

# Cuándo se considera positivo el test de broncodilatación

C. Pardos Martínez<sup>a</sup>, J. Fuertes Fernández-Espinar<sup>a</sup>,  
I. Nerín de la Puerta<sup>b</sup> y E. González Pérez-Yarza<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Centro de Salud Perpetuo Socorro, Huesca. <sup>b</sup>Unidad de Tabaquismo. Facultad de Medicina de Zaragoza.

<sup>c</sup>Unidad de Neumología Infantil. Hospital Donostia. San Sebastián. España.

## Objetivo

Determinar la broncodilatación que se produce en la población normal de 7 a 14 años de edad, para establecer el valor que define una prueba de broncodilatación como positiva.

## Pacientes y métodos

Estudio transversal en niños sanos, no fumadores, realizado en ámbito escolar en la ciudad de Huesca en una muestra representativa (n = 145) de la población infantil de 7 a 14 años (N = 4.272). Se identificó salud mediante encuesta validada. Se monitorizó el monóxido de carbono (CO) espirado con un Micro III Smokerlyzer EC50<sup>®</sup>. La espirometría forzada basal y posbroncodilatación (salbutamol inhalado, 0,2 mg con cámara Babyhaler<sup>®</sup>) se realizaron con un espirómetro Vitalograph mod. 2120<sup>®</sup>. Se midieron las variables capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>), FEV<sub>1</sub>/FVC, flujo espiratorio máximo entre el 25-75 % de la FVC (FEF<sub>25-75</sub>) y pico espiratorio máximo (PEF). Para establecer si los incrementos de los parámetros seguían o no una distribución normal, se utilizó el contraste de Kolmogorov-Smirnov (modificación Lilliefors) y los histogramas. La relación entre el incremento de FEV<sub>1</sub> y las variables del cuestionario se establecieron con el test de la t de Student (variables cualitativas) y la prueba de correlación de Pearson (variables cuantitativas). Para evaluar la fiabilidad del test se empleó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman y los gráficos de dispersión.

## Resultados

Incremento porcentual de FEV<sub>1</sub> respecto al valor teórico: media (desviación estándar [DE]), 3,97 (2,65); percentil (P) P<sub>95</sub>, 8,87 % y P<sub>97,5</sub>, 10,25 %. Incremento porcentual de FEV<sub>1</sub> respecto al valor previo: media, 3,99 (2,63); P<sub>95</sub>, 8,43 %, y P<sub>97,5</sub>, 10,14 %.

## Conclusiones

En niños de 7 a 14 años de edad, los incrementos porcentuales sobre el valor teórico o sobre el previo del FEV<sub>1</sub>

superiores al 9 % definen la prueba de broncodilatación como positiva.

## Palabras clave:

*Espirometría forzada. Broncodilatación. Valores de referencia. Niños.*

## CUT-OFF POINT FOR A POSITIVE BRONCHODILATION TEST

### Objective

To determine bronchodilation in healthy children aged 7-14 years in order to establish the value defining a positive bronchodilation test.

### Patients and methods

We performed a cross-sectional study in healthy, non-smoking schoolchildren aged 7-14 years in the city of Huesca (Spain). The sample (n = 145) was representative of the pediatric population aged 7-14 years (N = 4,272). Health was determined through a validated questionnaire. Expired carbon monoxide was measured with a Micro III Smokerlyzer EC50<sup>®</sup>. Forced basal and post-bronchodilation spirometry (0.2 mg of inhaled salbutamol with a Babyhaler<sup>®</sup> chamber) was performed with a Vitalograph spirometer mod. 2120<sup>®</sup>. Forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>), FEV<sub>1</sub>/FVC, forced expiratory flow at 24-25 % of forced vital capacity (FEF<sub>25-75</sub>%) and peak expiratory flow (PEF) were measured. To establish whether increments in the variables followed normal distribution, the Kolmogorov-Smirnov test (Lilliefors modification) and histograms were used. The relationship between increases in FEV<sub>1</sub> and the variables in the questionnaire was analyzed using Student's t-test (qualitative variables) and Pearson's correlation (quantitative variables). To evaluate the reliability of the test, Spearman's non-parametric correlation coefficient and dispersion graphs were used.

**Correspondencia:** Dr. C. Pardos Martínez.  
Cantabria 10, 3º A. 22004 Huesca. España.  
Correo electrónico: cpardosm@able.es

Recibido en marzo de 2002.

Aceptado para su publicación en abril de 2002.

