

# Comparación de la presión en boca, *twitch*, tras estimulación magnética anterior frente a estimulación magnética posterior en sujetos sanos

J.B. Gáldiz, V. Bustamante, J. Camino y V. Cabriada

Unidad de Patología Respiratoria. Laboratorio de Exploración Funcional Respiratoria. Hospital de Cruces. Baracaldo. Vizcaya.

**INTRODUCCIÓN:** La posibilidad de emplear técnicas sencillas en su realización y bien toleradas por parte del paciente en el estudio de la función muscular respiratoria posibilitaría su empleo de manera rutinaria y con aplicación clínica. La medición del *twitch* en boca utilizando la estimulación magnética bien anterior bilateral o posterior cumpliría estos criterios.

**SUJETOS Y MÉTODOS:** Hemos estudiado a 16 sujetos sanos en los que se ha realizado medición de *twitch* en boca (TwB) utilizando estimulación bilateral anterior (TwBA) y posterior (TwBP). En cada sujeto se han realizado 10 estimulaciones por cada técnica. En 5 casos se repitió el test en 2 días diferentes.

**RESULTADOS:** En sujetos normales, la media del TwBA ha sido de  $21,07 \pm 4,4$  cmH<sub>2</sub>O (rango, 13,72-30,11), y la del TwBP de  $21,12 \pm 5,9$  cmH<sub>2</sub>O (rango 12,7-35,7), sin diferencias significativas entre ambas. La diferencia de medias ha sido de  $2,8 \pm 2,5$  cmH<sub>2</sub>O, con una relación TwBP/PImax de 0,15 (rango 0,08-0,10) y de 0,14 (rango 0,07-0,15) para la TwBA. La correlación entre ambas técnicas ha sido de 0,8. La TwBA de los sujetos en los que se realizó la técnica en días diferentes presentaba un valor medio de 20 cmH<sub>2</sub>O (primer día) y de 10,18 (segundo día), sin diferencias significativas. El coeficiente de variación (CoV%) para la TwBA ha sido del 5,9% y del 7,2% para la TwBP.

**CONCLUSIONES:** La TwB medida por ambas técnicas es similar en sujetos sanos y presenta coeficientes de variación similares, pudiéndose emplear indistintamente. La variabilidad entre días e intradía de ambas técnicas es baja.

**Palabras clave:** Estimulación magnética. Twitch. Presión en boca.

(Arch Bronconeumol 2000; 36: 557-562)

Comparison of mouth pressure twitches in healthy subjects after anterior and posterior magnetic stimulation

**BACKGROUND:** If techniques for studying respiratory muscle function are easy to use and well tolerated by patients, they can be used routinely. Measuring mouth twitches (TwM) using either bilateral anterior or posterior magnetic stimulation meets both criteria.

**SUBJECTS AND METHODS:** We studied 16 healthy subjects. TwM was measured using bilateral anterior (TwMA) and posterior (TwMP) stimulation. Ten stimuli were applied for each technique for each subject. Five subjects repeated the test was repeated on a different day.

**RESULTS:** The mean TwMA in healthy subjects was  $21.07 \pm 4.4$  cmH<sub>2</sub>O (range 13.72-30.11); the mean TwMP was  $21.12 \pm 5.9$  cmH<sub>2</sub>O (range 12.7-35.7) (NS). The mean difference was  $2.8 \pm 2.5$  cmH<sub>2</sub>O, while the ratio TwMP/PImax was 0.15 (range 0.08-0.10) and TwMA/PImax was 0.14 (range 0.07-0.15). The correlation between the two techniques was 0.8. The patients who underwent testing twice had a mean TwMA of 20 cmH<sub>2</sub>O on the first day and 10.18 cmH<sub>2</sub>O on the second (NS). The coefficient of variation (CoV%) was 5.9% for TwMA and 7.2% for TwMP.

**CONCLUSIONS:** The two techniques for measuring TwM give similar results and coefficients of variation in healthy subjects; either technique can be used. Variation from one testing day to another is low.

**Key Words:** Magnetic stimulation. Twitch. Mouth pressure.

## Introducción

La valoración de la fuerza muscular inspiratoria se puede considerar hoy día como un test rutinario dentro del estudio funcional de pacientes que presentan una

posible enfermedad muscular o en el estudio de disnea de causa no explicada.

