

# Medida de la respuesta bronquial a la metacolina en niños asmáticos mediante la auscultación traqueal

C. de Frutos Martínez<sup>a</sup>, E. González Pérez-Yarza<sup>a</sup>, A. Aldasoro Ruiz<sup>a</sup>, J.I. Empananza Knörr<sup>b</sup>, M. Callén Blecua<sup>c</sup> y J. Mintegui Aramburu<sup>a</sup>

Unidades de <sup>a</sup>Neumología Infantil y <sup>b</sup>Epidemiología e Investigación. Hospital Donostia. San Sebastián. <sup>c</sup>CAP de Amara Centro. San Sebastián. Servicio Vasco de Salud-Osakidetza.

(An Esp Pediatr 2002; 56: 304-309)

## Antecedentes

La PC wheezing (PC<sub>w</sub>) o concentración de metacolina que provoca sibilancias auscultables en tráquea parece ser un parámetro válido de la respuesta bronquial mediante el test de metacolina (TMCh).

## Objetivo

Evaluar la concordancia entre la concentración de metacolina que produce un descenso del 20% del volumen espiratorio máximo al primer segundo (FEV<sub>1</sub>, PC<sub>20</sub>) y PC<sub>w</sub> en el TMCh en niños asmáticos colaboradores.

## Pacientes y métodos

Se estudian 18 niños asmáticos de edad media 11,5 (límites, 6-16) años, 15/18 en tratamiento con glucocorticoides inhalados. Se realizó el TMCh según las normas de la American Thoracic Society (ATS) (1999) utilizando un nebulizador Hudson® calibrado para obtener un débito de 0,14 ml/min. Tras cada nebulización, dos observadores independientes registraron el FEV<sub>1</sub> y la auscultación traqueal. El FEV<sub>1</sub> se determinó mediante espirometría forzada a los 30 y 90 s posnebulización y la PC<sub>20</sub> por interpolación exponencial. Se monitorizaron de forma continua la frecuencia respiratoria y la saturación transcutánea de oxígeno. La tráquea se auscultó los 0, 60 y 120 s posnebulización. La prueba se consideró positiva al auscultar sibilancias sobre la tráquea. Se compararon los valores de PC<sub>20</sub> y PC<sub>w</sub>, así como la concentración de metacolina correspondiente al descenso del FEV<sub>1</sub> igual o superior al 20% con la PC<sub>w</sub>, mediante el test de la t de Student pareada y la prueba de Wilcoxon, y el grado de acuerdo de dichas variables con el test de Bland-Altman.

## Resultados

El TMCh fue positivo en 17/18 pacientes, sin diferencias entre PC<sub>20</sub> y PC<sub>w</sub> (p = 0,15). Ambos parámetros coincidieron en 12/17 casos. Hay una asociación evidente entre ambas medidas (log PC<sub>w</sub>, log PC<sub>20</sub>): R, 0,92; p < 0,001. El descen-

so medio del FEV<sub>1</sub> al alcanzar la PC<sub>w</sub> fue del 24,8% (rango, 10-41). No se objetivaron efectos adversos en ningún caso.

## Conclusión

La concordancia entre PC<sub>w</sub> y PC<sub>20</sub> en el TMCh en niños asmáticos colaboradores es excelente, y la PC<sub>w</sub> podría evaluar la hiperreactividad bronquial en el niño no colaborador.

## Palabras clave:

Metacolina. Niños. Auscultación traqueal. Función pulmonar. Hiperrespuesta bronquial.

## AGREEMENT BETWEEN TRACHEAL AUSCULTATION AND PULMONARY FUNCTION IN METHACHOLINE BRONCHIAL INHALATION CHALLENGE IN ASTHMATIC CHILDREN

### Background

PC wheezing (PC<sub>w</sub>) is defined as the concentration of methacholine at which wheeze is detected on auscultation of the trachea. PC<sub>w</sub> has been suggested as a measure of bronchial hyperresponsiveness in methacholine challenge testing (MCT).

### Objective

The aim of this study was to determine the agreement between the concentration of methacholine that produces a 20% decrease in forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>) (PC<sub>20</sub>) and PC<sub>w</sub> in MCT in asthmatic children.