## Results

**The percentage increase in FEV<sub>1</sub> compared with the theoretical value was: mean (SD), 3.97 (2.65); 95% percentile, 8.87%; and 97.5 percentile, 10.25%. The percentage increase in FEV<sub>1</sub> compared with the previous value was: mean: 3.99 (2.63), 95-percentile: 8.43%; and 97.5 percentile: 10.14%.**

## Conclusions

**In children aged 7-14 years, increases of greater than 9% above the theoretical or previous FEV<sub>1</sub> value define the bronchodilation test as positive.**

## Key words:

**Forced spirometry. Bronchodilation. Reference values. Children.**

## INTRODUCCIÓN

El asma incluye en su definición la limitación del flujo aéreo intrapulmonar, parcial o totalmente reversible, espontáneamente o con medicación broncodilatadora. Para comprobar esta reversibilidad se recomienda la incorporación de una prueba de broncodilatación a la espirometría forzada, tanto para establecer el diagnóstico como en los oportunos controles evolutivos de la enfermedad<sup>1</sup>. La prueba de broncodilatación consiste en realizar una espirometría basal (previa) y repetir la misma un tiempo después de administrar la medicación broncodilatadora inhalada (10-20 min después)<sup>2</sup>.

Responder correctamente a la pregunta de cuándo se considera positiva la respuesta broncodilatadora tiene importancia por las implicaciones diagnósticas y terapéuticas que conlleva<sup>3</sup>. Para Quanjer et al<sup>4</sup> la respuesta broncodilatadora debe exceder la variabilidad interindividual e intraindividual en sujetos sanos. Así, si el grado de broncodilatación observado es superior al de la población normal, puede afirmarse que existe una limitación del flujo aéreo intrapulmonar basal.

Existen pocos trabajos, además de tener metodologías diferentes, que establezcan los límites de broncodilatación en niños sanos<sup>3,5-8</sup>, motivos de justificación de este estudio.

## PACIENTES Y MÉTODOS

El diseño del estudio ha sido prospectivo, observacional, durante los meses de octubre de 1999 a junio de 2000, en niños sanos de 7 a 14 años de edad en centros escolares de la ciudad de Huesca, mediante prueba de broncodilatación con espirometría forzada.

El tamaño muestral (n = 170) necesario para obtener una estimación de la media del incremento porcentual de volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) posbroncodilatación, se obtuvo según la estimación de medias en una población finita. La estimación de la desviación estándar (DE) del incremento porcentual de FEV<sub>1</sub> se obtuvo de Casan et al<sup>5</sup> (3,4%). Se aceptó una precisión de  $\pm 0,5\%$  a un intervalo de confianza (IC) del 95%. Se

realizó un estudio piloto previo con una muestra de 102 niños, para conocer el porcentaje de padres que autorizaban la realización del estudio (85%), la proporción de sujetos sanos entre los que respondieron los cuestionarios aplicados (75%) y el porcentaje de espirometrías válidas (33%). Con estos datos, se precisaba una muestra poblacional de 1.000 escolares para alcanzar el tamaño muestral de 170 sujetos. Iniciado el estudio, con los resultados de los primeros 30 niños sanos, se estimó de nuevo la DE (2,9%), corrigiendo el tamaño muestral a 125.

El total de alumnos de 7-14 años inscritos en los centros durante el curso escolar 1999-2000 fue 4.272 niños. Se seleccionaron los centros escolares por muestreo aleatorio simple. Previa autorización escrita de los directores de los centros escolares y de los padres y/o tutores de los niños se realizó una encuesta validada de síntomas respiratorios agudos y crónicos<sup>9</sup>, a todos los alumnos de los niveles académicos y colegios seleccionados para que lo cumplimentasen sus padres o tutores. Se excluyeron del estudio todos los niños que presentaran enfermedad broncopulmonar aguda o crónica, enfermedades sistémicas, alteraciones torácicas o de columna, que hubieran tomado broncodilatadores o antiinflamatorios, fueran obesos (índice de masa corporal > 30), fumadores y aquellos incapaces de realizar la maniobra correcta de espirometría forzada.

La espirometría forzada se realizó en todos los casos por la misma persona y con el mismo espirómetro, Vitalograph modelo 2120<sup>®</sup> (Vitalograph Ltd., Maids Moreton House, Buckingham, MK18 1SW, Inglaterra). La calibración se llevó a cabo diariamente con una jeringa de calibración modelo 5121-Sibelmed<sup>®</sup>, con un volumen de  $3 \pm 1\%$  y mecanismo manual por émbolo. Bimensualmente se realizó una calibración dinámica con 3 adultos entrenados con variabilidad intraindividual casi nula.

