

# Valores espirométricos en niños sanos de un área urbana de la Comunidad Autónoma Vasca\*

M<sup>a</sup>.D. Morato Rodríguez<sup>1</sup>, E. González Pérez-Yarza<sup>2</sup>, J.I. Emparanza Knörr<sup>3</sup>, A. Pérez Legorburu<sup>1</sup>, A. Aguirre Conde<sup>1</sup>, A. Delgado Rubio<sup>1</sup>

**Resumen.** *Objetivo:* Obtener valores espirométricos de referencia para niños. *Material y Métodos:* Estudio transversal en niños de ambos sexos, de siete a 14 años de edad, no fumadores y sanos (según cuestionario y examen físico). Se calculó una muestra de 657 sujetos de acuerdo con las desviaciones estándar de la altura de cada grupo de edad y sexo. Las unidades de muestreo seleccionadas aleatoriamente fueron los colegios. Determinaciones realizadas: edad, sexo, peso, talla, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEF, FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub> y FEF<sub>75</sub> y FEF<sub>25-75</sub>. La espirometría forzada se efectuó según normativa ATS con un aparato MasterScreen (mod. 4.10.b, Jaeger, Alemania). Se realizó estudio estadístico descriptivo, prueba de normalidad y modelización mediante regresión lineal. *Resultados:* sobre 765 sujetos estudiados (415 niños y 350 niñas) las variables espirométricas no presentan una distribución gaussiana que se establece tras transformación logarítmica neperiana. Las variables espirométricas se relacionan con la edad, el peso y la talla. Si a éstas se asocia el sexo, mejora la relación. La mejor asociación es talla y sexo. Las ecuaciones obtenidas sólo son válidas para la FVC y el FEV<sub>1</sub>: para niños, ln FVC (L) = -1,968 + 0,020 altura y ln FEV<sub>1</sub> (L) = -1,831 + 0,018 altura; para niñas, ln FVC (L) = -1,879 + 0,019 altura y ln FEV<sub>1</sub> (L) = -1,809 + 0,018 altura [R<sup>2</sup> = 0,893; 0,891; 0,868 y 0,871 respectivamente]. Conclusiones: se han establecido valores de referencia de la espirometría forzada para nuestra población infantil, cumpliendo las normativas vigentes en la actualidad.

*An Esp Pediatr 1999;51:17-21.*

**Palabras clave:** Valores de referencia. Curvas flujo-volumen. Espirometría forzada. Niños.

## SPIROMETRIC VALUES IN HEALTHY CHILDREN OF A SPANISH CITY

**Abstract.** *Objective:* Our objective was to obtain spirometric reference values for children.

*Patients and methods:* We performed a transversal study in schools in Bilbao of children of both sexes that were between 7 and 14 years of age, non-smokers and healthy (according to a questionnaire and physical examination). A sample of 657 subjects was calculated based on the standard deviations of height for each sex and age group. The sample units were the schools and they were selected randomly. The following data were collected: age, sex, weight, height, FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, PEF, FEF<sub>25</sub>, FEF<sub>50</sub>, FEF<sub>75</sub> and FEF<sub>25-75</sub>. Forced spirometry was carried out according to the ATS guidelines by using a MasterScreen model

<sup>1</sup>Servicio de Pediatría. Hospital Basurto. Bilbao. <sup>2</sup>Sección de Neumología Infantil. Hospital Aránzazu. San Sebastián. <sup>3</sup>Unidad de Epidemiología Clínica e Investigación. Hospital Aránzazu. San Sebastián.

*Correspondencia:* María Dolores Morato Rodríguez. Plaza Pinondo, nº 11, 1ºA. 48200 Durango (Vizcaya)

\*Trabajo financiado en parte, mediante una Beca de Investigación de la Sociedad Vasca de Patología Respiratoria (SVPAR).

*Recibido:* Enero 1999

*Aceptado:* Abril 1999

4.10.b (Jaeger, Germany). A descriptive statistical study was performed, as well as a normality test and linear regression.