### Patients and methods

Eighteen asthmatic children with a mean age of 11.5 years (range: 6-16 years) were studied. Fifteen of the children were under treatment with inhaled glucocorticoids. MCT was performed according to the guidelines of the American Thoracic Society (1999) using a Hudson® nebulizer calibrated to obtain a mean output of 0.14 ml/min. After each nebulization, two independent observers registe-

**Correspondencia:** Dra. C. de Frutos Martínez.

Unidad de Neumología Infantil. Edificio Materno-Infantil. Hospital Donostia. P<sup>o</sup> del Dr. Beguiristáin, s/n. 20014 San Sebastián. Correo electrónico: aneumoin@chdo.osakidetza.net

Recibido en septiembre de 2001.

Aceptado para su publicación en octubre de 2001.

red FEV<sub>1</sub> and tracheal auscultation. FEV<sub>1</sub> was determined by forced spirometry 30 and 90 seconds after the end of nebulization and PC<sub>20</sub> was registered (exponential model). Respiratory rate and transcutaneous oxygen saturation were continuously monitored. Tracheal auscultation was performed at 0, 60 and 120 seconds after the end of nebulization. The end point was defined as the appearance of wheezing over the trachea. The values of PC<sub>20</sub> and PC<sub>w</sub>, as well as the concentration of methacholine corresponding to a decrease in FEV<sub>1</sub> equal to or higher than 20 %, were compared using Student's matched pairs *t*-test and Wilcoxon's test. The degree of agreement between variables was compared by using Bland-Altman's test.

## Results

MCT was positive in 17 of 18 patients. No differences were found between PC<sub>20</sub> and PC<sub>w</sub> ( $p = 0.15$ ). Both variables showed agreement in 12 of 17. A clear association was found between both measures (log PC<sub>w</sub>, log PC<sub>20</sub>):  $R: 0.92$ ;  $p < 0.001$ . The mean decrease in FEV<sub>1</sub> on reaching PC<sub>w</sub> was 24.8 % (range: 10-41). No adverse effects were observed.

## Conclusion

The agreement between PC<sub>20</sub> and PC<sub>w</sub> in MCT in asthmatic children is excellent. PC<sub>w</sub> could be helpful in determining bronchial hyperresponsiveness in young asthmatic children in whom spirometry is not feasible.

## Key words:

*Methacholine. Child. Tracheal auscultation. Pulmonary function. Bronchial inhalation challenge.*

## INTRODUCCIÓN

La medida de la hiperrespuesta bronquial (HRB) es una determinación útil en el diagnóstico y tratamiento del niño asmático. El test de metacolina (TMCh) es la prueba de provocación bronquial más empleada, en la cual la medida principal del efecto es el cambio en el volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) obtenido por espirometría forzada, expresando la respuesta positiva como PC<sub>20</sub> o concentración de metacolina (MCh) que provoca un descenso del 20% en el FEV<sub>1</sub> basal<sup>1,2</sup>.

Estos tests implican la realización de espirometría forzada por parte del paciente; por lo tanto, no son aplicables al niño pequeño ni a niños no colaboradores con la técnica de la espirometría forzada. Por ello, diversos autores han utilizado la auscultación traqueal como medida del efecto en el TMCh, expresando el resultado como PC *wheezing* (PC<sub>w</sub>) o concentración de MCh que provoca la aparición de sibilancias claramente auscultables sobre la tráquea<sup>3-7</sup>.

El objetivo del estudio es conocer el grado de concordancia entre la PC<sub>20</sub> y la PC<sub>w</sub> en el test de provocación bronquial con MCh en niños asmáticos colaboradores.

## PACIENTES Y MÉTODOS

### Pacientes

Se han incluido en el estudio niños mayores de 6 años, diagnosticados de asma leve o moderada según los crite-

rios del National Asthma Education and Prevention Program<sup>8</sup> y atendidos en la consulta externa de neumología infantil del hospital. Se excluyeron aquellos pacientes que habían presentado infecciones respiratorias o reagudizaciones del asma en las 4 semanas previas.