La espirometría se realizó según las normas de la American Thoracic Society (ATS)<sup>10</sup> y Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR)<sup>1</sup> en locales cerrados, con temperatura media 18,9 °C (límites, 17-25), humedad relativa media, 58,4% (límites, 46-70) y presión barométrica, 1.109,3 mmHg (límites, 1.000-1.031). Todos los niños se mantuvieron en reposo durante los 15 min previos a la prueba. Se realizó en todos los casos en posición sentada, con la espalda erecta y con oclusión nasal con pinzas. Se realizaron un máximo de ocho maniobras, eligiendo siempre tres registros correctos. La duración de la maniobra fue igual o superior a 3 s y se exigió que el flujo espiratorio máximo (PEF) tuviera un valor igual o superior al 80% del teórico para asegurar una colaboración y esfuerzo adecuados. En relación a la capacidad vital forzada (FVC) y al FEV<sub>1</sub>, se eligieron los mejores valores con independencia de la curva, siempre que fueran curvas aceptables y reproducibles. El resto de parámetros espirométricos FEV<sub>1</sub>/FVC, PEF y flujo espiratorio forzado en-

tre el 25-75% de la FVC (FEF<sub>25-75</sub>) se tomaron de la curva con mayor suma de FVC y FEV<sub>1</sub>. Se utilizaron valores de referencia españoles<sup>11</sup>, incluyendo en el análisis de los resultados sólo aquellos con un FEV<sub>1</sub> mayor o igual al 80% del teórico.

Como medicación broncodilatadora se utilizó salbutamol inhalado (Ventolín®) mediante cámara Babyhaler®, realizando una inspiración lenta desde capacidad residual funcional (FRC) hasta capacidad pulmonar total (TLC), con pausa inspiratoria de 10 s. El salbutamol se administró al iniciar la inspiración en 2 dosis de 0,1 mg con un intervalo de tiempo de 1 min entre dosis. La espirometría posbroncodilatación se efectuó a los 15 min en reposo de la administración del salbutamol.

La expresión de los resultados de la prueba de broncodilatación ha sido según los índices siguientes: incremento en valores absolutos, porcentaje sobre el valor previo o basal y porcentaje sobre el teórico, aplicando las fórmulas siguientes:

- (1) Incremento del FEV<sub>1</sub> en valores absolutos, expresado en mililitros.
- (2) Cambio porcentual del FEV<sub>1</sub> respecto al valor inicial (basal o previo)  $[(FEV_{1pos} - FEV_{1pre}) / FEV_{1pre}] \times 100$ .
- (3) Cambio porcentual del FEV<sub>1</sub> respecto al valor teórico  $[(FEV_{1pos} - FEV_{1pre}) / FEV_{1teórico}] \times 100$ .

donde FEV<sub>1pre</sub> es el FEV<sub>1</sub> previo (prebroncodilatación), FEV<sub>1pos</sub> es el FEV<sub>1</sub> posbroncodilatación y FEV<sub>1teórico</sub> es el FEV<sub>1</sub> correspondiente a los valores de referencia, según edad, talla y sexo.

En todos los niños de 11 a 14 años sanos (n = 68) se analizó el monóxido de carbono (CO) en aire espirado (Micro III Smokerlyzer EC50®, Bedfont Scientific, Ltd.), antes de inhalar salbutamol, inspirando hasta la TLC, con pausa inspiratoria de 15 s, espirando de modo lento a través de una boquilla conectada al monitor de CO hasta la FRC. Ninguno de ellos igualó ni superó el valor de 8 ppm, punto de corte para una sensibilidad del 90% y una especificidad del 89%, discriminante del estado de fumador<sup>12</sup>: 65 casos tuvieron valores de 0-1 ppm y tres estaban en valores de 4-5 ppm.

### Análisis estadístico

Se ha utilizado el contraste de Kolmogorov-Smirnov con la modificación de Lilliefors y los histogramas para establecer si las modificaciones posbroncodilatación en las variables espirométricas tenían una distribución gaussiana. Como la distribución de los incrementos para los índices de broncodilatación no ha sido gaussiana, se ha establecido como límite superior de broncodilatación el P<sub>95</sub>, estimándolo a partir de la muestra por interpolación. Se ha empleado el test de la t de Student (para las variables cualitativas) y la prueba de correlación de Pearson (para las variables cuantitativas) para analizar la relación

entre los incrementos de los parámetros y distintas variables como la edad y sexo.

## RESULTADOS

### Validación de la espirometría forzada

Para evaluar la fiabilidad y estabilidad de las medidas, se ha efectuado la prueba de broncodilatación en dos ocasiones diferentes separadas por 24 h, en una muestra de 50 niños del estudio (30 sanos y 20 con síntomas por encuesta relacionados con asma). El análisis estadístico se ha realizado mediante gráficos de dispersión de cada medida en las 2 pruebas y con el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman, ya que la distribución de los resultados de la prueba de broncodilatación no fue gaussiana (p > 0,200 en niños y p = 0,094 en niñas). Todas las variables de la prueba fueron repetibles en ambos grupos de modo similar. Los resultados en el grupo de 30 niños sanos fueron los siguientes: FVC previa (r = 0,976; p = 0,0001), FVC posbroncodilatación (r = 0,976; p = 0,0001); FEV<sub>1</sub> previo (r = 0,966; p = 0,0001); FEV<sub>1</sub> posbroncodilatación (r = 0,957; p = 0,0001); FEV<sub>1</sub>/FVC previo (r = 0,816; p = 0,0001); FEV<sub>1</sub>/FVC posbroncodilatación (r = 0,775; p = 0,0001); PEF previo (r = 0,895; p = 0,0001); PEF posbroncodilatación (r = 0,919; p = 0,0001); FEF<sub>25-75</sub> previo (r = 0,895; p = 0,0001) y FEF<sub>25-75</sub> posbroncodilatación (r = 0,821; p = 0,0001).