Entre los parámetros habitualmente empleados en esta valoración muscular inspiratoria se encuentra la determinación de las presiones máximas medidas en boca realizadas tras un esfuerzo máximo inspiratorio contra la vía aérea cerrada (PImax), considerada como el parámetro estándar en la valoración de la función de los músculos inspiratorios. La normalidad en este valor excluye en parte la existencia de una enfermedad o de una afectación inspiratoria importante, bien sea fatiga o debilidad<sup>1</sup>.

Trabajo financiado por: FIS 97/0612, GV97.

Correspondencia: Dr. J.B. Gáldiz.  
Laboratorio de Exploración Funcional.  
Unidad de Patología Respiratoria. Hospital de Cruces.  
Plaza de Cruces, s/n. 48903 Baracaldo. Vizcaya.  
Correo electrónico: jbgaldiz@heru.osakidetza.net

Recibido: 31-1-00; aceptado para su publicación: 28-3-00.

Al ser una maniobra voluntaria, depende de la cooperación del paciente, lo que hace que, en caso de una mala colaboración, dicho valor no sea válido. Otros parámetros empleados, como las presiones esofágica y transdiafragmática, precisan la introducción de catéteres. Para obviar estos problemas se han utilizado en estos últimos años técnicas que evitan la cooperación por parte del paciente. Inicialmente se utilizó la estimulación eléctrica<sup>2-6</sup>, que es una técnica de difícil realización y baja reproducibilidad siendo, además, dolorosa para el paciente. Con posterioridad Similosky<sup>7</sup>, a finales de los años ochenta, propuso la utilización de la estimulación magnética posterior o cervical (EMC) como técnica útil en la valoración de la presión transdiafragmática. Respecto a la eléctrica, esta técnica presentaba la ventaja de que su utilización era más sencilla, no era dolorosa y no presentaba problemas en su realización, por lo que se ha popularizado en estos últimos años con numerosas publicaciones sobre su utilización, tanto en la valoración de la fuerza muscular<sup>8-10</sup> o como en la fatiga de los músculos respiratorios<sup>11,12</sup>. Esta técnica requiere la flexión del cuello, lo que hace que en ocasiones sea de difícil ejecución, sobre todo en pacientes que se encuentran en posición de supino, sedados o en aquellos con una anormal anatomía del cuello. Para obviar dichas limitaciones, recientemente se ha preconizado la utilización de la estimulación magnética de los nervios frénicos utilizando una aproximación anterior bilateral EMBA<sup>13</sup> que no necesita flexión del cuello, por lo que puede realizarse en posición de supino.

Se sabe que en sujetos con vía aérea normal, la presión desarrollada en la nariz durante la maniobra de *sniff* se relaciona con la presión esofágica<sup>14,15</sup>, y se ha demostrado una buena correlación entre la presión en boca tras estimulación magnética respecto de las presiones esofágica y transdiafragmática<sup>15</sup>, lo que validaría la utilización de la presión en boca tras *twitch* (TwB).

Nuestro objetivo ha sido valorar si la presión medida en boca tras estimulación magnética de los nervios frénicos, bien por aproximación cervical-posterior (TwBP) o anterior bilateral (TwBA), son similares en un grupo de sujetos normales, ya que al tratarse de técnicas de fácil realización que no presentan inconvenientes para el paciente, dolor o necesidad de cooperación, pueden ser utilizadas en la práctica clínica habitual.

## Sujetos y métodos

### Sujetos

Se han estudiado 16 sujetos sanos, 11 varones y 5 mujeres. Ninguno de ellos presentaba historia de enfermedad respiratoria previa o enfermedad neuromuscular. Todos ellos presentaban espirometrías normales, definidas por una capacidad vital forzada superior al 80% de los valores teóricos con una relación FEV<sub>1</sub>/FVC superior al 75%.

### Métodos

La espirometría se realizó utilizando un espirómetro MasterLab (Jaeger Wurzburg, Alemania) de acuerdo con las recomendaciones de la Sociedad Española del Aparato Respiratorio-SEPAR<sup>16</sup>.

La estimulación magnética posterior se llevó a cabo mediante un estimulador Magstim 200 con una pala de 90 mm y una potencia máxima de 2,5 teslas (Magstim Company, Whitland, Dyfed, Gales). Para la estimulación magnética anterior bilateral se utilizaron dos estimuladores Magstim 200 similares al descrito en la estimulación posterior, con dos palas de 43 mm de diámetro modelo Butterfly que producían una inductancia de 16,6 H con un campo pico de 1,9 teslas y una carga inducida de 0,8 (C/cm<sup>2</sup>).