*Results:* We studied 765 subjects (415 boys and 350 girls). The natural logarithm of the spirometric variables was taken to obtain a Gaussian distribution. These variables were related to age, weight and height. The relationship improved when associated with sex, with the best association being between height and sex. The equations obtained were only valid for FVC and FEV<sub>1</sub>, and were as follows: in boys FVC (L) = -1.968 + 0.020 height and FEV<sub>1</sub> (L) = -1.831 + 0.018 height and for girls FVC (L) = -1.879 + 0.019 height and FEV<sub>1</sub> (L) = -1.809 + 0.018 height [R<sup>2</sup> = 0.893, 0.891, 0.868 and 0.871, respectively].

*Conclusions:* The pediatric reference values for forced spirometry were established for our population, complying with the current applicable guidelines.

**Key words:** Reference values. Flow-volume curve. Spirometry. Children.

## Introducción

La espirometría forzada es la técnica básica para el estudio de la función pulmonar en el niño, debido a sus características técnicas y metodológicas. Para su interpretación son necesarios unos valores de referencia, obtenidos en población sana, no fumadora<sup>(1)</sup>. Dada la gran variabilidad de las pruebas funcionales respiratorias<sup>(2,3)</sup> resulta difícil establecer estos valores. Por ello existen múltiples trabajos de investigación al respecto, sobre todo extranjeros. En España, Cobos y Liñán<sup>(4)</sup> en 1984 obtuvieron valores de referencia pediátricos para aquellos años y Casan<sup>(5)</sup> presentó también en el mismo año valores obtenidos en una muestra entre seis y 20 años. Este último trabajo fue recomendado como referencial por la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR)<sup>(6)</sup>. La mayoría de los laboratorios de función pulmonar utilizan como referencia de la normalidad los valores que Zapletal publicó en 1982<sup>(7)</sup>. Recientemente, Quanjer<sup>(8)</sup> ha comunicado unos valores sumariales para niños y adolescentes de raza caucásica, recopilando los resultados de seis investigaciones realizadas en diferentes países, entre ellas la efectuada por Casan en España<sup>(5)</sup>; aproximadamente la mitad de la muestra estudiada está constituida por sujetos entre 15 y 21 años de edad.

Tanto la SEPAR<sup>(6)</sup>, como la Sociedad Europea de Neumología (ERS)<sup>(1)</sup> y la Sociedad Americana del Tórax (ATS)<sup>(2)</sup> han aconsejado reiteradamente que se utilicen valores obtenidos en la población donde luego se aplicarán. Esta recomendación nos ha llevado a realizar esta investigación, siendo el objetivo de la misma la obtención de valores de referencia pediátricos de la espirometría forzada para su aplicación en nuestra población.

## Material y métodos

Estudio transversal llevado a cabo durante los meses de septiembre y octubre de 1996 en centros escolares del municipio de Bilbao. Los sujetos del estudio fueron niños sanos y no fumadores de ambos sexos de siete a 14 años de edad (ambos incluidos). Se consideraron sanos, si cumplían los siguientes criterios basados en los de la GAP conferencia<sup>(9)</sup> (determinados por cuestionario y examen físico): ausencia de diagnóstico actual o durante las seis semanas previas de neumonía, bronconeumonía, neumonitis, tuberculosis, bronquitis, traqueítis o laringitis; ausencia en la actualidad o durante las tres semanas previas de rinitis, catarro, resfriado común o gripe; ausencia en la actualidad (últimos doce meses) o en el pasado de asma bronquial, bronquitis asmática, broncoespasmo, respiración silbante o silbidos en el pecho con el ejercicio y/o resfriados; menos de dos episodios de bronquiolitis durante los dos primeros años de vida; ausencia de enfermedad respiratoria crónica, como rinitis alérgica, fibrosis quística, estenosis laríngea crónica, bronquiectasias, bronquitis crónica, etc.; ausencia de anomalía congénita del aparato respiratorio; ausencia de antecedente de cirugía torácica; ausencia de alteraciones importantes de la columna vertebral, tales como cifosis o escoliosis, así como ausencia de deformidades esqueléticas torácicas; ausencia de enfermedad neuromuscular, insuficiencia renal, enfermedad cardiovascular, enfermedades sistémicas con afectación pulmonar u otras enfermedades crónicas con repercusión en el estado general de salud; ausencia de obesidad severa. Se entendió por no-fumadores a todos los menores de 11 años de edad y a los mayores que contestaron (a un formulario que se les presentó en el colegio) no haber fumado nunca, o si lo habían hecho no sobrepasar de 40 cigarrillos en total en su vida<sup>(10)</sup>.