Al analizar la repetibilidad de los incrementos de los índices de la prueba de broncodilatación en el grupo de niños sanos, el FEV<sub>1</sub> tenía una buena estabilidad:

#### FEV<sub>1</sub>

Incremento en valor absoluto: r = 0,718, p = 0,0001.

Índice sobre el valor previo: r = 0,694, p = 0,0001.

Índice sobre el valor teórico: r = 0,710, p = 0,0001.

No hay relación significativa en el resto de los parámetros de los niños sanos:

#### FVC

Incremento en valor absoluto: r = 0,238, p = 0,205.

Índice sobre el valor previo: r = 0,276, p = 0,140.

Índice sobre el valor teórico: r = 0,295, p = 0,114.

#### FEV<sub>1</sub>/FVC

Incremento en valor absoluto: r = 0,318, p = 0,095.

Índice sobre el valor previo: r = 0,329, p = 0,076.

Índice sobre el valor teórico: r = 0,326, p = 0,078.

#### PEF

Incremento en valor absoluto: r = 0,079, p = 0,677.

Índice sobre el valor previo: r = 0,032, p = 0,866.

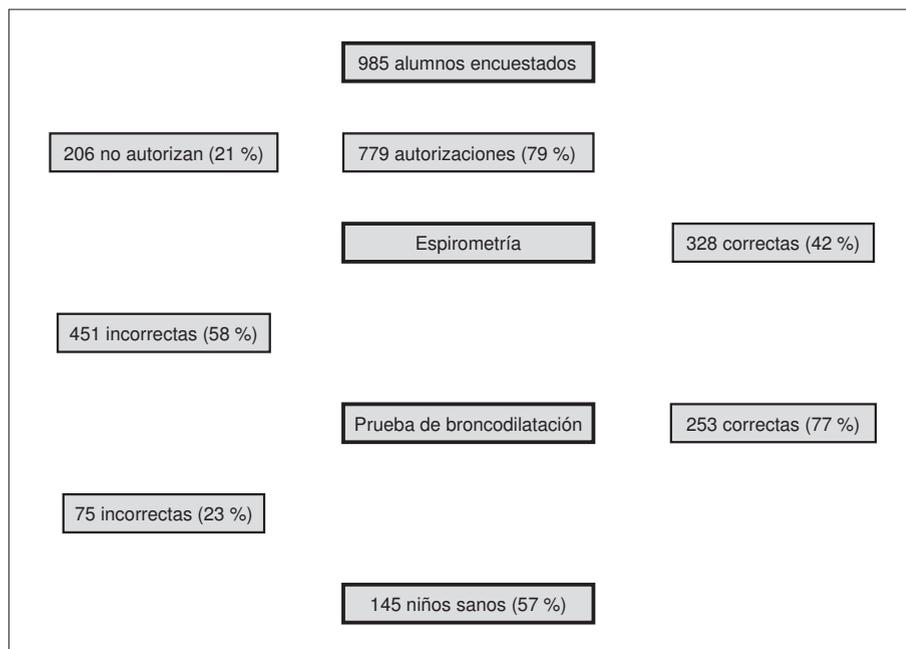
Índice sobre el valor teórico: r = 0,049, p = 0,796.

#### FEF<sub>25-75</sub>

Incremento en valor absoluto: r = 0,220, p = 0,243.

Índice sobre el valor previo: r = 0,256, p = 0,173.

Índice sobre el valor teórico: r = 0,286, p = 0,12.



**Figura 1.** Esquema general del proceso de selección de la muestra de estudio.

**TABLA 1.** Distribución de la muestra según edad y sexo

Grupos de edad (años)	Niños			Niñas			Número total (%)
	Número (%)	Talla (cm) media (DE)	Peso (kg) media (DE)	Número (%)	Talla (cm) media (DE)	Peso (kg) media (DE)	
7-8	18 (29,0)	131,6 (6,1)	29,9 (5,4)	15 (18,1)	130,6 (5,5)	27,4 (6,2)	33 (22,8)
9-10	18 (29,0)	142,9 (7,3)	37,3 (8,1)	26 (31,3)	138,7 (6,3)	34,3 (7,1)	44 (30,3)
11-12	22 (35,5)	153,0 (8,2)	45,4 (9,4)	23 (27,7)	152,6 (6,7)	42,9 (8,0)	45 (31,0)
13-14	4 (6,5)	164,6 (8,7)	56,8 (17,2)	19 (22,9)	159,6 (5,9)	53,3 (7,0)	23 (15,9)
<b>Total</b>	<b>62 (42,8)</b>			<b>83 (57,2)</b>			<b>145 (100,0)</b>

DE: desviación estándar.

