuerza de los músculos respiratorios. Es un procedimiento de gran utilidad en los pacientes con procesos neuromusculares, alteraciones específicas de los músculos respiratorios, afectaciones diversas de la caja torácica, atrapamiento aéreo, modificaciones inducidas por fármacos estimulantes o depresores de la ventilación y otras situaciones clínicas<sup>1</sup>.

La introducción en la práctica médica de este tipo de determinaciones es relativamente reciente y ha experimentado un gran auge en los últimos años. Su generalización, tanto en el laboratorio de función pulmonar como en la clínica diaria, pone de manifiesto la necesidad de disponer de una normativa para la correcta determinación y evaluación, que permita comparar, con las máximas garantías, los resultados obtenidos en centros diferentes.

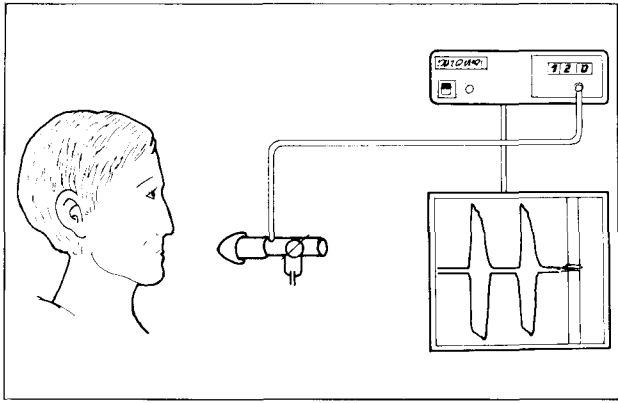
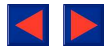


Fig. 1. Equipo para la determinación de las presiones respiratorias estáticas máximas: (manómetro, registrador gráfico, boquilla, pinzas nasales y llave bidireccional).

## 1.2. Personal técnico

La determinación de la  $P_{I\max}$  y de la  $P_{E\max}$  requiere de la perfecta cooperación del paciente para que las maniobras sean realizadas con el máximo esfuerzo posible. Esto sólo se consigue si el técnico encargado de la medición explica previamente el procedimiento con claridad y estimula al individuo para alcanzar su máxima colaboración. El personal técnico deberá, por lo tanto, estar familiarizado con el trato con pacientes y habituado a otras determinaciones de la función pulmonar. En especial, deberá conocer diferentes tipos de registro gráfico para decidir con rapidez sobre la bondad de la maniobra. Estará habituado a utilizar equipos de calibración en el laboratorio y al manejo de diferentes sistemas de unidades de medida. En el caso concreto que nos ocupa, deberá conocer las relaciones entre los cambios de presión y de volumen en el pulmón.

Consideramos que un periodo de seis meses de entrenamiento específico, realizado por un técnico con experiencia previa en el trabajo del laboratorio de función pulmonar, es un período suficiente para garantizar los aspectos mencionados.

## 1.3. Espacio físico

El espacio físico destinado a determinar las presiones máximas respiratorias, debe permitir que el paciente esté cómodamente sentado en una silla, con el respaldo en posición vertical y que a su alrededor pueda moverse el técnico que realiza las lecturas. El equipo debe estar sólidamente instalado y el registrador gráfico debe ser visible con facilidad. A ser posible, el espacio estará aislado acústicamente ya que se exigirá, mediante órdenes tajantes y precisas, que el paciente realice el máximo esfuerzo. Siempre que se disponga de un equipo portátil, las determinaciones de  $P_{I\max}$  y  $P_{E\max}$  podrán obtenerse a la cabecera de la cama de los pacientes hospitalizados. En este caso, deberá anotarse el grado de colaboración y si las lecturas se realizaron en decúbito.

## 1.4. Instrucciones previas

Parece oportuno realizar las mediciones en condiciones basales sin medicación broncodilatadora, comida abundante, bebida gaseosa, café u otros estimulantes, en las 6 horas precedentes. En este sentido, el paciente deberá recibir instrucciones concretas y preferentemente orales y escritas. Es muy útil que el paciente reciba, además, explicaciones muy precisas sobre qué se espera de su colaboración, cómo deberá inspirar o espirar en una maniobra máxima y qué órdenes deberá seguir en cuanto a las maniobras que el técnico le indique.