En ambas técnicas las estimulaciones se realizaban tras un período de reposo en el que el sujeto respiraba relajadamente a volumen corriente, a nivel de la capacidad residual funcional (CRF), con la válvula ocluida se realizaba una espiración suave, momento en el que se efectuaba la estimulación frénica<sup>17</sup>. Para valorar el valor de CRF se utilizaba un neumotacógrafo tipo Fleisch del número 3 (Metabo, S.A., Suiza), con registro gráfico de las ramas inspiratoria y espiratoria. Para evitar la potenciación<sup>18,19</sup> se realizaba un período de reposo de 15 min y las estimulaciones se llevaban a cabo con un intervalo mínimo de 30 s entre cada una de ellas.

En la estimulación posterior, la pala se colocaba en la parte posterior del cuello con éste flexionado y en posición paralela al plano frontal del sujeto. El orificio de la pala se situaba encima de la apófisis espinosa; la pala se colocaba entre C5 y C7 y se realizaban las estimulaciones al 100% de la potencia del estimulador. Las mediciones se llevaban a cabo en posición de semisedestación, con la cabeza flexionada en sentido anterior. En la estimulación bilateral anterior, las palas se colocaban en el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo en la zona del cartílago cricoide<sup>13</sup>, y las estimulaciones se realizaban al 90% de la potencia. El sujeto se encontraba en posición erguida, con la mandíbula elevada y con un ángulo de 90°. Las dos palas estaban programadas para descargarse de manera simultánea.

La presión en boca tras la estimulación era medida a través de una válvula de doble vía en forma de T Hans Rudolph 9300 (Hans Rudolph Company, Missouri, EE.UU.) con una boquilla tipo buceo y con un orificio de 1 mm. Las presiones generadas tras la estimulación magnética eran medidas por un transductor (140SC-PCB) ( $\pm 250$  cmH<sub>2</sub>O).

La determinación de las presiones máximas se realizó utilizando un equipo ML (Jaeger Wurzburg, Alemania) con un manómetro de presión (Jaeger, rango  $\pm 250$  cmH<sub>2</sub>O). Se pedía al sujeto que realizara una máxima inspiración voluntaria desde volumen residual, manteniendo este esfuerzo durante 3 s contra la vía ocluida. El valor máximo mantenido durante un segundo era utilizado para análisis, realizándose 10 determinaciones y considerándose el valor máximo de 5 maniobras consideradas como correctas que no difirieran entre sí  $\pm 5\%$ . Ambos transductores se calibraban previamente al estudio con un manómetro de agua.

Las señales obtenidas, tanto de presión como de flujos, eran enviadas a través de un conversor análogo digital Data-Translation 2801-A (Data Translation Inc., Marlboro, MA, EE.UU.) a un ordenador PC, donde posteriormente eran almacenadas y procesadas mediante un programa Anadat-Labdat (Rth-Info, Montreal), con una frecuencia de muestreo de 200 Hz, sin que las señales fueran filtradas ni manipuladas.

### Análisis de los datos

En ambas estimulaciones magnéticas se realizaron 10 estimulaciones con cada método en cada sujeto, utilizándose la media de las 5 máximas determinaciones de cada método. En 5 pacientes se realizó estimulación bilateral anterior en 2 días diferentes, en el mismo rango horario, con un intervalo de al menos una semana entre ambas determinaciones.

TABLA I  
Variabilidad del TwBA y TwBP realizadas en el mismo día\* (n = 16)

Sujeto	TwBP media	TwBP CV%	TwBA media	TwBA CV%
1	22,4	9,4	24,8	5
2	16,2	11,6	16,6	4,5
3	16,7	2,9	16,9	5,9
4	12,7	8,5	20,4	7,7
5	13,6	6	14,7	4,5
6	21,4	2,2	20,7	1,8
7	35,4	5,1	26,6	4,8
8	27,2	6,6	30,1	7,6
9	23,09	6,9	22,7	2,1
10	27,3	6,2	23,05	9,7
11	23,03	2,5	20,8	9,1
12	20,5	8,5	24,3	15,7
13	13,6	19	13,7	9,4
14	23,8	16	24,1	2,9
15	19,1	5,7	17,9	6,1
16	21,7	6,9	19,3	6,7
Media	21,12 ± 5,9	7,2 ± 4,7	21,07 ± 4,4	5,9 ± 3,3

TwBP: twitch en boca obtenido tras estimulación magnética cervical; TwBA: twitch en boca obtenido tras estimulación magnética anterior.  
\*Unidades expresadas en cmH<sub>2</sub>O.