**TABLA 2.** Espirometría basal: resultados expresados en porcentaje sobre el valor teórico

	Media (DE)	Mínimo	Máximo
FVC (%)	103,09 (11,92)	76,28	137,14
FEV <sub>1</sub> (%)	100,52 (11,41)	80,01	130,73
PEF (%)	101,61 (12,11)	80,88	142,11
FEF <sub>25-75</sub> (%)	97,29 (19,29)	59,92	145,8

FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo. FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25-75% de la FVC; DE: desviación estándar.

### Resultados generales

Se distribuyeron cuestionarios de salud a 985 familias de niños escolarizados. Dieron su consentimiento 779 (79%). Todos ellos contestaron al cuestionario y realizaron la espirometría basal. De éstos, 328 niños (42%) cumplieron los requisitos de aceptabilidad y reproducibilidad de la prueba, procediendo a realizar la prueba de bron-

codilatación, y cumplieron de nuevo los criterios espirométricos 253 sujetos (77%). En este grupo se catalogaron como sanos 145, muestra que constituye el motivo del estudio (fig. 1).

La muestra es homogénea por grupos de edad excepto para el grupo de 13-14 años que era algo menos numeroso (tabla 1). Se observó un mayor número de niñas (83) sobre niños (62). Los valores antropométricos según sexo (talla, peso e índice de masa corporal) se correspondieron con la población general. Los resultados de las variables espirométricas basales (tabla 2) fueron superponibles a los valores de referencia. El FEV<sub>1</sub> medio, expresado en porcentaje sobre el valor teórico, fue del 100,52%.

Los resultados de la prueba de broncodilatación se expresan en valor absoluto, en porcentaje sobre el valor previo y en porcentaje sobre el valor teórico (tabla 3). En valor absoluto, el FEV<sub>1</sub> tuvo un incremento medio de 90 ± 6 ml. El índice sobre el valor teórico (3,97 ± 2,65%) y el índice sobre el valor previo (3,99 ± 2,63) fueron muy similares, ya que se trataba de una muestra de población

sana con resultados espirométricos basales normales. Si los valores basales o previos fueran menores a los valores teóricos, el índice de broncodilatación referido a teóricos sería menor que el índice sobre el previo. Este mismo resultado se observa al aplicar la distribución en percentiles a los resultados de la prueba de broncodilatación (tablas 4 y 5), donde el 95% de la población tiene una prueba de broncodilatación menor de 8,43% en relación al previo y menor de 8,87% en relación al teórico. Por el contrario, hay una diferencia sensible en los resultados en relación al sexo (tablas 6 y 7). Los varones presentan un nivel de broncodilatación algo mayor que las niñas, como se observa en el P<sub>95</sub>: 10,07% en niños y 8,36% en niñas (sobre el previo,  $p = 0,495$ ) y 10,12% en niños y 7,76% en niñas (sobre el valor teórico,  $p = 0,279$ ).

## DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue establecer los intervalos de normalidad en niños sanos para los índices de broncodilatación de las variables de la espirometría forzada respecto al valor basal o previo a la aplicación del broncodilatador y respecto al valor teórico, pretendiendo obtener un límite de forma que el 95% de los niños sanos se encontraran por debajo del mismo. Los resultados se han obtenido sobre una muestra de 145 niños sanos de 7 a 14 años. El tamaño muestral del estudio ( $n = 145$ ), con una estimación definitiva de la DE de 2,65% y un error de precisión en la estimación de la media poblacional de  $\pm 0,43\%$  con un IC 95%, cumple ampliamente los objetivos marcados.

En todos los casos analizados, el FEV<sub>1</sub> basal fue igual o superior al 80% del valor teórico para asegurar una función pulmonar basal normal, y el PEF igual o superior al 80% para establecer un esfuerzo espiratorio adecuado en la maniobra de espirometría forzada. La encuesta de salud, los niveles de CO, la fiabilidad de la espirometría forzada en su análisis intraindividual y los límites establecidos para el FEV<sub>1</sub> y el PEF, garantizan el grupo poblacional que se ha estudiado como población sana capaz de realizar la espirometría forzada de acuerdo con las normativas actuales. Así, los valores basales obtenidos son muy similares a los comunicados en España por Morato et al<sup>11</sup> en niños sanos.