Se incluyeron 18 pacientes (10 varones) con edad media de 11,5 años (límites, 6-16), dos con asma leve intermitente (en tratamiento a demanda con agonistas-β<sub>2</sub> de corta acción), cinco con asma leve persistente (en tratamiento de mantenimiento con glucocorticoides inhalados con dosis de 200-400 μg/día y agonistas-β<sub>2</sub> de corta acción a demanda) y ocho con asma moderada (en tratamiento de mantenimiento con glucocorticoides inhalados 400-800 μg/día asociados a agonistas-β<sub>2</sub> de larga acción, junto con agonistas-β<sub>2</sub> de corta acción a demanda). La medicación broncodilatadora, tanto de corta como de larga duración, fue suspendida 24 h antes de realizar el TMCh.

## Cálculo del débito del nebulizador

El cálculo del débito del nebulizador se realizó según el protocolo de la American Thoracic Society (ATS)<sup>9</sup>, con los siguientes pasos:

1. Introducción de 3 ml de suero salino fisiológico en el nebulizador.
2. Pesar el nebulizador usando una balanza de precisión (peso previo).
3. Ajustar el flujo a 7 ml/min y nebulizar exactamente 2 min.
4. Pesar de nuevo el nebulizador (pospeso) y vaciarlo.
5. Repetir los pasos previos para los flujos de 8 y 9 l/min.
6. Calcular el débito del nebulizador para cada uno de los flujos, asumiendo que 1 ml de suero fisiológico pesa 1.000 mg:
 
$$\text{Débito (ml/min)} = (\text{peso previo [mg]} - \text{pospeso [mg]}/\text{tiempo [min]})/1.000$$
7. Por interpolación, determinar el flujo que produzca un débito de 0,13 ml/min.

Se hicieron todos los cálculos a 3,5 y a 1 atm, utilizando en todos los casos 3 nebulizadores de distintas series de fabricación, obteniendo débitos de 0,13, 0,15 y 0,14 ml/min bajo 1 atm de presión y flujo 7 l.

## Test de metacolina

En todos los casos se realizó un TMCh según las normas de la ATS<sup>9</sup>. Se nebulizaron 3 ml de soluciones de MCh diluidas en suero salino fisiológico sin tampón, en concentraciones ascendentes desde 0,03 a 8 mg/ml, utilizando un nebulizador Hudson (Hudson RCI®, Temecula, CA, EE.UU.) con aire comprimido a una presión de 1 atm

y un flujo de 7 l/min, obteniendo así un débito medio de 0,14 ml/min. Las partículas generadas por el nebulizador tienen un diámetro de masa media aerodinámica (MMAD) de 3,6 µm, diámetro medio de masa (MMD) de 2,10 µm y desviación estándar geométrica (GSD) de 1,00 µm, datos granulométricos de partículas<sup>10</sup> que se ajustan a las recomendaciones de la ATS<sup>9</sup>.

Las inhalaciones se realizaron durante 2 min con el paciente sentado respirando a volumen tidal a través de una pieza bucal con pinza nasal, comenzando por el diluyente y siguiendo por concentraciones ascendentes de MCh.

La prueba se considera positiva al auscultar sibilancias sobre la tráquea. El resultado se expresa como PC<sub>w</sub> o concentración de MCh que provoca la aparición de sibilancias en tráquea. Si una vez alcanzada la PC<sub>w</sub> el FEV<sub>1</sub> no había descendido por debajo del 20% respecto al FEV<sub>1</sub> obtenido con el diluyente, el TMCh se continuó hasta la concentración de MCh que provoca esa disminución del FEV<sub>1</sub>. La PC<sub>20</sub> se calculó por interpolación exponencial según la siguiente ecuación<sup>9</sup>:

$$PC_{20} = \text{antilog} \left[ \log C_1 + \frac{(\log C_2 - \log C_1) (20 - R_1)}{R_2 - R_1} \right]$$

Donde, C<sub>1</sub> = concentración de MCh anterior a C<sub>2</sub>; C<sub>2</sub> = concentración de metacolina que provoca el descenso del FEV<sub>1</sub> superior al 20% del FEV<sub>1</sub> alcanzado con el diluyente; R<sub>1</sub> = porcentaje de descenso del FEV<sub>1</sub> después de C<sub>1</sub>; R<sub>2</sub> = porcentaje de descenso del FEV<sub>1</sub> después de C<sub>2</sub>.