### Análisis estadístico

Se valoró la reproducibilidad entre ocasiones entre los dos métodos mediante el análisis de la variancia. Se utilizó técnica de regresión lineal para valorar la relación entre variables. Para comprobar la distribución de datos según la ley normal se empleó el test de Kolmogorov-Smirnov, utilizándose el test de la t de Student para comparación de medias. La diferencia de medias, según Bland y Altman<sup>20</sup>, se utilizó como coeficiente de repetibilidad y concordancia. Valorado como 2 veces la desviación estándar, este cociente de repetibilidad indica el valor menor al 95% de las diferencias esperadas. Se valoró el coeficiente de variación (CoV), definido como la desviación estándar dividida entre la media. Se consideró como estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

### Resultados

Se han estudiado 16 sujetos sanos (11 varones y 5 mujeres) con las características (media ± DE) siguientes: edad,  $28 \pm 5$  años; altura,  $1,73 \pm 10$  cm, y peso  $70 \pm 3$  kg. Ninguno de ellos refería historia previa de enfermedad respiratoria o neuromuscular. Todos presentaban valores espirométricos normales,  $CV > 80\%$  y  $FEV_1/FVC > 80\%$ . Se realizaron un total de 10 determinaciones en cada sujeto con cada técnica, en total 160 estimulaciones con estimulación anterior y 160 con estimulación posterior. La media de la TwBA ha sido de  $21,07 \pm 4,4$  cmH<sub>2</sub>O (rango, 13,72-30,11) y de  $21,12 \pm 5,9$  cmH<sub>2</sub>O (rango, 12,7-35,4) con la estimulación posterior TwBP. Según el sexo, los valores fueron TwBA (varones,  $20,20 \pm 3,20$ ; mujeres  $23,66 \pm 7,06$ ), TwBP (varones  $19,82 \pm 4,29$ ; mujeres  $25,03 \pm 9,05$ ). Los diferentes valores se expresan en la tabla I. La relación entre ambas estimulaciones se refleja en la figura 1, donde se observa una correlación de 0,80 ( $p < 0,001$ ).

La media de la relación entre TwBP/PI<sub>máx</sub> ha sido de 0,15 (rango, 0,08-0,20) y de 0,14 (rango, 0,07-0,15) para la TwBA.

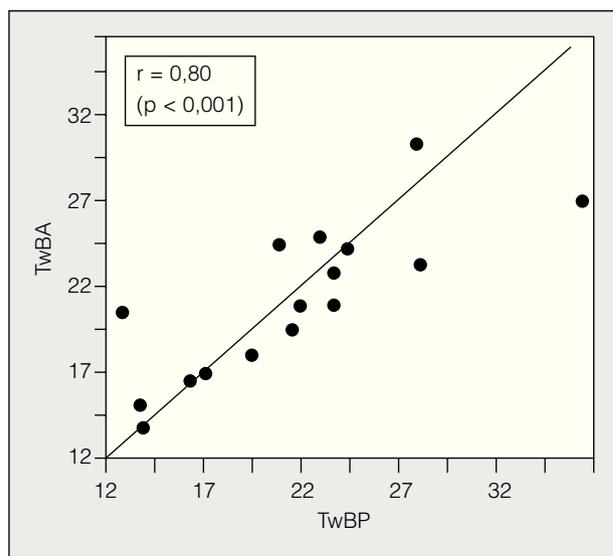


Fig. 1. Relación entre el twitch en boca mediante estimulación bilateral anterior (TwBA) y posterior (TwBP), expresada en media, de cada paciente. Los valores se refieren a 10 pacientes.

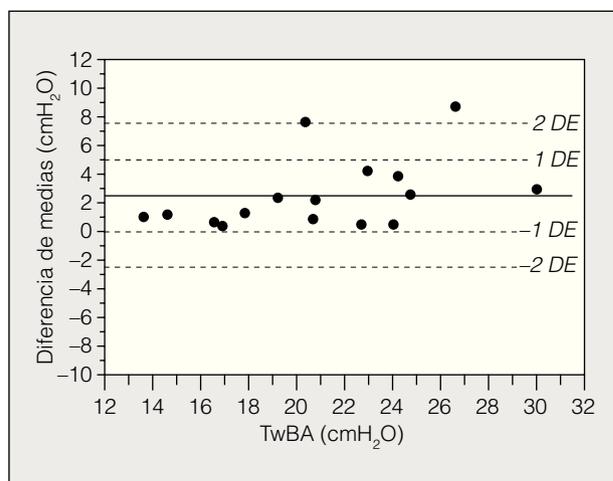


Fig. 2. Representación gráfica (Bland-Altman) donde se expresan las diferencias de medias entre el twitch en boca mediante estimulación bilateral anterior (TwBA) y posterior (TwBP) con los intervalos de confianza. Se observa que únicamente un sujeto presenta una diferencia de medias superior a 2 desviaciones estándar.

