

Pico de flujo espiratorio en escolares de 4 a 15 años de edad. Comparación de tres modelos de medidor

V. Hernando Sastre^c, L. García-Marcos^b, J. Gómez García^c, U. Faura Martínez^c, J. Rubio Pérez^a, M.D. Navarro Ortiz^a y J.A. Hernández Dólera^d

^aServicio de Pediatría. Unidad de Alergia Pediátrica. Clínica Virgen de la Vega. Murcia. ^bUnidad de Investigación de Cartagena y Unidad de Pediatría. Universidad de Murcia. ^cDepartamento de Métodos Cuantitativos para la Economía. Facultad de Económicas. Universidad de Murcia. ^dGerencia de Atención Primaria. SEDU-061. Murcia.

(*An Esp Pediatr* 2000; 52: 327-333)

Objetivos

a) Establecer las posibles diferencias entre tres modelos de medidor, incluyendo por vez primera el PF-Control; b) determinar el normograma del pico de flujo espiratorio (PEF) para cada modelo de medidor, en función de la edad, talla, perímetro torácico inspiratorio y espiratorio; c) establecer las posibles diferencias en razón del sexo, y d) estudiar la correlación matemática entre los resultados obtenidos con los distintos modelos de medidor.

Métodos

Se midió el PEF en una muestra de 476 escolares, de edades comprendidas entre 4 y 15 años (233 varones y 243 mujeres), con una media de 9,3 años. La talla menor fue 96,8 cm y la mayor 178,8 cm, con una media de 137,95 cm. Se consideró como valor de PEF al mejor de tres intentos, con una diferencia menor del 10% entre ellos. Se utilizaron 3 aparatos de cada modelo (Vitalograph, Mini-Wright, PF-Control). Su uso fue siempre rotatorio, y el horario de 15 a 17 horas, en el propio centro escolar.

Resultados

Existen diferencias significativas en razón del modelo de medidor. La variable que mejor se ajusta al PEF es la talla, con una $r = 0,90-0,92$ (según el modelo considerado) para el modelo exponencial. El factor sexo establece diferencias significativas en los valores del PEF, con los tres modelos de medidor.

Conclusiones

a) La variable que mejor expresa los resultados del PEF es la talla; b) los valores del PEF de varones y mujeres son distintos, con significación estadística; c) existen diferencias significativas en razón del modelo de medidor utilizado; d) la monitorización del PEF en un sujeto determinado debe hacerse con el mismo modelo de medidor, y e) el modelo de regresión exponencial consigue un mejor ajuste.

Palabras clave:

Pico de flujo espiratorio. Función pulmonar. Niños. Valores normales

PEAK SPIRATORY FLOW RATE IN SCHOOL-CHILDREN 4-15 YEARS OLD. COMPARISON BETWEEN THREE DIFFERENT DEVICES

Objectives

a) To establish the possible differences between three different models of PEF-meter, including PF-Control for the first time; b) to build a normogram for each of the three models, as a function of different variables (age, height, and inspiratory and expiratory thoracic circumference); c) to search for differences between both sexes, and d) to study the mathematical correlation between the results yielded by the different models.

Methods

PEF was measured in a sample of 476 school-children, in the range of 4 and 15 years (233 boys, 243 girls), with a mean age of 9,3 years and a height range between 96,8 cm and 178,8 cm (mean 137,9). PEF value was recorded as the best of three attempts when the difference them was less than 10%. Three devices of each model were used (Vitalograph, Mini-Wright, PF-Control). The utilisation was always done in a rotatory fashion at school time (15-17 hours) in the children's school.

Results

We found significant differences between the three models ($p < 0,0004$). The best predictive variable for PEF is height, with an $r = 0,90-0,92$ (depending on the model) when the exponential model is considered. Independently of the device, there were significant differences between sexes.

Correspondencia: Dr. L. García-Marcos. Unidad de Investigación. Plza. San Agustín, 3. 30201 Cartagena. Correo electrónico: Igmarcos@fcu.um.es

Recibido en mayo de 1999

Aceptado para su publicación en febrero de 2000.