En los pacientes con tuberculosis, hepatitis B o anticuerpos VIH (+) deberá hacerse constar previamente a las pruebas y utilizar boquillas desechables para el estudio.

## 2. EQUIPO

El equipo necesario para realizar correctamente las determinaciones es el siguiente (fig. 1):

### 2.1. Manómetro o transductor de presión

La determinación de las presiones máximas generadas por los músculos respiratorios puede realizarse indistintamente con un manómetro convencional o un transductor de presión<sup>2,3</sup>. De entre los manómetros existentes, puede elegirse una simple columna de agua o de mercurio, así como uno de los manómetros mecánicos comercializados. La columna de agua es fácil de construir, aunque tiene el inconveniente de la altura necesaria para el rango de presiones a que nos referimos, lo que puede obviarse sustituyendo el agua por otro líquido más pesado. Con la de mercurio y los manómetros mecánicos más habituales es frecuente caer en imprecisiones de lectura. En la actualidad disponemos de transductores de presión, ya sean de tipo diferencial o de material semiconductor, que permiten realizar las lecturas con mayor sensibilidad y exactitud. Ambos sistemas, deberán garantizar un rango de lectura desde  $-250$   $\text{cmH}_2\text{O}$  hasta  $+250$   $\text{cmH}_2\text{O}$ , entre cuyos límites deberá comprobarse una respuesta de tipo rectilíneo, con un error no superior al 2 % de fondo de la escala. El aparato elegido deberá tener una sensibilidad capaz de discernir incrementos de presión de  $\pm 1$   $\text{cmH}_2\text{O}$ . La precisión y exactitud de las lecturas serán factores que deberán también valorarse. Para el rango de lecturas de presión establecido, será aceptable un máximo de 1  $\text{cmH}_2\text{O}$  y un coeficiente de variación del 2 %. El aparato deberá disponer asimismo de una salida para registro gráfico y la lectura directa deberá ser cómoda, accesible y sin errores visuales.

### 2.2. Registrador gráfico

Es aconsejable que la determinación de las presiones respiratorias máximas se acompañe del registro gráfico de los trazados. De esta forma, el técnico puede observar si la colaboración del paciente es satisfactoria y si existen artefactos en forma de inercia,



fugas u otros aspectos, que modifiquen la lectura de la presión real. El trazado gráfico aporta una constancia de la realización de las maniobras y permite el análisis posterior.

El registrador debe proporcionar gráficamente la señal de la lectura en un sistema de coordenadas (presión-tiempo) como los habitualmente disponibles en los laboratorios de función pulmonar. La escala de presión aconsejable es de 20 cmH<sub>2</sub>O/cm de papel y la velocidad de registro de 0,4 cm/s.

Excepcionalmente, las lecturas fuera del laboratorio pueden hacerse con sólo el indicador o los dígitos proporcionados por el manómetro. En este caso, la lectura en una pantalla con sistema digital puede resultar de gran utilidad, pero deberá hacerse constar la ausencia del registro gráfico en la descripción del método utilizado.

### 2.3. Boquilla

La boquilla más adecuada es la del tipo de "submarinista", con una arandela ancha situada entre las encías y la cara interna de los labios, para evitar totalmente la fuga de aire. La porción de la boquilla situada en el interior de la boca, deberá ser de material rígido, para separar correctamente la dentadura. Deberán vigilarse muy especialmente las posibles fugas en pacientes sin dientes o con prótesis móvil. No es recomendable utilizar boquillas cilíndricas de plástico o de cartón pues facilitan las fugas laterales, además de favorecer que la presión se genere, en parte, por los músculos faciales y pueden proporcionar valores superiores<sup>4,5</sup>.

### 2.4. Pinzas nasales

Las pinzas nasales deberán sujetar las aletas de la nariz y evitar la salida o entrada de aire por esta vía, para que la presión generada por las maniobras respiratorias no se altere. Una opresión excesiva en la nariz produce molestias y malestar durante la prueba, por lo que deberá evitarse este aspecto.