La unidad de muestreo fue un colegio. De un total de 20 que cumplían el requisito de impartir enseñanza primaria y secundaria, se seleccionaron aleatoriamente los necesarios para completar la muestra prevista de 657 niños (tres centros). El tamaño muestral se calculó de acuerdo con las desviaciones estándar de la altura de cada grupo de edad y sexo<sup>(11)</sup>. El nivel de confianza adoptado fue del 95% y la precisión absoluta a ambos lados de la media de dos centímetros. Se consideró una pérdida del 15% y se realizó el cálculo en base a la población infantil (con edades comprendidas entre siete y 14 años) de Vizcaya durante 1995. En los colegios seleccionados, a todos los alumnos de los cursos comprendidos entre 2º de enseñanza primaria y 1º de BUP, FP, etc., ambos incluidos, se les entregó un sobre dirigido a los padres o tutores con información sobre el estudio, un impreso para otorgar el consentimiento y una encuesta sobre la salud del niño. Tras seleccionar a los sujetos del estudio se recogió la edad, el sexo, el peso, la talla y las variables espirométricas derivadas del asa espiratoria de cada individuo (capacidad vital forzada, FVC) (volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FEV<sub>1</sub>) (relación FEV<sub>1</sub>/FVC) (flujo espiratorio máximo, PEF) (flujo espiratorio forzado tras espirar el 25% de la FVC, FEF<sub>25</sub>) (flujo espiratorio forzado tras espirar el 50% de la FVC, FEF<sub>50</sub>) (flujo espiratorio forzado tras espirar el 75% de la FVC, FEF<sub>75</sub>) (flujo

Tabla I Muestra estudiada

Edad	Niños	Niñas	Total
6	7	4	11
7	33	42	75
8	40	30	70
9	45	35	80
10	44	39	83
11	54	57	111
12	46	53	99
13	70	53	123
14	76	37	113
Total	415	350	765

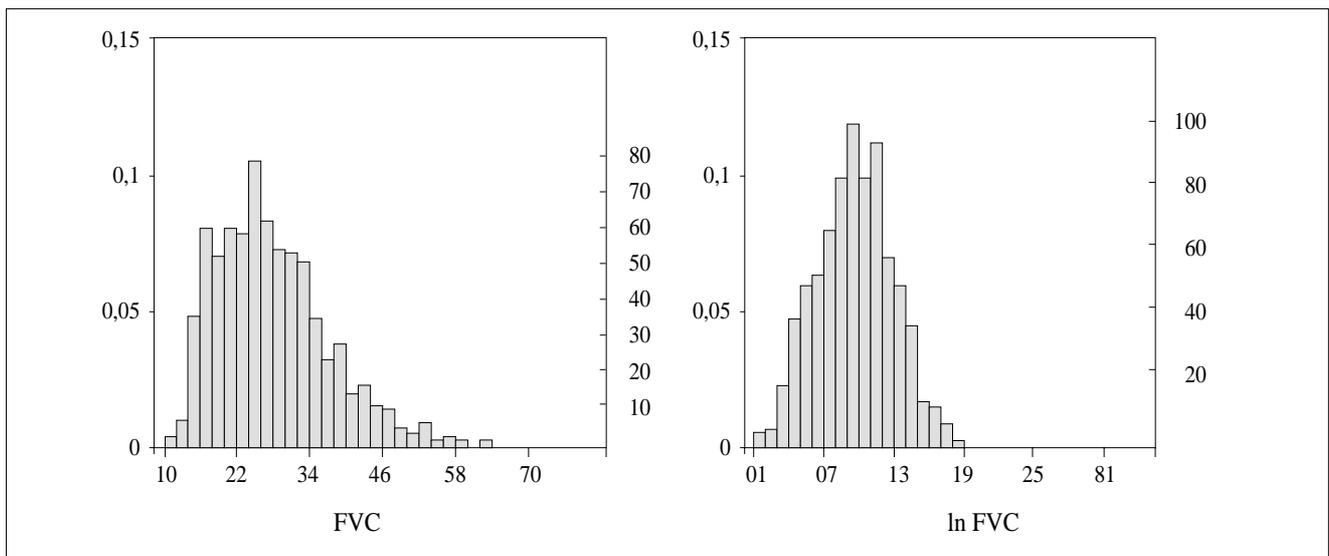
espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la FVC, FEF<sub>25-75</sub>).