TABLA 3. Resultados de la prueba de broncodilatación

Variable	Incremento en valor absoluto media (DE)	Incremento sobre el valor previo media (DE)	Incremento sobre el valor teórico media (DE)
FVC (l)	0,04 (0,08)	1,48 (3,07)	1,50 (3,14)
FEV <sub>1</sub> (l)	0,09 (0,06)	3,99 (2,63)	3,97 (2,65)
PEF (l/min)	12,73 (17,04)	4,31 (5,61)	4,25 (5,56)
FEF <sub>25-75</sub> (l/min)	0,40 (0,23)	15,33 (10,39)	13,97 (8,56)

FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo; FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25-75% de la FVC; DE: desviación estándar.

TABLA 4. Índices de broncodilatación expresados en percentiles

Índice de broncodilatación	Incremento sobre el valor previo		Incremento sobre el valor teórico	
	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>
FVC (l)	6,80	10,42	6,77	9,98
FEV <sub>1</sub> (l)	8,43	10,14	8,87	10,25
PEF (l/min)	14,77	16,48	14,24	15,17
FEF <sub>25-75</sub> (l/min)	31,54	38,59	26,55	30,56

FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo; FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25-75% de la FVC.

TABLA 5. Prueba de broncodilatación. Distribución de incrementos de FEV<sub>1</sub> en percentiles

Incremento FEV <sub>1</sub> (l)	P <sub>2,5</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>	Mediana
Respecto al valor previo	0,00	8,43	10,14	3,79
Respecto al valor teórico	0,00	8,87	10,25	3,5

FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

En este estudio, al igual que en el de Casan et al<sup>5</sup>, se eligió un fármaco (salbutamol) y una dosis (0,2 mg) según las recomendaciones de la SEPAR<sup>1</sup>, y una forma de dispensación del fármaco que permitiera disminuir en lo posible la variabilidad en el depósito pulmonar, utilizando una cámara de inhalación de pequeño volumen (350 ml) con doble válvula unidireccional y de baja re-

TABLA 6. Prueba de broncodilatación. Distribución por sexo

Variable	Niños		Niñas	
	Incremento sobre el valor previo media (DE)	Incremento sobre el valor teórico media (DE)	Incremento sobre el valor previo media (DE)	Incremento sobre el valor teórico media (DE)
FVC (l)	1,01 (3,22)	1,01 (3,28)	1,82 (2,93)	1,86 (3,00)
FEV <sub>1</sub> (l)	4,16 (2,93)	4,25 (2,98)	3,86 (2,39)	3,77 (2,38)
PEF (l/min)	4,62 (5,78)	4,49 (5,66)	4,09 (5,50)	4,07 (5,51)
FEF <sub>25-75</sub> (l/min)	17,51 (11,67)	15,72 (9,51)	13,70 (9,07)	12,66 (7,57)

FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo; FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25-75% de la FVC; DE: desviación estándar.

TABLA 7. Prueba de broncodilatación. Distribución por sexos en percentiles

Variable	Niños				Niñas			
	Incremento sobre el valor previo		Incremento sobre el valor teórico		Incremento sobre el valor previo		Incremento sobre el valor teórico	
	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>
FVC (l)	5,77	12,15	5,45	11,90	7,21	10,19	7,88	10,15
FEV <sub>1</sub> (l)	10,07	11,52	10,12	12,11	8,36	9,19	7,76	10,04
PEF (l/min)	15,09	17,01	15,01	15,18	14,77	16,85	13,98	17,42
FEF <sub>25-75</sub> (l/min)	33,07	49,04	29,91	38,48	30,01	39,37	25,58	28,0

FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo; FEF<sub>25-75</sub>: flujo espiratorio forzado entre el 25-75% de la FVC.

TABLA 8. Comparación de los resultados en los diferentes estudios publicados

Autor	Número (edad)	P <sub>95</sub>	P <sub>97,5</sub>	Media niños (DE)	Media niñas (DE)	Total media (DE)
Dalen y Kjellman, 1979 <sup>6</sup>	62 (7-16)			3,6 (2,3)	3,5 (2,7)	
Ekwo et al, 1983 <sup>7</sup>	182 (6-12)					1,34 (0,4)
Casan et al, 1983 <sup>5</sup>	492 (6-20)		11 %			3,3 (3,4)
Dales et al, 1988 <sup>3</sup>	247 (7-11)	9 %				1,8 (4,0)
Lis y Haluszka, 1991 <sup>8</sup>	225 (8-16)					2,72 (3,58)
Pardos, 2002	145 (7-14)	8,87 %	10,25 %	4,25 (2,98)	3,77 (2,38)	3,97 (2,65)

DE: desviación estándar.

sistencia (Babyhaler®), ya que, teniendo en cuenta que el volumen corriente en el niño es 8-10 ml/kg, con una o dos inspiraciones todos los niños del estudio serían capaces de vaciar totalmente la cámara espaciadora. Hay estudios que confirman que la dosis dispensada por la cámara Babyhaler® es similar a la cámara Volumatic®<sup>13</sup>. El intervalo de 15 min entre la inhalación del fármaco y la realización de la espirometría posbroncodilatación se estableció basándose en los estudios realizados para obtener respuestas significativas con estimulantes  $\beta_2$ -agonistas de acción corta<sup>3,14-17</sup> y es igual al empleado en otras investigaciones similares<sup>5,18-21</sup>.