### 2.5. Llave bidireccional o equipo similar

La boquilla debe conectarse a una llave bidireccional o pieza similar que permita la respiración espontánea, con entrada y salida a la atmósfera y, mediante un sistema manual o automático, el cierre y la conexión al manómetro. El diámetro interno de la llave y las conexiones no será inferior a 2,5 cm. De acuerdo con Clausen<sup>1</sup>, en un extremo del sistema deberá existir una salida de 1 mm de diámetro y 15 mm de longitud que pueda soslayar el exceso de presión generado por los músculos bucinadores. Ringqvist<sup>3</sup> sugiere que el orificio sea de 2 mm de diámetro y de 37 mm de longitud.

### 2.6. Calibración

Un manómetro estable requiere calibrarse cada 2-3 meses y siempre que se sospeche un error en la lectura. Para el rango de presiones entre 50-250 cmH<sub>2</sub>O,

puede utilizarse una columna vertical de líquido sobre una escala milimetrada, de fabricación artesanal o de las disponibles en el comercio. Para el rango de 0-50 cmH<sub>2</sub>O puede utilizarse un manómetro de precisión de columna inclinada.

### 2.7. Registro de datos

Los datos del paciente que deberán anotarse para el cálculo de sus valores de referencia son, generalmente, el sexo, la edad, el peso y la talla. Es importante recordar la conveniencia de anotar el diagnóstico, la procedencia y el motivo de la exploración, así como la fecha y hora de la prueba. Hay que elegir previamente la posición en que se harán las lecturas (generalmente sentado) y anotar cualquier modificación. Es útil conservar el registro gráfico de las maniobras realizadas y anotar la elegida como más representativa. Debe reservarse un espacio para anotar las posibles incidencias que ocurran durante la prueba, en especial aquellos aspectos que, a criterio del técnico, puedan modificar el resultado.

## 3. INDICACIONES Y COMPLICACIONES

### 3.1. Indicaciones

Las principales indicaciones para el estudio de las presiones respiratorias máximas se resumen a continuación. La mayoría de ellas no están firmemente establecidas y pertenecen aún al ámbito de la investigación clínica.

1) Diagnóstico y seguimiento de enfermedades neuromusculares que puedan afectar a los músculos respiratorios (miastenia gravis, esclerosis lateral amiotrófica, sección muscular alta, etc.)<sup>6-9</sup>.

2) Valoración de la repercusión funcional de procesos respiratorios, especialmente aquellos que pueden afectar la acción de los músculos respiratorios (enfisema, deformidades torácicas, paresia o parálisis diafragmáticas, etc.)<sup>10-12</sup>.

3) Estudio de pacientes con disnea de causa poco clara.

4) Monitorización de pacientes sometidos a ventilación mecánica, especialmente como parámetro de guía en el proceso de desconexión del ventilador<sup>13</sup>.

5) Valoración de pacientes con enfermedad metabólica que curse con alteración muscular (hiper o hipotiroidismo, diabetes, etc.)<sup>14,15</sup>.

6) En protocolos de estudio de ejercicio y entrenamiento, como índice del estado muscular<sup>16</sup>.

7) En el área de la fisioterapia: evaluación de un programa de rehabilitación<sup>17</sup>, valoración de la eficacia de la tos en pacientes con procesos respiratorios crónicos<sup>6</sup>, etc.

8) En estudios de evaluación del crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes<sup>18-20</sup>.

9) En otras áreas en que quiera valorarse el comportamiento de los músculos respiratorios (anestesiología, farmacología, etc.).



### 3.2. Contraindicaciones

#### 3.2.1. Absolutas

Aunque la lista no sea exhaustiva, entre las situaciones que pueden agravarse mediante la realización de las maniobras respiratorias máximas se incluyen:

- infarto de miocardio reciente o angor inestable
- aneurisma aórtico
- neumotórax
- fístulas de pared costal o pulmonares
- cirugía o traumatismo reciente en vía aérea superior o toraco-abdominal
- hernias abdominales
- problemas agudos de oído medio
- desprendimiento de retina y glaucoma
- procesos neurológicos que favorezcan el enclavamiento amigdalár, hidrocefalia, meningocoele
- estado general de deterioro mental o físico que imposibilite la colaboración.