Para la realización de la espirometría forzada por un mismo técnico, se utilizó un aparato MasterScreen modelo 4.10.b (Jaeger, Alemania) que acoplaba un neumotacómetro tipo Lilly y un ordenador portátil. Diariamente, además de los procedimientos de autocalibración, tras introducir las condiciones ambientales, se realizó calibración de volumen con una jeringa de un litro (al inicio de cada día y cada cuatro horas). La maniobra de espirometría forzada se efectuó con el sujeto sentado, con pinzas nasales y cumpliendo la normativa de la ATS<sup>(12)</sup> y SEPAR<sup>(6)</sup>. Dicha normativa (incluidos los criterios de aceptabilidad y de reproducibilidad del estudio espirométrico) estaba incluida en el programa de ordenador y gracias a un sistema de alarmas se tenía conocimiento del cumplimiento o no de la misma. Así mismo, al disponer de registro gráfico de la curva flujo-volumen durante y después de la realización de la prueba, el técnico podía valorar si se efectuaba correctamente. El cumplimiento de la normativa fue riguroso, excepto en el tiempo espiratorio mínimo exigido, puesto que en niños se aceptan tiempos menores<sup>(13,14)</sup>. El análisis estadístico realizado fue estadística descriptiva, prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov extensión Lilliefors) y modelización mediante regresión lineal.