La prueba se suspende si aparece disnea, saturación transcutánea de oxígeno (StcO<sub>2</sub>) menor de 91% (desaturación), frecuencia respiratoria 50% mayor que la basal (taquipnea), FEV<sub>1</sub> menor del 50% respecto al FEV<sub>1</sub> basal o al alcanzar la concentración máxima de MCh (8 mg/ml). Al finalizar el test, a los pacientes con TMCh positivo se les administró salbutamol inhalado (200 µg)

con cámara espaciadora Volumatic® hasta la normalización clínica y espirométrica.

### Auscultación traqueal

Se auscultaron en todos los pacientes la tráquea y zonas de ambos pulmones (apical anterior y basal posterior) durante 20 s a los 0, 60 y 120 s posnebulización. La auscultación fue realizada siempre por el mismo investigador mediante un fonendoscopio pediátrico, observador ciego para los resultados de FEV<sub>1</sub>.

De forma continua se registraron la StcO<sub>2</sub> por pulsioximetría (mod. 400 Palco® Labs. Inc, CA, EE.UU.) y la frecuencia respiratoria. Se anotó en cada caso la aparición de tos durante la prueba.

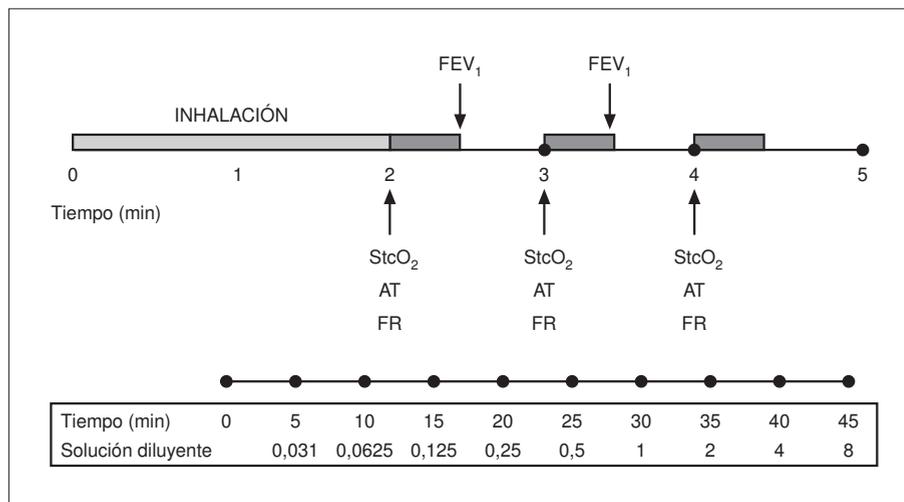
### Espirometría forzada

Un único investigador, ciego para los resultados de la auscultación traqueal, efectuó la espirometría forzada según las normas de la ATS<sup>11</sup>, mediante un espirómetro Jaeger v.4.35m con neumotacómetro tipo Lilly (E. Jaeger®, Würzburg, Alemania). La espirometría forzada se realizó a los 30 y 90 s posnebulización. Se tomó siempre la mejor de dos medidas válidas. Se registró la concentración de MCh que provocaba el 20% o más de descenso en el FEV<sub>1</sub> con respecto al FEV<sub>1</sub> obtenido con el diluyente.

El esquema metodológico global se describe en la figura 1.

### Análisis estadístico

Se compararon los valores de PC<sub>20</sub> y PC<sub>w</sub>, así como entre la concentración de MCh capaz de producir un descenso del FEV<sub>1</sub> igual o superior al 20% y la PC<sub>w</sub>, mediante el test de la t de Student pareada y la prueba de Wilcoxon. Tras comprobar que no existía diferencia estadística en ambos casos (PC<sub>20</sub> con PC<sub>w</sub> y concentración de MCh con FEV<sub>1</sub> ≥ 20% frente a PC<sub>w</sub>), se analizó la asociación mediante un modelo de regresión lineal. Final-



**Figura 1.** Esquema del test de metacolina. En la parte superior se muestra el desarrollo de un ciclo del test: inhalación de la solución durante 2 min, medida del volumen espiratorio máximo al primer segundo (FEV<sub>1</sub>) a los 30 y 90 s posnebulización y registro de la saturación transcutánea de O<sub>2</sub> (StcO<sub>2</sub>), la frecuencia respiratoria (FR) y la auscultación traqueal (AT) a los 0, 60 y 120 s posnebulización. En la parte inferior se señala el desarrollo completo del TMC, inhalando inicialmente el diluyente y cada 5 min concentraciones ascendentes de metacolina entre 0,031 y 8 mg/ml.