#### 3.2.2. Relativas

- colaboración deficiente del paciente
- traqueostomía (aunque si es suficientemente estable puede intentarse la conexión directa desde el orificio traqueal al equipo de medición)
- hemiparesia facial (puede intentarse la sujeción de la boquilla y mejillas con las manos del operador)
- varices hemorroidales sangrantes
- síncope tusígeno y otros problemas de riego cerebral.

### 3.3. Complicaciones

Son mínimas, y si se siguen las recomendaciones establecidas no suelen presentarse. Pueden observarse algunos trastornos neurovegetativos, hemorragias conjuntivales y se ha descrito algún caso de neumotórax espontáneo<sup>3</sup>.

## 4. PROCEDIMIENTO

### 4.1. Generalidades

Para lograr la máxima colaboración del paciente es preciso informarle previamente sobre las características de la prueba y la forma correcta de su realización, insistiendo en la importancia de lograr un esfuerzo máximo, así como explicar las molestias que, aunque mínimas, se puedan producir durante el desarrollo de la misma.

La medición de las presiones se realizará con el enfermo cómodamente sentado, con el tórax erguido y la nariz ocluida por las pinzas. En aquellos pacientes en quienes por su patología de base, la medición deba realizarse en otra posición (por ejemplo, en decúbito), se tendrán en cuenta las diferencias que esto comporta en los valores obtenidos<sup>21, 22</sup>.

La boquilla deberá adaptarse correctamente a la boca del paciente, para impedir cualquier fuga lateral de aire. Se indicará al propio paciente que coloque sus manos apretando sobre las mejillas, para evitar oscila-

ciones debidas a los músculos bucinadores. Se recomienda comenzar el estudio por la maniobra de  $P_{E\max}$ , ya que es más fácil de comprender y efectuar.

### 4.2. Maniobra correcta

Para determinar la  $P_{E\max}$ , se pedirá al paciente que realice una inspiración máxima hasta el nivel de capacidad pulmonar total (TLC), momento en que el técnico cerrará la llave desconectándola de la atmósfera e indicará al paciente, mediante orden clara y precisa, que realice una espiración máxima. La duración mínima de la maniobra debe ser de 3 s, sin exceder los 5 s, ya que la hipertensión mantenida puede producir efectos indeseables<sup>3</sup>.

Para determinar la  $P_{I\max}$ , se pedirá al paciente que realice una espiración máxima hasta el volumen residual (RV), en cuyo momento el técnico cerrará la válvula conectada a la atmósfera e indicará al paciente que realice una inspiración máxima. La duración mínima de la maniobra debe ser igualmente de 3 s, sin exceder los 5 s.

Algunos autores prefieren efectuar ambas mediciones desde la posición de capacidad residual funcional (FRC). Desde el punto de vista clínico, la medición a este nivel puede ser más fácilmente aplicable (por ejemplo, en enfermos con problemas de colaboración, durante el ejercicio o en los pacientes sometidos a ventilación mecánica). No obstante, debe tenerse en cuenta, al igual que ocurre con los cambios de posición, que los valores así obtenidos son significativamente más bajos que en volúmenes extremos y que la mayoría de valores de referencia existentes en la literatura fueron obtenidos desde TLC y  $RV^{2, 18, 20, 23-26}$ .

Se recomienda realizar un mínimo de seis maniobras técnicamente correctas con tres de ellas que no difieran  $\pm 5\%$ . No existe acuerdo sobre el número de maniobras a realizar, aunque creemos que más de diez suponen un cansancio inútil para el paciente<sup>27</sup>. Entre maniobras, el paciente deberá descansar un mínimo de 1 min y entre la determinación de la  $P_{E\max}$  y la  $P_{I\max}$  alrededor de 5 min.

En cada maniobra, se elegirá como válida la máxima presión obtenida tras el primer segundo, tanto para la  $P_{E\max}$  como para la  $P_{I\max}$ . Este primer segundo se desprecia por los fenómenos de inercia que pueden falsear los resultados<sup>1</sup>.