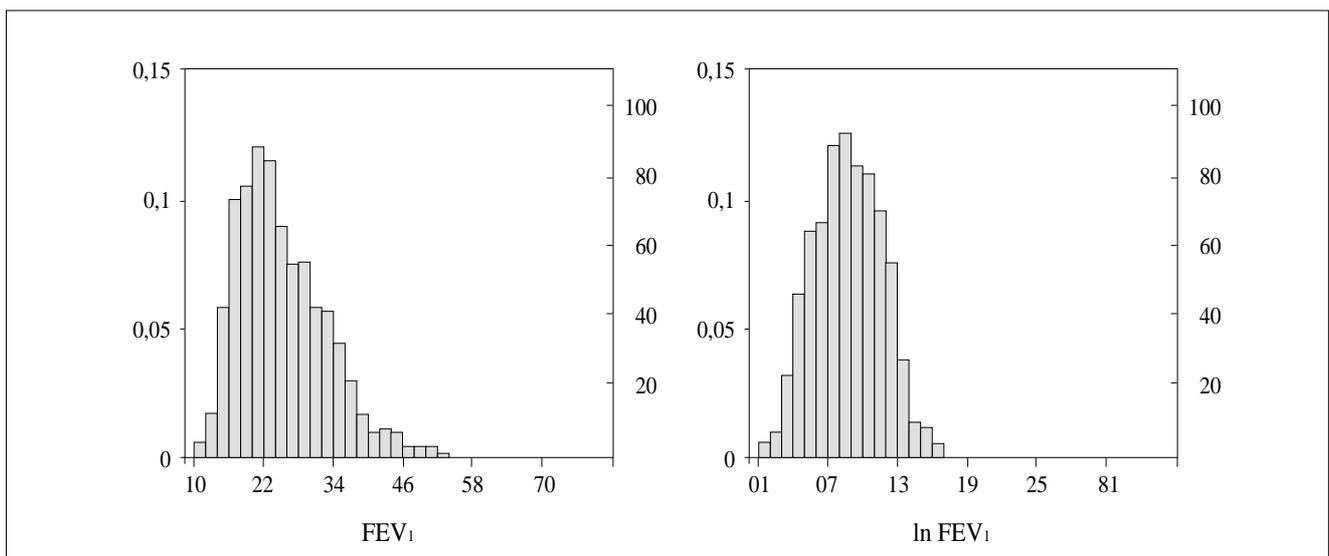
## Resultados

Se entregaron un total de 2.495 encuestas. Aceptaron participar en la investigación y cumplimentaron la encuesta 1.817 (72,83%) y no respondió el 27,17%. Finalmente se obtuvo una muestra con 765 niños que cumplían los requisitos requeridos para participar en el estudio. La edad y el sexo de los mismos se recogen en la tabla I. Los 415 niños estudiados tenían alturas comprendidas entre 114 y 186 cm y las 350 niñas entre 116 y 175 cm.

Al aplicar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov de una vía (modificación Lilliefors) a las variables espirométricas, se comprobó que no tenían una distribución gaussiana, lográndose ésta tras transformación en logaritmo neperiano de las mismas. Es por esto que se trabajó con las variables transformadas. En la figura 1 se observan las representaciones para la FVC y en la figura 2 para el FEV<sub>1</sub>. Se realizó la modelización de



**Figura 1.** A la izquierda aparece la distribución no normal de la FVC y a la derecha la distribución gaussiana de la misma tras transformación logarítmica.



**Figura 2.** A la izquierda aparece la distribución no normal del FEV<sub>1</sub> y a la derecha la distribución gaussiana del mismo tras transformación logarítmica.

los parámetros espirométricos mediante regresión lineal simple. Como variables independientes u explicativas se emplearon la talla, la edad y el peso tras comprobar que se asociaban de forma estadísticamente significativa con las variables dependientes o espirométricas (ANOVA,  $p < 0,01$ ). Estas últimas se utilizaron, tanto tras transformación logarítmica neperiana, como sin ella. En el primer caso se obtuvo una distribución homocedástica (la varianza era siempre la misma) que seguía una línea recta, mientras que en el segundo estas condiciones no se cumplían.

En la tabla II se pueden ver los coeficientes de determinación o  $R^2$ , que son la proporción de la varianza total de las variables dependientes o espirométricas, que se explica por las dis-

tintas ecuaciones de regresión lineal simple. Los valores de  $R^2$  son más altos cuando se introduce la talla como variable independiente o explicativa en la ecuación, si se comparan con los del peso o los de la edad. Sin embargo, esta ecuación con la variable independiente talla sólo tiene una capacidad explicativa válida para las variables dependientes FVC y FEV<sub>1</sub> (valores de  $R^2$  superiores a 0,8).

Se realizó regresión lineal múltiple con talla, edad y peso como variables independientes, pero no mejoró la capacidad predictora de la regresión lineal simple con variable talla. Se efectuó análisis de la covarianza entre variables antropométricas y