**TABLA 1. Relaciones entre la concentración de MCh que corresponde con el descenso del FEV<sub>1</sub> ≥ 20 %, PC<sub>w</sub>, descenso del FEV<sub>1</sub> y descenso de la StcO<sub>2</sub> en el TMCh**

Caso	Edad (años)	Categorización asma	Concentración de MCh que corresponde al descenso del FEV <sub>1</sub> ≥ 20 %	PC <sub>w</sub>	Descenso del FEV <sub>1</sub> (%)	Descenso de la StcO <sub>2</sub> (%)
1	12	Moderada	0,125	0,062	12,4	3
2	7,5	Moderada	1	2	24	3
3	9	Moderada	1	1	20	3
4	9	Moderada	0,25	0,25	21,5	4
5	9	Moderada	0,125	0,125	41	2
6	15,3	Moderada	0,5	0,5	21,8	3
7	6	Leve persistente	0,25	0,25	24,4	3
8	16	Moderada	4	2	10,3	1
9	10,8	Moderada	0,5	1	29,3	2
10	10,3	Leve persistente	4	4	33,8	4
11	10,7	Leve persistente	1	2	34	3
12	13,5	Leve persistente	1	2	35,5	3
13	15	Leve intermitente	2	2	21,2	1
14	12	Leve intermitente	4	4	21,3	2
15	13	Leve persistente	Negativo	Negativo	–	–
16	11,8	Leve intermitente	4	4	20	3
17	12,1	Leve persistente	1	1	21	4
18	13,5	Moderada	1	1	20,3	3

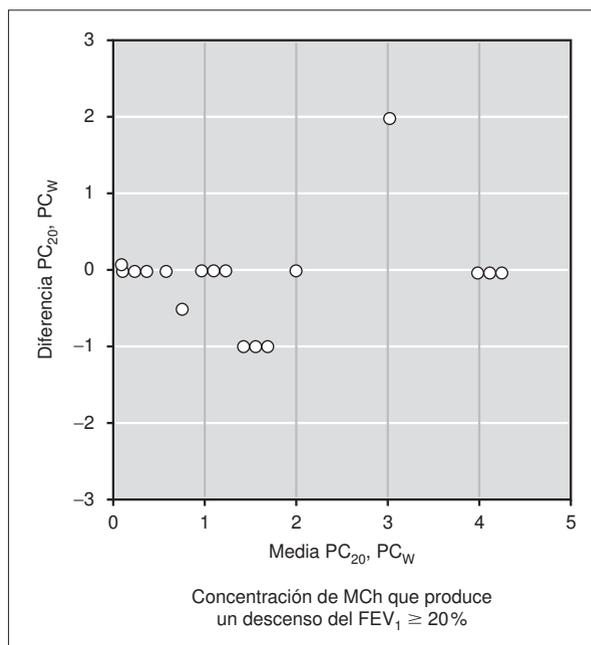
FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio máximo al primer segundo; MCh: metacolina; TMCh: test de metacolina; StcO<sub>2</sub>: saturación transcutánea de oxígeno.

mente se analizó el grado de acuerdo o concordancia entre las dos variables mediante el método de Bland y Altman<sup>12,13</sup>. Se utilizó el programa estadístico Systat® para todos los cálculos, estableciendo el nivel de significación en alfa = 0,05.

**RESULTADOS**

El TMCh fue positivo para PC<sub>w</sub> en 17 de los 18 pacientes (tabla 1). En un caso el TMCh fue negativo tanto para PC<sub>20</sub> como para PC<sub>w</sub> suspendiéndose el test al alcanzar la concentración máxima de MCh prescrita para nebulizar. El descenso medio del FEV<sub>1</sub> al finalizar el test con PC<sub>w</sub> fue de 24,8 ± 8,8% (límites, 10,3-41). La StcO<sub>2</sub> disminuyó una media de 3% (límites, 1-4) con respecto a la StcO<sub>2</sub> basal. En ningún paciente se objetivaron disnea, taquipnea ni desaturación según los criterios anteriormente definidos.