El técnico comprobará en todo momento la corrección de las maniobras, controlando las posibles fugas de aire, la colocación de las manos en las mejillas y, en especial, valorará si el esfuerzo ha sido máximo. En este sentido, es útil preguntar al paciente si cree haber realizado el máximo esfuerzo posible<sup>3</sup>. Una de las causas más frecuentes de error y que puede pasar desapercibida, es el cierre precoz e involuntario de la glotis durante las maniobras.

En el apartado 2.2. se han comentado las ventajas de utilizar un registrador gráfico. En la figura 2A se representa un ejemplo de registro gráfico de maniobras consideradas correctas. En la fig. 2B se representan distintas maniobras incorrectas, con fenómenos de inercia y fugas de aire.



## 5. VALORES DE REFERENCIA E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1 Valores de referencia

Al igual que ocurre con otras determinaciones de laboratorio es siempre preferible utilizar valores de referencia propios. Esta posibilidad no está, sin embargo, al alcance de todos los centros. La solución es la misma que la propuesta para la espirometría forzada<sup>28</sup>: obtener valores propios en un grupo reducido de voluntarios sanos (no menos de 30) y comparar los datos obtenidos, con los publicados en la literatura de entre los estudios que por las características de la población seleccionada y la metodología utilizada, se asemejen al máximo a los del propio laboratorio y escoger aquellos que muestren mayor proximidad con los del grupo propio.

Los valores de referencia para la  $P_{1max}$  publicados por Black y Hyatt en 1969<sup>2</sup> corresponden a un grupo de 120 adultos sanos (60 de ellos mujeres) y han sido los de mayor difusión hasta la actualidad. Posteriormente, otros autores han propuesto nuevas ecuaciones de predicción, siendo evidentes ciertas discrepancias entre las diferentes series<sup>24</sup>. Las diferencias se deben probablemente a los criterios de selección de los individuos en estudio y a la metodología empleada. Un ejemplo es el número de maniobras realizadas para la medición. Mientras que Black y Hyatt se conforman con dos determinaciones correctas, Ringqvist recomienda un mínimo de diez maniobras, lo que unido al tipo de población que seleccionó puede explicar el que sus valores sean los más altos de entre los publicados.

Los únicos datos disponibles en la actualidad, obtenidos en población española corresponden a sendos estudios hechos en Zaragoza<sup>29</sup> y Valencia<sup>30</sup>. El primero incluye únicamente población infantil. Las ecuaciones de predicción del segundo, obtenidas en una muestra de 264 adultos sanos, se detallan en la tabla I. La tabla II muestra los valores medios y el percentil 5 para ambos sexos y por grupos de edad.

### 5.2. Variabilidad e interpretación de los resultados

El resultado de la medición de las presiones máximas respiratorias depende en gran medida de la correcta cooperación del paciente. Una colaboración deficiente o cualquier otro factor limitante, como puede ser el dolor durante las maniobras, pueden producir unos valores falsamente bajos y por lo tanto conducir a una interpretación errónea de los resultados.

Debido a la dependencia de la colaboración del individuo, la variabilidad de la técnica es una preocupación constante de los diferentes grupos de trabajo. La variabilidad intraindividual se cifra, según los distintos autores, en un coeficiente de variación entre un 7 y un 11 %<sup>2, 3, 23, 26</sup>. La variabilidad interindividual es muy superior<sup>26</sup>. Se ha descrito que determinados individuos sanos, sin alteración de los músculos respiratorios y con una técnica y colaboración correcta, desarrollan sin embargo, presiones máximas respiratorias muy por debajo de las que les correspondería. Una