Tabla II R<sup>2</sup> de las diferentes ecuaciones de regresión lineal simple

Variables dependientes	Variables independientes		
	Edad	Peso	Talla
ln FVC	0,727	0,773	0,860
ln FEV <sub>1</sub>	0,739	0,751	0,878
ln FEV <sub>1</sub> /FVC	0,105	0,093	0,117
ln PEF	0,590	0,566	0,686
ln FEF <sub>25</sub>	0,484	0,485	0,567
ln FEF <sub>50</sub>	0,433	0,463	0,493
ln FEF <sub>75</sub>	0,240	0,270	0,296
ln FEF <sub>25-75</sub>	0,437	0,464	0,509

sexo. La mejor asociación fue talla y sexo. En este último caso se obtuvieron unos valores de R<sup>2</sup> de las ecuaciones predictoras del ln FVC y del ln FEV<sub>1</sub> de 0,882 y 0,887 respectivamente. De esta forma quedó demostrada la conveniencia de confeccionar ecuaciones separadas para cada sexo. Por último, se probó si la talla expresada en ln mejoraba los resultados previos, estableciéndose que no lo hacía.

Por todo lo indicado anteriormente, se seleccionaron unas ecuaciones con el logaritmo neperiano de la variable dependiente, con la talla como única variable independiente y separadas para cada sexo por ser las de mayor capacidad explicativa. Sin embargo, su capacidad predictora únicamente es aceptable en el caso de la FVC y el FEV<sub>1</sub>. Dichas ecuaciones son las siguientes:

Para niños,  $\ln FVC = -1,968 + 0,020 \text{ talla (cm)}$  R<sup>2</sup>= 0,893  
 $\ln FEV_1 = -1,831 + 0,018 \text{ talla (cm)}$  R<sup>2</sup>= 0,868

Para niñas,  $\ln FVC = -1,879 + 0,019 \text{ talla (cm)}$  R<sup>2</sup>= 0,893  
 $\ln FEV_1 = -1,809 + 0,018 \text{ talla (cm)}$  R<sup>2</sup>= 0,871

## Discusión

Las ecuaciones predictoras que hemos obtenido son útiles para su aplicación en niños españoles de ambos sexos y edades comprendidas entre siete y 14 años (ambas incluidas), puesto que éstas son las características de la muestra estudiada. Dichas ecuaciones únicamente son válidas para predecir la FVC y el FEV<sub>1</sub>, ya que solamente en estos casos explican más del 80% de la varianza total de la variable espirométrica. Este mismo resultado han obtenido otros autores que han publicado sobre valores de referencia de la espirometría forzada.<sup>(1)</sup> Es por esto que solamente aportamos las ecuaciones para la FVC y el FEV<sub>1</sub>. Además como indica Quadrelli<sup>(15)</sup> se puede definir el patrón espirométrico utilizando la FVC, el FEV<sub>1</sub> y la relación FEV<sub>1</sub>/FVC.

Se ha comparado nuestra investigación con otros trabajos publicados. En España, los doctores Cobos y Liñán (1984)<sup>(4)</sup> estudiaron 205 sujetos voluntarios de ambos sexos, de edades comprendidas entre cinco y 15 años y residentes en la provincia de Barcelona. El análisis estadístico que realizaron fue muy limitado. El doctor Casan<sup>(5)</sup> presentó el mismo año una investigación

Tabla III Comparación del ajuste matemático de las ecuaciones predictoras de la FVC

Autor	Año	Sexo	R <sup>2</sup>
Schwartz	1988	V + H	0,641
Pistelli	1992	V + H	0,655
Chinn	1992	V	0,690
		H	0,670
Quanjer	1995	V	0,927
		H	0,876
Morato	1998	V	0,893
		H	0,868

Tabla IV Comparación del ajuste matemático de las ecuaciones predictoras del FEV<sub>1</sub>

Autor	Año	Sexo	R <sup>2</sup>
Schwartz	1988	V + H	0,616
Pistelli	1992	V + H	0,603
Chinn	1992	V	0,690
		H	0,670
Quanjer	1995	V	0,913
		H	0,875
Morato	1998	V	0,891
		H	0,871

realizada también en Barcelona sobre una muestra seleccionada de forma no aleatoria de 532 niños de ambos sexos y edades entre seis y 20 años. Trabajo que se realizó cumpliendo la normativa de la ATS de 1979,<sup>(16)</sup> normativa que se actualizó posteriormente en 1987<sup>(12)</sup> y ha sido revisada de nuevo en 1994.<sup>(13)</sup> Como se ha señalado en la introducción, existen múltiples publicaciones extranjeras sobre valores de referencia de la espirometría forzada para niños. Estos valores extranjeros no son útiles en nuestro medio dadas las diferencias poblacionales existentes.