La media de la diferencia de medias<sup>20</sup> entre ambas estimulaciones ha sido  $2,8 \pm 2,5$  cmH<sub>2</sub>O. Como se observa en la figura 2, todos los sujetos presentaban una diferencia de medias inferior a una DE (2,5 cmH<sub>2</sub>O), salvo dos sujetos que presentaban valores superiores, siendo en uno de ellos esta diferencia superior a 2 DE. Este sujeto presentaba valores de TwBA superiores a 26 cmH<sub>2</sub>O. Los resultados obtenidos por ambas técnicas se exponen en la figura 3. En CoV% intradía para el TwBA ha sido de  $5,9 \pm 3,3\%$ , siendo de  $7,2 \pm 4\%$  en el caso del TwBP (NS).

En los 5 sujetos en los que se había realizado la determinación en 2 días diferentes, la estimulación anterior presentaba los siguientes valores: primer día, 20,0

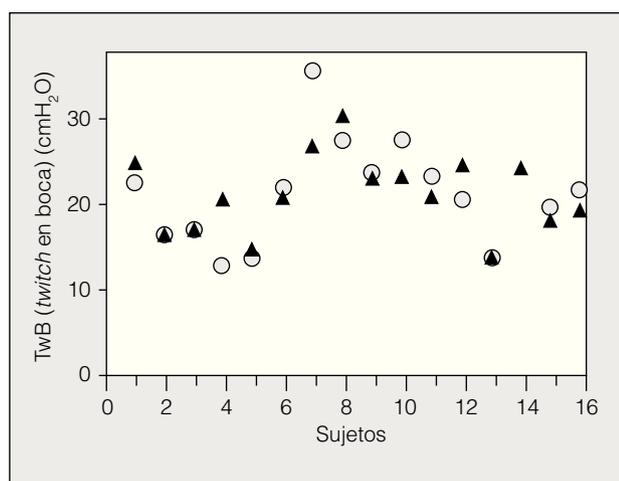


Fig. 3. Comparación de los valores medios obtenidos del twitch en boca mediante estimulación bilateral anterior (TwBA) y posterior (TwBP) en 16 sujetos. ▲ TwBA; ● TwBP.

cmH<sub>2</sub>O, segundo día, 19,18 cmH<sub>2</sub>O (NS), con una media de 19,5 cmH<sub>2</sub>O para los 2 días y un CoV% del 5,1%. La diferencia de medias fue de 1,2 cmH<sub>2</sub>O. Los valores están expuestos en la tabla II.

La estimulación posterior tenía una mejor aceptación: 10/16 preferían la estimulación cervical, frente a 6/16 que preferían la estimulación anterior.

**Discusión**

Nuestros datos han puesto de manifiesto que no existen diferencias significativas entre la presión en boca medida por ambas técnicas. Los valores obtenidos en nuestro trabajo respecto a la TwBP han sido de 21,12 ± 5,9 cmH<sub>2</sub>O, valores ligeramente superiores a los obtenidos por otros autores. Así, Maillard<sup>21</sup>, estudiando la TwBP en un grupo de 10 sujetos sanos de semejantes medidas antropométricas que los nuestros, encontró valores de 16,4 ± 4,8 cmH<sub>2</sub>O, y Hamnegard<sup>17</sup> obtuvo en 8 voluntarios cifras de 13,7 cmH<sub>2</sub>O. La metodología de nuestro estudio es similar a la empleada por ambos autores, con la salvedad de una mayor potencia del estimulador, lo que podría justificar estos valores ligeramente más elevados. La necesidad de emplear estimuladores con una potencia superior a la utilizada (2 teslas) en los primeros trabajos<sup>6,7</sup> ha sido defendida por diver-

sos autores<sup>22,23</sup>, ya que existen pacientes en los que con dicha potencia no se consiguen estimulaciones supra-máximas. En nuestro trabajo, al igual que otros autores<sup>17,21</sup>, hemos encontrado un amplio rango de valores que oscilan entre 13-35 cmH<sub>2</sub>O.