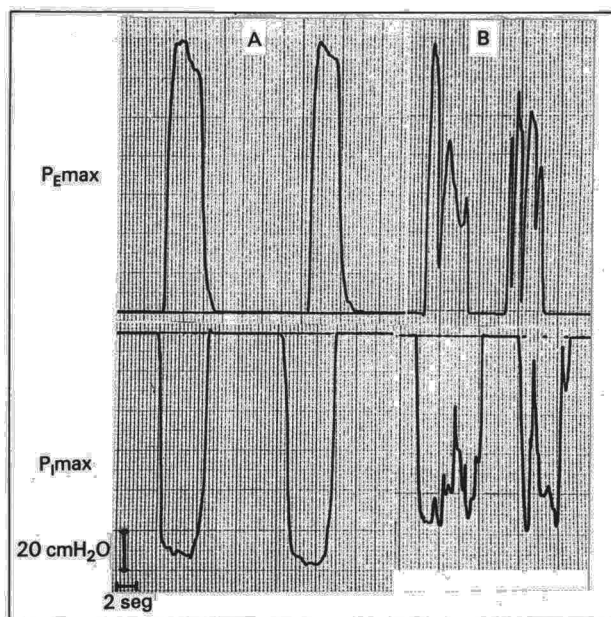


Fig. 2. A: Registro gráfico de  $P_{Emax}$  y  $P_{1max}$  obtenido durante maniobras correctas. B: Registros de maniobras incorrectas. Se observan fenómenos de inercia y de fugas de aire.

TABLA I  
Ecuaciones de predicción de las presiones respiratorias estáticas máximas (Ref. 30)

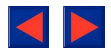
Sexo	Ecuación	R <sup>2</sup>	SEE
Mujeres	$P_{1max} = 125,18 - 0,64 \times \text{edad}$	0,192*	23
	$P_{Emax} = 116,23 - 0,57 \times \text{Edad} + 0,65 \times \text{Peso}$	0,127*	28
Hombres	$P_{1max} = 133,07 - 1,03 \times \text{Edad}$	0,305*	29
	$P_{Emax} = 263,12 - 1,31 \times \text{Edad}$	0,223*	43

$P_{1max}$  y  $P_{Emax}$ : cmH<sub>2</sub>O (para la  $P_{1max}$  de signo negativo); edad: años; peso: kg; (\*):  $p < 0,001$ .

TABLA II  
Valores medios y percentil-5 de las presiones respiratorias estáticas máximas por grupos de edad y en ambos sexos (Ref. 30)

Edad	$P_{1max}$		$P_{Emax}$	
	$\bar{x} \pm SD$	P-5	$\bar{x} \pm SD$	P-5
<i>Sexo: F</i>				
< 30	-108 ± 24	77	136 ± 25	98
30-39	-102 ± 24	63	148 ± 31	104
40-49	-100 ± 28	63	140 ± 32	99
50-59	-95 ± 19	64	125 ± 32	88
60-69	-88 ± 23	60	121 ± 30	82
> 70	-71 ± 16	48	110 ± 23	82
<i>Sexo: M</i>				
< 30	-122 ± 32	96	206 ± 33	153
30-39	-145 ± 34	104	208 ± 41	139
40-49	-142 ± 32	94	236 ± 41	178
50-59	-130 ± 22	97	211 ± 48	153
60-69	-103 ± 20	70	177 ± 35	129
> 70	-95 ± 32	41	145 ± 34	96

$P_{1max}$  y  $P_{Emax}$ : cmH<sub>2</sub>O; F: femenino; M: masculino; Edad: años.  $\bar{x} \pm SD$ : media ± desviación típica; P-5: percentil 5.



explicación a este fenómeno podría ser una probable falta de coordinación entre los músculos espiratorios e inspiratorios<sup>18</sup>. Por otra parte, para evitar interpretaciones erróneas, se ha propuesto la corrección de los valores de  $P_{I\max}$  y  $P_{E\max}$  con el volumen pulmonar<sup>6</sup>.

Desde el punto de vista clínico, los datos expuestos sugieren que las presiones respiratorias máximas pueden ser un parámetro especialmente útil en el seguimiento y monitorización, por comparación de resultados de un mismo paciente con afectación de los músculos respiratorios, pero hay que tener mayor precaución en la interpretación de una determinación aislada.