*Relación entre la concentración de MCh correspondiente al descenso del FEV<sub>1</sub> ≥ 20 % y la PC<sub>w</sub>.* En 11 de los 17 TMCh positivos, coincidió el descenso del FEV<sub>1</sub> ≥ 20 % y la PC<sub>w</sub> (tabla 1). Cuando no coincidieron, la diferencia estuvo en una sola concentración de MCh (doble). De esta forma, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de MCh correspondiente al descenso del FEV<sub>1</sub> ≥ 20 % y la PC<sub>w</sub> (concentración media de MCh con descenso del FEV<sub>1</sub> ≥ 20 % = 1,52; PC<sub>w</sub> media = 1,60). El modelo de regresión lineal mostró una buena correlación entre la con-



**Figura 2.** Método de Bland y Altman. Análisis de concordancia entre la concentración de MCh para FEV<sub>1</sub> ≥ 20 % y la PC<sub>w</sub>.

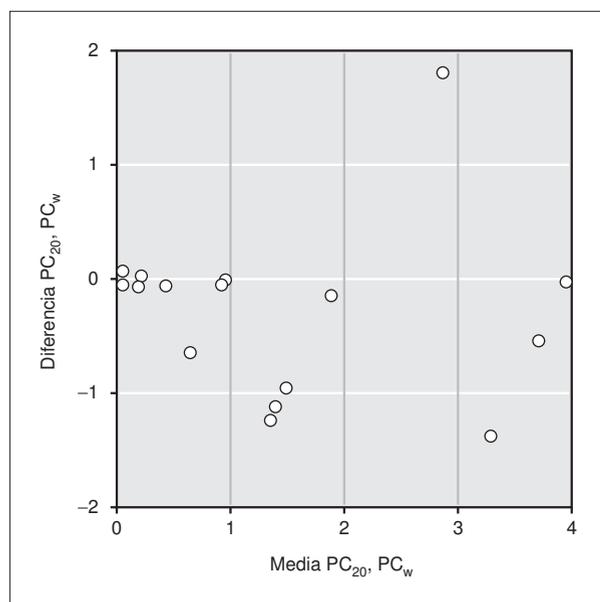
centración de MCh correspondiente al descenso del FEV<sub>1</sub> ≥ 20 % y la PC<sub>w</sub> (r = 0,894; p < 0,0001). El método de Bland y Altman puso de manifiesto el excelente grado de acuerdo entre ambas variables (fig. 2).

*Relación entre la PC<sub>20</sub> y la PC<sub>w</sub>.* Calculada la PC<sub>20</sub> por interpolación, los resultados individuales se exponen en la tabla 2. No hay diferencias entre ambos test (t de Student pareada, p = 0,15); las diferencias que se observan corresponden a variaciones naturales. La regresión lineal entre la PC<sub>20</sub> y la PC<sub>w</sub> muestra que existe asociación entre ambas (R = 0,852) (p < 0,001). La regresión lineal entre log PC<sub>20</sub> y log PC<sub>w</sub> muestra una mayor asociación entre

ambas (R = 0,924) (p < 0,001). La representación gráfica de la comparación entre ambas medidas por Bland y Altman se expone en la figura 3. La media de las diferencias es negativa (-0,260), lo que significa que la PC<sub>w</sub> es consistentemente mayor que la PC<sub>20</sub>. Al estudiar la regresión entre la media y la diferencia, las diferencias entre PC<sub>20</sub> y PC<sub>w</sub> se mantienen constantes en todo el rango de valores (p = 0,89).