Se han comparado los coeficientes de determinación o R<sup>2</sup> de nuestras ecuaciones con los de otras publicaciones constatándose que nuestros valores son superiores a los de Schwartz<sup>(17)</sup>, Pistelli<sup>(18)</sup> y Chinn<sup>(19)</sup> y muy próximos a los de Quanjer<sup>(8)</sup>, tanto en el caso de las ecuaciones predictoras de la FVC, como en el de las del FEV<sub>1</sub> (Tablas III y IV). Es decir, desde el punto de vista matemático, la capacidad predictora de las variables espirométricas que tienen nuestras ecuaciones al comparar con otros estudios es muy buena. Expondremos a continuación brevemente algunas características de estas otras investigaciones. Schwartz y colaboradores<sup>(17)</sup> en 1988 obtuvieron unas ecuaciones predictoras del ln de la variable espirométrica introduciendo los logaritmos neperianos de la altura, de la edad y del índice de masa corporal (IMC), así como el sexo como variables explicativas; tras estudiar 539 sujetos estadounidenses de razas blanca y negra de edades comprendidas entre seis y 11 años. Pistelli y colaboradores<sup>(18)</sup> en 1992 obtuvieron unas ecuaciones estimatorias

Tabla V Valores estimados de la FVC (ml)

	Niños		Niñas	
	10 años	14 años	10 años	14 años
Zapletal (1982)	2.215	3.539	2.062	3.038
Casan (1984)	2.288	3.778	2.202	3.339
Quanjer (1995)	2.271	3.627	2.107	3.154
Morato (1998)	2.144	3.438	2.049	3.005

Tabla VI Valores estimados del FEV<sub>1</sub> (ml)

	Niños		Niñas	
	10 años	14 años	10 años	14 años
Casan (1984)	1.918	3.185	1.900	2.890
Quanjer (1995)	1.962	3.082	1.853	2.768
Morato (1998)	1.871	2.862	1.916	2.755

del ln del parámetro espirométrico utilizando como variables independientes el sexo y los ln de la altura, edad e IMC; tras estudiar 2.176 niños italianos de edades comprendidas entre siete y 11 años. Chinn y Rona<sup>(19)</sup> en 1992 obtuvieron unas ecuaciones predictoras del ln del valor espirométrico separadas para cada sexo y con los ln de la altura y edad como variables explicativas; tras analizar una muestra constituida por 1.632 niños ingleses de edades comprendidas entre seis años y medio y 11,9. Quanjer y colaboradores<sup>(8)</sup> en 1995 publicaron unas ecuaciones predictoras del ln de la variable espirométrica separadas para cada sexo y empleando la altura y la edad como variables independientes, tras analizar los resultados de seis estudios realizados en población blanca europea.

Finalmente se compararon los valores estimados o predichos para la FVC (Tabla V) y el FEV<sub>1</sub> (Tabla VI) por las ecuaciones de diferentes autores para sujetos de ambos sexos, edades 10 y 14 años y con peso y talla en percentil 50 según las tablas de crecimiento de la Fundación Orbeagoz<sup>(11)</sup>. Señalamos que las predicciones de nuestras ecuaciones en ambos casos eran muy parecidas a las de Zapletal<sup>(7)</sup> y que aunque similares sensiblemente inferiores a las de Casan<sup>(5)</sup> y a las de Quanjer<sup>(6)</sup>. Estos valores más altos obtenidos con las ecuaciones de estos dos autores se pueden deber al hecho de que aproximadamente la mitad de la muestra en ambos estudios está constituida por individuos de edades comprendidas entre 15 y 21 años de edad. Se han seleccionado las ecuaciones de Zapletal, Casan y Quanjer porque son las más utilizadas en nuestro medio. El trabajo de Zapletal y colaboradores<sup>(7)</sup> se publicó en 1982 y aporta unas ecuaciones predictoras del logaritmo de la variable espirométrica separadas para cada sexo y con el logaritmo de la altura como variable independiente; tras estudiar 101 niños checoslovacos de edades comprendidas entre seis y 17 años.