## 6. CONTROVERSIAS

El grupo de trabajo considera que la presente propuesta supone un primer esfuerzo de coordinación para alcanzar un máximo de puntos en común, en cuanto al procedimiento a seguir para determinar las presiones respiratorias estáticas máximas. Existen numerosos aspectos en los que, sin duda, ni la información existente ni el acuerdo son suficientes. Es por ello que se estimula a la elaboración de proyectos de investigación que contribuyan a clarificar dichos puntos. Los apartados prioritarios por su controversia son:

- 1) Determinación del número óptimo de maniobras a realizar. Relación con los efectos del cansancio y del aprendizaje.
- 2) Orden preferible para la realización de las determinaciones. Ventajas e inconvenientes de iniciar el estudio por la  $P_{E\max}$ .
- 3) Cronología en relación con otras pruebas de laboratorio. Efecto de las maniobras forzadas y de los broncodilatadores.
- 4) Efecto de la colocación de las manos sobre las mejillas. Ventajas e inconvenientes de que lo haga el propio paciente o el técnico.
- 5) Efecto del orificio de fuga en la boquilla sobre el valor de las determinaciones. Diferencias entre las propuestas de Ringqvist<sup>3</sup> y Clausen<sup>1</sup>.

## Agradecimiento

Los autores agradecen a los Dres. L. Sánchez Agudo y J. Castillo Gómez sus comentarios y estímulo en la redacción del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Clausen JL. Maximal inspiratory and expiratory pressures. En: Pulmonary function testing. Guidelines and controversies. JL. Clausen (ed), New York. Academic Press 1982; 187-191.
2. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99:696-702.
3. 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 (suppl):1-179.
4. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, Green M, Moxham J. Comparison of two different mouthpieces for the measurement of  $P_{I\max}$  and  $P_{E\max}$  in normal weak subjects. *Eur Respir J* 1988; 1:863-867.
5. Rubinstein I, Slutsky AS, Rebuck AS et al. Assessment of maxi-

mal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl Physiol* 1988; 64:2.215-2.219.

6. Black LF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103:641-650.

7. Mier-Jedrzejewicz AK, Brophy C, Green M. Respiratory muscle function in myasthenia gravis. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138:867-873.

8. Bogaard JM, Hovestadt A, Meerwaldt J, Meché FGA, Stigt J. Maximal expiratory and inspiratory flow-volume curves in Parkinson's disease. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139:610-614.

9. Wilcox P, Andolfatto 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.

10. Byrd RB, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures in chronic obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1968; 98:848-856.

11. Lavietes MH, Grocela JA, Maniatis T et al. Inspiratory muscle strength in asthma. *Chest* 1988; 93:1.043-1.048.

12. Rochester DF, Braun NMT. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132:42-77.

13. Marini JJ, Smith TC, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: The measurement of maximal inspiratory pressure. *J Clin Care* 1986; 1:32-38.

14. Laroche C, Cairns T, Moxham J, Green M. Hypothyroidism presenting with respiratory muscle weakness. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138:472-474.

15. Mier A, Brophy C, Wass JAH, Besser GM, Green M. Reversible respiratory muscle weakness in hyperthyroidism. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139:529-533.

16. Zinman R, Gaultier C. Maximal static pressures and lung volumes in young female swimmers. *Respiration Physiol*. 1980; 64:229-239.

17. Larson JL, Kim M, Sharp JT, Larson DA. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138:689-696.

18. Leech JA, Ghezzi H, Stevens D, Becklake MR. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128:17-23.

19. Schrader PC, Quanjer PhH, Olievier ICW. Respiratory muscle force and ventilatory function in adolescents. *Eur Respir J* 1988; 1:368-375.

20. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respiration Physiol* 1983; 51:45-61.

21. Mayos M, Giner J, Diez JL, Casan P, Sanchis J. Influencia del volumen pulmonar y la postura en las presiones respiratorias máximas. *Arch Bronconeumol* 1989; 25(supl):26.

22. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM et al. Effect of posture and abdominal binding on respiratory pressures. *Eur Respir J* 1989; 2:961-965.

23. Wilson SH, Cooke NT, Edward RHT, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax* 1984; 39:535-538.

24. Smyth RJ, Kenneth R, Rebuck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest* 1984; 86:568-572.

25. Wagener JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129:873-875.

26. Mcelvaney G, Blackie S, Morrison NJ et al. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139:277-281.

27. Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Agusti-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.

28. 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.

29. Herrero I. Control de la ventilación y rendimiento de los músculos respiratorios en niños y adolescentes. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 1988.

30. Morales P, Diez JL, Frances J et al. Presiones respiratorias estáticas máximas. Valores de referencia en la población adulta. *Arch Bronconeumol* 1989; 25 (supl):26.