**TABLA 2. Test de metacolina. Resultados individuales de la PC<sub>20</sub> y de la PC<sub>w</sub>**

Paciente	PC <sub>20</sub>	PC <sub>w</sub>
1	0,12	0,062
2	0,76	2
3	0,95	1
4	0,25	0,25
5	0,07	0,125
6	0,45	0,5
7	0,18	0,25
8	3,80	2
9	0,37	1
10	2,63	4
11	1,05	2
12	0,87	2
13	1,86	2
14	3,47	4
15	Negativo	Negativo
16	3,98	4
17	0,97	1
18	0,98	1



**Figura 3.** Método de Bland y Altman. Análisis de la concordancia entre la PC<sub>20</sub> y la PC<sub>w</sub>.

**DISCUSIÓN**

Los resultados del estudio demuestran una excelente grado de concordancia entre la PC<sub>20</sub> y la PC<sub>w</sub> medidas de forma simultánea en el TMCh en niños asmáticos entre 6 y 16 años. Como era de esperar, dado el cálculo de la PC<sub>20</sub> por interpolación, la PC<sub>w</sub> es consistentemente mayor que la PC<sub>20</sub>; es decir, existe un sesgo al calcular por interpolación la PC<sub>20</sub> o un sesgo al no hacer lo mismo para calcular la PC<sub>w</sub>.

En los tests positivos (17/18), el descenso medio del FEV<sub>1</sub> fue del 24,8%, lo que en ningún caso tuvo efectos clínicos significativos. La disminución de la StcO<sub>2</sub> registrada durante la realización del test fue pequeña y no significativa, en ningún caso superior al 5% respecto a la basal. En ningún paciente se observaron taquipnea o disnea. La aparición de tos durante la prueba no se correlacionó con el descenso del FEV<sub>1</sub> ni con la aparición de sibilancias. Como han sugerido algunos autores<sup>7</sup>, es posible que la tos sea un efecto dosis-respuesta de la MCh actuando como irritante sobre los receptores pulmonares, más que resultado de la broncoconstricción. En los casos con test positivo, la administración de agonistas-β<sub>2</sub> inhalados al finalizar la prueba llevó a la normalización clínica y espirométrica.

Los resultados del presente estudio son similares a los referidos anteriormente por varios autores<sup>3-7</sup> en cuanto a la correlación entre PC<sub>20</sub> y PC<sub>w</sub> y en cuanto a la seguridad del TMCh realizado según este protocolo. Únicamente los resultados publicados por el grupo de Wilson et al<sup>14,15</sup> indican que la detección de sibilancias por auscultación no es satisfactoria a la hora de valorar HRB, ya que sólo el 16% de los pacientes tuvieron el TMCh positivo por este motivo. Un aspecto que posteriormente ha sido criticado en este trabajo es la inadecuada selección de los pacientes estudiados, ya que el 83% de ellos no respondieron hasta alcanzar concentraciones de MCh de 16 y 32 mg/ml, siendo ésta una respuesta que se considera normal en la población sana.

En los estudios realizados con TMCh utilizando PC<sub>w</sub> como respuesta positiva, la metodología empleada es dispar en aspectos como el tipo de nebulizador empleado, el débito del nebulizador, el volumen de solución, el diluyente utilizado o el tiempo de nebulización (tabla 3). El protocolo que se ha empleado se ajusta a la última normativa publicada por la ATS respecto al TMCh<sup>9</sup>. Es importante insistir en la importancia de ajustarse a los pro-

**TABLA 3. Comparación entre la metodología del TMCh recomendada por la ATS y la metodología empleada en estudios que valoran la utilidad de PC<sub>w</sub> en la valoración de la hiperrespuesta bronquial**

	Nebulizador	Débito	Tiempo de nebulización	Volumen de solución de MCh	Diluyentes de MCh	Cálculo de la PC <sub>20</sub>
Avital et al <sup>5</sup> Noviski et al <sup>4</sup> Springer et al <sup>7</sup>	Hudson®	0,2 ml/min	2 min	2 ml	Tampón fosfato	<sup>3</sup> Concentración de MCh que provoca sibilancias <sup>4</sup> Interpolación lineal <sup>7</sup> Concentración de MCh
Yong et al <sup>5</sup>	Hudson®	¿ ?	2 min	¿ ?	¿ ?	<sup>5</sup> Concentración de MCh que provoca sibilancias
Wilson et al <sup>11,12</sup>	Wright®	0,14 ml/min	1 min	¿ ?	Tampón sulfato	<sup>11</sup> Interpolación <sup>12</sup> Interpolación exponencial
ATS <sup>9</sup>	Nebulizadores que proporcionen MMD entre 1,0-3,6 µm	0,13 ml/min ± 10% (calibración)	2 min	3 ml	Diluyente: salino fisiológico Preferentemente sin fenol Sin tampón	<sup>9</sup> Interpolación exponencial

MCh: metacolina; MMD: Diámetro de masa media; TMCh: test de metacolina.

tolos estandarizados con el fin de que los resultados obtenidos sean comparables y aplicables en la práctica clínica diaria.