## Conclusiones

Se han establecido los valores de referencia pediátricos de la espirometría forzada para nuestra población, cumpliendo las recomendaciones nacionales e internacionales para la espirometría forzada.

## Agradecimientos

Al Dr. Antonio Escobar, de la Unidad de Epidemiología del Hospital de Basurto, por su inestimable colaboración en el diseño del estudio.

## Bibliografía

- 1 Quanjer PhH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Official statement of the European Respiratory Society on lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur Respir J* 1993; **6** (Suppl 16):5-40.
- 2 ATS. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; **144**:1202-1218.
- 3 Díez Herranz A y Tobal González M. La interpretación de la espirometría ¿dónde nos encontramos?. *Arch Bronconeumol* 1996; **32**:475-482.
- 4 Cobos N, Liñán S. Estudio de la función pulmonar: valores de referencia en niños españoles de 5 a 15 años. En: Síndrome obstructivo bronquial en la infancia. Barcelona: Sandoz S.A.E., 1984: 97-106.
- 5 Casan P. Valores espirométricos de referencia para niños y adolescentes sanos. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, 1984.
- 6 Normativa para la espirometría forzada. Grupo de trabajo de la SEPAR para la práctica de la espirometría en clínica. Coordinador J. Sanchís Aldás. Barcelona: Doyma S.A., 1985.
- 7 Zapletal A, Samanek M, Paul T. Upstream and total airway conductance in children and adolescents. *Bull europ physiopath resp* 1982; **18**:31-37.
- 8 Quanjer PhH, Bossboom GJJM, Brunekreet B, et al. Spirometric reference values for white European children and adolescents: Polgar revisited. *Pediatr Pulmonol* 1995; **19**:135-142.
- 9 Taussig LM, Chernick V, Wood R, Farrell PH, Mellius RB and members of the Conference Committee. Standardization of lung function testing in children. Proceedings and recommendations of the GAP Conference Committee, Cystic Fibrosis Foundation. *J Pediatr* 1980; **97**:668-676.
- 10 Wall MA, Olson D, Bonn BA, Creelman TH, Buist AS. Lung function in north american indian children: reference standards for spirometry maximal expiratory flow volume curves and peak expiratory flow. *Am Rev Respir Dis* 1982; **125**:158-162.
- 11 Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Fundación F. Orbeagoz (Bilbao). Madrid: Garsi, 1988.
- 12 American Thoracic Society, medical section of the American Lung Association. Standardization of spirometry 1987 Update. *Am Rev Respir Dis* 1987; **136**:1285-1298.
- 13 Standardization of Spirometry 1994 Update. American Thoracic Society Medical Section of the American Lung Association. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; **152**:1107-1136.
- 14 Pfaff JK, Morgan WJ. Pulmonary function in infants and children. *Ped Clin North Am* 1994; **41**:401-423.
- 15 Quadrelli SA, Moutiel GC, Roncoroni AJ. Análisis de los factores de error de la espirometría. *Medicina* (Buenos Aires) 1994; **54**:69-81.
- 16 American Thoracic Society, medical section of the American Lung Association. ATS statement snowbird workshop on standardization of spirometry. *Am Rev Respir Dis* 1979; **119**:831-838.
- 17 Schwartz JD, Katz SA, Fegley RW, Tockman MS. Analysis of spirometric data from a national sample of healthy 6 to 24 year olds (NHA-