Respecto a los valores obtenidos tras estimulación bilateral anterior, no existen trabajos previos que hayan valorado la presión en boca tras la estimulación bilateral anterior, y únicamente Mills<sup>13</sup>, estudiando a 6 sujetos sanos, encontró unos valores de presión transdiafragmática tras EMBA de 27 cmH<sub>2</sub>O, cifra ligeramente superior a los 21,07 cmH<sub>2</sub>O de nuestro trabajo, aunque nuestros valores se refieren a la presión obtenida en boca, lo que puede justificar las diferencias encontradas. Al igual que las cifras obtenidas tras estimulación posterior, el rango de valores es amplio (14-30 cmH<sub>2</sub>O). La diferencia de medias<sup>20</sup> entre ambas técnicas ha sido 2,48 cmH<sub>2</sub>O, lo que se puede asumir como de poca relevancia clínica, siendo este valor similar al obtenido en otras series. Así, Mills<sup>13</sup> encuentra diferencias parecidas cuando compara distintas técnicas: estimulación bilateral, posterior y eléctrica.

Debemos señalar que, en nuestro estudio, prácticamente todos los sujetos presentaron una diferencia de medias inferior a una DE, y únicamente en dos sujetos la diferencia fue superior. Uno de ellos presentaba uno de los valores más altos de TwBA de toda la serie, superior a 26 cmH<sub>2</sub>O, lo que hace que, porcentualmente, esta diferencia no fuera tan marcada. De manera global, nuestros datos confirmarían la similitud de ambas técnicas, aun a pesar de la posibilidad de mayores contracciones de los músculos del cuello tras la estimulación anterior<sup>22,23</sup>.

La variabilidad intradía de ambas técnicas ha sido similar, del 5,9% para la estimulación anterior frente al 7,2% para la estimulación posterior. Nuestros datos para la estimulación posterior son similares a los obtenidos por otros autores<sup>23</sup>, que encuentran cifras del 5,5% para la TwBP y del 6% para la estimulación unilateral en un grupo de sujetos sanos<sup>24</sup>, siendo inferiores a otros autores cuya variabilidad era del 12%<sup>21</sup>. Los valores de la variabilidad obtenida en boca tras estimulación son en general superiores a los hallados cuando el parámetro estudiado es la presión transdiafragmática, cifras que pueden justificarse por las diferencias en la realización del test. Así, en la valoración de la presión en boca, la CRF no se estima por balón esofágico y los valores se miden directamente en el trazado obtenido<sup>15</sup>. Algunos autores consideran que este hecho explica esta mayor variabilidad, la cual pudiera deberse a la existencia de variaciones en la CRF a la que se realiza la estimulación, ya que no se puede visualizar de una manera directa sin la existencia del registro de la presión esofágica, paso de la señal de presión por cero. Se puede asumir que el valor de CRF del modo en que se realizan las pruebas, respiración lenta con flujos bajos, no altera significativamente el valor de dicha CRF. Algunos autores<sup>21</sup> han utilizado para la determinación del valor de CRF la visualización directa de los movimientos torácicos<sup>21</sup>, aun asumiendo que pueden producirse cambios en el valor de CRF que aumenten potencialmente la va-

TABLA II

Diferencia en el TwBA. Determinaciones realizadas en 2 días diferentes. Valores correspondientes a 5 sujetos

Sujeto	Día 1*	Día 2*	Media TwBA*	CV%	Diferencias medias*
1	24,8	22,4	23,6	7,1	2,4
2	17,2	18,6	17,9	5,5	1,4
3	16,9	15,8	16,3	4,7	1,1
4	20,4	18,1	19,2	8,4	2,3
5	20,7	20,7	20,7	0,0	0,0
Media	20,0	19,1	19,5	5,1	1,3

TwBP: twitch en boca tras estimulación magnética anterior bilateral.  
\*Unidades expresadas en cmH<sub>2</sub>O.

riabilidad del test. Otros autores<sup>17</sup> emplean un *trigger*, con el que se realiza una espiración lenta contra la válvula ocluida y se produce la estimulación cuando la presión alcanza los 5 cmH<sub>2</sub>O. En este método, la estimulación no se realiza por el nivel pulmonar alcanzado, CRF, sino por el flujo espiratorio contra la resistencia. El método utilizado en nuestro trabajo emplea la señal del flujo medida por un neumotacógrafo, medida que no valora directamente el volumen pulmonar. Creemos que ambos métodos son válidos para su empleo en la práctica clínica.