Existe ya experiencia en la realización de TMCh a niños pequeños, entre 8 meses y 8 años, utilizando la auscultación de sibilancias en tráquea como respuesta positiva al TMCh<sup>4-7</sup>. Los resultados iniciales han mostrado que el test con este protocolo es seguro. Sin embargo, parece difícil establecer si el niño pequeño, con distinto tamaño pulmonar y distinta función pulmonar, va a responder igual al TMCh realizado en las mismas condiciones y con la misma metodología que se emplea en el niño mayor y en el adulto.

En conclusión, la auscultación traqueal utilizando la aparición de sibilancias en tráquea como respuesta positiva, permite una adecuada valoración de la hiperrespuesta bronquial en el niño colaborador, sin efectos adversos. La aparición de hipoxia leve sugiere la conveniencia de realizar el test por personal bien entrenado y con la monitorización adecuada. La aplicación de esta metodología podría ser útil para el estudio de la hiperrespuesta bronquial en niños no colaboradores y en lactantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cockcroft DW, Killian DN, Mellon JJA, Hargreave FE. Bronchial reactivity to inhaled histamine: A method and clinical survey. *Clin Allergy* 1977; 7: 235-243.
- Juniper EF, Frith PA, Dunnett C, Cockcroft DW, Hargreave FE. Reproducibility and comparison of responses to inhaled histamine and methacholine. *Thorax* 1978; 33: 705-710.
- Avital A, Bar-Yishay E, Springer C, Godfrey S. Bronchial provocation test in young children using tracheal auscultation. *J Pediatr* 1988; 112: 591-594.
- Noviski N, Cohen L, Springer C, Bar-Yishay E, Avital A, Godfrey S. Bronchial provocation determined by breath sounds compared with lung function. *Arch Dis Child* 1991; 66: 952-955.
- Yong SC, Smith CM, Wach R, Kurian M, Primhak RA. Methacholine challenge in preeschool children: methacholine induced wheeze versus transcutaneous oximetry. *Eur Respir J* 1999; 14: 1175-1178.
- Sprikkelman AB, Schouten JP, Lourens MS, Heymans HSA, Aalderen WMC. Agreement between spirometry and tracheal auscultation in assessing bronchial responsiveness in asthmatic children. *Resp Med* 1999; 93: 102-107.
- Springer C, Godfrey S, Picard E, Uwyyed K, Rotschild M, Hananya S et al. Efficacy and safety of methacholine bronchial challenge performed by auscultation in young asthmatic children. *Am J Resp Crit Care Med* 2000; 162: 857-860.
- National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report 2: Guidelines for the diagnosis and management of asthma. US, Government Printing Office, Washington, DC. NHLBI. Publication No. 97-4051. 1997.
- American Thoracic Society. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. *Am Resp Crit Care Med* 2000; 161: 309-329.
- Hess D, Fisher D, Williams P, Pooler S, Kacmarek RM. Medication nebulizer performance. Effects of diluent volume, nebulizer flow, and nebulizer brand. *Chest* 1996; 110: 498-505.
- American Thoracic Society. Standardization of spirometry: 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 1107-1136.
- Altman DG, Bland JM. Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *The Statistician* 1983; 32: 307-317.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
- Wilson NM, Phagoo SB, Silverman M. Use of transcutaneous oxygen tension, arterial oxygen saturation and respiratory resistance to assess the response to inhaled methacholine in asthmatic children and normal adults. *Thorax* 1991; 46: 433-437.
- Wilson NM, Bridge P, Phagoo SB, Silverman M. The measurement of methacholine responsiveness in 5 year old children: Three methods compared. *Eur Respir J* 1995; 8: 364-370.