La espirometría basal y la espirometría posbroncodilatación deben cumplir los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad. La medida posbroncodilatación será imposible de interpretar si la espirometría basal no es reproducible<sup>22</sup>. Por ello, tanto en la espirometría basal como en la posbroncodilatación se han seguido estrictamente los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad de la ATS<sup>10</sup> y de la SEPAR<sup>1</sup>, salvo en el criterio referente al tiempo espiratorio que se ha admitido fuera igual o superior a 3 s, al igual que consideran otros autores<sup>23</sup>, debido a la dificultad que tienen los niños de alcanzar una duración de la espiración de 6 s o más durante la maniobra espiratoria forzada.

El cumplimiento estricto de la normativa sobre espirometría fue uno de los motivos por los que sólo el 42% de los 779 niños iniciales realizaron correctamente la espirometría basal; y que, de éstos, el 77% realizaran también correctamente la espirometría posbroncodilatación.

Al igual que Dales et al<sup>3</sup> y Casan et al<sup>5</sup> se ha optado por utilizar percentiles para establecer los intervalos de normalidad, aunque las desviaciones de normalidad no son elevadas. El suponer una distribución gaussiana al test de broncodilatación conlleva a error. Así, puede señalarse que el 95% de los niños sanos tendrán unos valores de broncodilatación inferiores al valor de este P<sub>95</sub>. Entendemos, igual que han expresado Brand et al<sup>23</sup>, que la reversibilidad de la obstrucción de las vías respiratorias en respuesta al salbutamol inhalado mediante aerosol dosificador presurizado y cámara espaciadora es una variable continua y no dicotómica, y que cualquier punto de corte para dar una respuesta broncodilatadora como positiva es por lo tanto arbitrario. Desde el punto de vista de la práctica clínica, el establecer un nivel de corte que tenga por debajo de él al 95% de los niños sin la enfermedad que se pretende detectar se considera adecuado.

Los resultados obtenidos en el P<sub>95</sub> de un incremento de FEV<sub>1</sub> del 8,87% sobre el teórico o del 8,43% sobre el valor previo son prácticamente idénticos a los encontrados por Dales et al<sup>3</sup> en 247 niños de 7 a 11 años de edad (incremento del 9% sobre el valor teórico). También, al igual que estos autores, se han encontrado diferencias en la respuesta broncodilatadora en relación al sexo, con resultados en los niños más altos que en las niñas, sin tener valor estadístico. Si se comparan nuestros resultados con los obtenidos por Casan et al<sup>5</sup>, estos autores encuentran en el P<sub>97,5</sub> un valor del 11% de incremento de FEV<sub>1</sub> sobre el valor previo. En nuestro estudio, este valor fue del 10,14%, siendo muy similar al encontrado por ellos (tabla 8).

Si se considera la media y la DE del índice de broncodilatación de FEV<sub>1</sub> sobre el valor previo, nuestros resultados ( $3,99 \pm 2,63\%$ ) son similares a los obtenidos por Dalen et al<sup>6</sup> en 62 niños sanos ( $3,6 \pm 2,3\%$  en niños;  $3,5 \pm 2,7\%$  en niñas) y por Casan et al<sup>5</sup> en 492 niños y adolescentes sanos ( $3,3 \pm 3,4\%$ ). En cambio, no coinciden con los resultados reseñados por Ekwo et al<sup>7</sup> ( $1,34 \pm 0,4\%$ ) ni por Dales et al<sup>3</sup> ( $1,4 \pm 4\%$ ), este último en relación al valor teórico. En un término medio se encuentran los resultados de Lis y Haluszka<sup>8</sup>, realizados en 225 escolares sanos de 8 a 16 años ( $2,72 \pm 3,58\%$ ).

Pellicer et al<sup>18</sup> han analizado 64 adultos sanos empleando la misma metodología que la utilizada por nosotros (0,2 mg de salbutamol y espirometría posbroncodilatación a los 15-20 min), y obtienen valores medios del índice de broncodilatación de FEV<sub>1</sub> sobre el valor teórico de  $3,61 \pm 3,12\%$  muy similares a los nuestros ( $3,97 \pm 2,65\%$ ). Esto sugiere que cuando se utiliza la misma metodología la respuesta broncodilatadora es similar en niños y en adultos.

En relación al sexo, se observó que los niños broncodilatan más que las niñas, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Por edades, no se observaron diferencias significativas en los parámetros espirométricos.