Hemos valorado asimismo la variabilidad entre días de la estimulación anterior en 5 pacientes a los que se realizó determinación en dos días diferentes, obteniendo una variabilidad del 5,1%, similar a la obtenida por esta técnica cuando se valora la presión transdiafragmática<sup>13</sup>. La diferencia entre la media de ambos días fue de 0,8 cmH<sub>2</sub>O (primer día, 20,0 cmH<sub>2</sub>O frente a segundo día, 19,1 cmH<sub>2</sub>O) con una diferencia de medias de 1,28 cmH<sub>2</sub>O.

La medición de la presión en boca se ha realizado empleando la técnica descrita por Hammengard<sup>17</sup>, esfuerzo espiratorio suave del CRF con válvula ocluida, maniobra por la que se activan los músculos de las vías aéreas superiores y se asegura la estabilidad de dicha vía<sup>25</sup>, manteniéndose una adecuada transmisión de la presión inspiratoria generada durante la estimulación, hecho que se observa incluso en pacientes con EPOC<sup>6</sup>. De Bruin<sup>22</sup>, estudiando la presión en boca tras estimulación magnética posterior en 5 sujetos sanos, observó que si la estimulación se realizaba durante la relajación del CRF, esta correcta transmisión desaparecía. Otros autores<sup>6,26</sup> han confirmado este cierre de las vías aéreas altas si la estimulación se realizaba durante la relajación respiratoria.

En relación con la posible ventaja de la estimulación anterior en pacientes que presenten deformidades anatómicas, por ejemplo, cifoescoliosis, no existen trabajos que la hayan realizado utilizando la presión en boca, ya que el único trabajo que compara dichas técnicas lo hace empleando la presión transdiafragmática como parámetro de valoración y en pacientes con sospecha de debilidad muscular. Nuestro grupo estudió<sup>27</sup> la utilidad de la estimulación posterior en un grupo de 9 pacientes cifoescolióticos sometidos a ventilación no invasiva, encontrando la imposibilidad de obtener un correcto lugar de estimulación en tres de ellos, lo que limitaría claramente el uso de la estimulación posterior en este grupo de pacientes.

Los valores obtenidos en boca tras estimulación eran, como era de esperar, inferiores a la Pimáx. En nuestra serie la relación TwBA/Pimáx ha sido de 0,15, con un amplio rango, con valores similares a los obtenidos por otros autores<sup>21</sup>. Según nuestros datos, la TwBA no predice el valor de la Pimáx, pudiendo justificarse esta variabilidad por una diferente activación diafragmática durante las maniobras volitivas<sup>28</sup>. Respecto a la tolerancia de ambas técnicas, de los 16 sujetos un porcentaje mayoritario de ellos consideró más tolerable la estimulación posterior (10/16 frente a 6/16) presentando ambas una buena tolerancia.

Como conclusión, hemos encontrado que ambas técnicas son similares en un grupo de población normal ya que hemos obtenido valores semejantes y ambas técnicas han demostrado igual grado de variabilidad. Ambas técnicas son sencillas en su realización y, al no precisar la introducción de catéteres, su uso es bien tolerado. Debido al coste del equipamiento necesario, su empleo se limita a laboratorios especializados. Quedan por evaluar las teóricas ventajas de la presión en boca medida por estimulación magnética bilateral anterior en pacientes con características anatómicas o clínicas especiales en los que la estimulación magnética posterior esté limitada.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Polkey M, Green M, Moxham J. Measurement of respiratory muscle strength. *Thorax* 1995; 50: 1131-1135.
2. Bellemare F, Bigland-Ritchie B. Assessment of human diaphragm strength and activation using phrenic nerve stimulation. *Respir Physiol* 1984; 58: 263-277.
3. Bellemare F, Bigland-Ritchie B, Woods JJ. Contractile properties of the human diaphragm *in vivo*. *J Appl Physiol* 1986; 61: 1153-1161.
4. Similowsky T, Yan S, Gauthier AP, Macklem PT, Bellemare F. Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperinflation. *N Engl J Med* 1991; 325: 917-923.
5. Yan S, Similowski T, Gauthier AP, Macklem PT, Bellemare F. Effect of fatigue on diaphragmatic function at different lung volumes. *J Appl Physiol* 1992; 72: 1064-1067.
6. Similowsky T, Gauthier AP, Yan S, Macklem PT, Bellemare F. Assessment of diaphragm function using mouth pressure twitches in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 850-856.
7. Similowsky T, Fleury B, Launois S, Cathala HP, Bouche P, Derenne JP. Cervical magnetic stimulation: a new painless method for bilateral nerve stimulation in conscious humans. *J Appl Physiol* 1989; 67: 1311-1318.
8. Wragg S, Aquilina R, Moran J, Ridding M, Hammengard CH, Fearn T. Comparison of cervical magnetic stimulation and bilateral percutaneous electrical stimulation of phrenic nerves in normal subjects. *Eur Respir J* 1994; 7: 1788-1792.
9. Wragg S, Hammengard CH, Kyroussis D, Mills G, Green M, Moxham J. Assessment of diaphragm strength in patients using cervical magnetic stimulation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 130.
10. Polkey M, Kyroussis D, Mills GH, Hammengard CH, Mills GH, Green M. Exhaustive treadmill exercise dose not reduce twitch transdiaphragmatic pressure in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 959-964.
11. Mier A, Brophy J, Moxham J, Green M. Phrenic nerve stimulation in normal subjects and patients with diaphragmatic weakness. *Thorax* 1987; 42: 885-888.
12. Aubier M, Farkas A, De Troyer R, Mozes R, Roussos C. Detection of diaphragmatic fatigue in man by phrenic stimulation. *J Appl Physiol* 1981; 50: 538-544.
13. Mills GH, Kyroussis D, Hammengard CH, Polkey MI, Green M, Moxham J. Bilateral magnetic stimulation of the phrenic nerves from an anterolateral approach. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1099-1105.
14. Gáldiz JB, Bustamante V, Cabriada V, Ansola P, Antoñana JM. Utilidad de la maniobra *sniff* nasal en la estimación de la presión esofágica en pacientes OCFA. *Arch Bronconeumol* 1996; 32: 15.
15. Hughes P, Polkey M, Kyroussis D, Hammengard C, Moxham J, Green M. Measurement of sniff nasal and diaphragm twitch mouth pressure in patients. *Thorax* 1998; 53: 96-100.
16. Sanchis J, Casan P, Castillo J. Normativa para la práctica de la espirometría forzada. *Arch Bronconeumol* 1985; 25: 131-142.
17. Hammengard CH, Wragg S, Kyroussis D, Mills G, Bake B, Green M. Mouth pressure in response to magnetic stimulation of the phrenic nerves. *Thorax* 1995; 50: 620-624.

18. Mador MJ, Magalang UJ, Kufel TJ. Twitch potentiation following voluntary diaphragmatic contraction. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 739-743.
19. Wragg S, Hammengard CH, Road J, Kyroussis D, Moran J, Green M et al. Potentiation of diaphragmatic twitch after voluntary contraction in normal subjects. *Thorax* 1994; 49: 1234-1237.
20. Bland JM, Altman DG. Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
21. Maillard JO, Burdet L, Van Melle G, Fitting JW. Reproducibility of twitch mouth pressure, sniff nasal inspiratory pressure and maximal inspiratory pressure. *Eur Respir J* 1998; 11: 901-905.
22. De Bruin PF, Watson RA, Khalil N, Pride NB. Use of mouth pressure twitches induced by cervical magnetic stimulation to assess voluntary activation of the diaphragm. *Eur Respir J* 1998; 12: 672-678.
23. Similowsky T, Mehiri S, Duguet A, Attali V, Straus C, Derenne JP. Comparison of magnetic and electrical phrenic nerve stimulation in assessment of phrenic nerve conduction time. *J Appl Physiol* 1997; 82: 1190-1199.
24. Mills G, Kyroussis D, Hammengard C, Wragg S, Moxham J, Green M. Unilateral magnetic stimulation of the phrenic nerve. *Thorax* 1995; 50: 1162-1172.
25. Van Luterén E, Dick TE. Intrinsic properties of pharyngeal and diaphragmatic respiratory motoneurons and muscles. *Eur Respir J* 1992; 73: 1162-1172.
26. Laghi F, Tobin MJ. Relationship between transdiaphragmatic and mouth twitch pressures at functional residual capacity. *Eur Respir J* 1997; 10: 530-536.
27. Gáldiz JB, Camino J, Cabriada V, Serrano L, Marín P, Campo A. Ventilatory response and muscle function parameters, cervical magnetic stimulation, in kyphoscoliosis patients with respiratory failure. *Eur Respir J* 1997; 10 (Supl 25): 376.
28. Nava S, Ambrosino N, Crotti P, Fracchia C, Rampulla C. Recruitment of some respiratory muscles during three maximal inspiratory manoeuvres. *Thorax* 1993; 48: 702-707.

### **AVISO IMPORTANTE**

Las Juntas Directivas de la SEPAR y de la ALAT han acordado que los miembros que pertenezcan a una de las dos Sociedades podrán hacerse socios de la otra Sociedad con una reducción del 50% del precio.