En conclusión, para considerar el test de broncodilatación positivo la respuesta broncodilatadora debe ser igual o superior al 9%, tanto en el índice sobre el previo como sobre el valor teórico, siendo este último el que mejor expresa el resultado de la respuesta, ya que no depende del grado de limitación del flujo aéreo intrapulmonar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Sanchís J, Casan P, Castillo J, González N, Palenciano L, Roca J. Normativa para la práctica de la espirometría forzada. Arch Bronconeumol 1989;25:132-42.
- American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. Am Rev Respir Dis 1987;136:225-44.
- Dales RE, Spitzer WO, Tousignant P, Schechter M, Suissa S. Clinical interpretation of airway response to a bronchodilator. Epidemiologic considerations. Am Rev Respir Dis 1988;138:317-20.
- Quanjer PHH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report working party standardization of lung function tests European Community for Steel and Coal. Eur Respir J 1993;6(16 Suppl): 5s-40s.
- Casan P, Roca J, Sanchís J. Spirometric response to a bronchodilator. Reference values for healthy children and adolescents. Bull Europ Physiopath Resp 1983;19:567-9.
- Dalen G, Kjellman B. Assessment of lung function on healthy children using an electronic spirometer and an air-flowmeter before and after inhalation of an adrenergic receptor stimulant. Acta Paediatr Scand 1979;68:103-8.
- Ekwo EE, Weinberger MM, Dusdieker LB, Huntley WH, Rodgers P, Maxwell GA. Airways responses to inhaled isoproterenol in normal children. Am Rev Respir Dis 1983;127:108-9.
- Lis G, Haluszka J. Standards in evaluating the test of obstruction reversibility based on the flow-volume curves. Pneumonol Alergol Pol 1991;59:20-4.
- Taussig LM, Chernick V, Wood R, Farrell Ph, Mellins RB. Standardization of lung function testing in children. Proceedings and recommendations of the GAP conference committee, Cystic Fibrosis Foundation. J Pediatr 1980;97:668-76.
- American Thoracic Society. Standardization of spirometry-1987 Update. Am Rev Respir Dis 1987;136:1285-98.
- Morato MD, González Pérez-Yarza E, Empananza JI, Pérez A, Aguirre A, Delgado A. Valores espirométricos en niños sanos de un área urbana de la Comunidad Autónoma Vasca. An Esp Pediatr 1999;51:17-21.
- Jarvis MJ, Tunstall-Pedoe H, Feyerabend C, Vesey C, Sallojee Y. Comparison of test used to distinguish smokers. Am J Pub Health 1978;77:1435-8.
- Dubus JC, Dolovich M. Emitted doses of salbutamol pressurized metered-dose inhaler from five different plastic spacer devices. Fundam Clin Pharmacol 2000;14:219-24.
- Waalkens HJ, Merkus PJFM, Van Essen-Zandvliet EEM, Brand PLP, Gerritsen J, Duiverman EJ, et al, and the Dutch CNSLD study group. Assessment of bronchodilator response in children with asthma. Eur Respir J 1993;6:645-51.
- Light RW, Conrad SA, George RB. Clinical significance of pulmonary function tests. The one best test for evaluating the effects of bronchodilator therapy. Chest 1977;72:512-6.
- Shim C. Response to bronchodilators. Clin Chest Med 1989;10: 155-64.
- Quezada A, Mallol J, Moreno J, Rodríguez J. Effect of different inhaled bronchodilators on recovery from methacholine-induced bronchoconstriction in asthmatic children. Pediatr Pulmonol 1999;28:125-9.
- Pellicer C, Perpiñá M, De Diego A, Macián V. Aportación del test broncodilatador al estudio de la reversibilidad bronquial. Arch Bronconeumol 1994;30:492-7.
- Bridge PD, Lee H, Silverman M. A portable device based on the interrupter technique to measure bronchodilator response in schoolchildren. Eur Respir J 1996;9:1368-73.
- Linna O. Spirometry, bronchodilator test or symptom scoring for the assessment of childhood asthma. Acta Paediatr 1996;85: 564-9.
- Thiadens HA, De Bock GH, Van Houwelingen JC, Dekker FW, De Waal MWM, Springer MP, et al. Can peak expiratory flow measurement reliably identify the presence of airway obstruction and bronchodilator response as assessed by FEV<sub>1</sub> in primary care patients presenting with a persistent cough? Thorax 1999;54:1055-60.
- Ruppel GL. Spirometry. Respir Care Clin North Am 1997;3: 155-81.
- Brand PL, Quanjer PH, Postma DS, Kerstjens HAM, Koëter GH, Dekhuijzen PNR, et al, and the Dutch CNSLD study group. Interpretation of bronchodilator response in patients with obstructive airways disease. Thorax 1992;47:429-36.