Conclusions

a) The variable that expresses PEF the better is height; b) PEF values are different between girls and boys; c) there were significant differences between the various models; d) Monitorization of a given child must be done with the same model of PEF-meter, and e) The best correlation is obtained with the exponential model, although differences with the lineal model were not statistically significant.

Key words:

Peak expiratory flow rate. Pulmonary function. Children. Normal values.

INTRODUCCIÓN

El primer ensayo sistemático del uso del pico de flujo espiratorio (PEF) como índice biológico fue llevado a cabo por Hadorn¹, en 1942, por medio de un manómetro anaeroide con una enorme resistencia, 32 cm de agua para un flujo de 500 l/min. Donald² escribía en 1953: "Los médicos de la última centuria, cuando pedían a un paciente con enfermedad respiratoria silbar o soplar una vela, estaban valorando, toscamente, la velocidad de flujo espiratorio máximo". Wright et al³, en 1959, presentan un *peak flow meter* diseñado para medir el PEF y utilizado en su laboratorio de pruebas funcionales.

En la década de los setenta, bajo el impulso y auspicio del Medical Research Council británico, se diseñó un aparato portátil para medir el PEF, que fue presentado en 1977 con el nombre de *Mini-Wright peak flow meter*.

La década de los noventa es prolija en consensos sobre control y tratamiento del asma, estableciéndose en todos ellos la conveniencia (según los casos) de la monitorización del PEF como parámetro objetivo de la función respiratoria⁴⁻⁸. Autores como Martin et al⁹, en 1982, sobre 89 episodios agudos de asma, encontraron que ningún paciente con un PEF inicial igual o mayor al 25% del previsto, tuvo una $pCO_2 > 45$ mmHg y un $pH < 7,35$. Nowak et al¹⁰, en el mismo año, también confirman que la monitorización del PEF, en un servicio de urgencias, es una guía para considerar su ingreso o retorno a domicilio. Stein et al¹¹, en 1990, comprobaron una alta diferencia significativa en los valores del PEF entre los pacientes que fueron ingresados y aquellos que pudieron regresar a su domicilio.

En nuestro país, la prevalencia de asma en la población pediátrica (4-17 años) se sitúa en torno al 6,4%, según un reciente estudio de Muñoz López et al¹². El importante número de población infantil afectada de asma justifica el diseño de nuestro estudio con el fin de establecer: *a)* el normograma del PEF con los distintos modelos de medidor, para los escolares de nuestra área sanitaria de referencia, *b)* la variable o variables que mejor explican estos valores, y *c)* la existencia de diferencias significativas en razón del sexo del sujeto y del tipo de modelo utilizado.

PACIENTES Y MÉTODOS

Sobre una población de 855 niños/as escolarizados en nuestra zona de salud, entre 4 y 15 años de edad (401 varones y 454 mujeres), se escogió de manera aleatoria simple, una muestra de 480 escolares (244 niñas y 236 niños). A esta cifra se llegó sumando las 20 submuestras correspondientes a los diferentes grupos de alumnos (10 cursos, varones y mujeres) en que se estratificó la población. Se impusieron 10 puntos como criterios de exclusión: estar afectado de asma bronquial; estar afectado de asma inducida por esfuerzo; padecer infección pulmonar aguda; existencia de lesiones orofaríngeas agudas de carácter infeccioso; déficit funcional respiratorio crónico; enfermedad neuromuscular que afecte a la musculatura respiratoria u orofacial; tratamiento con broncodilatadores; tratamiento con antiinflamatorios tópicos (corticoides, cromonas) y/o ketotifeno oral; infección broncopulmonar importante en los últimos 2 meses, e incapacidad repetida y manifiesta de colaborar debidamente a la realización de la prueba.

Se utilizó el tallímetro existente en el propio centro de salud (modelo Año-Sayol).

Los tres modelos de medidor de pico flujo fueron: Vitalograph, con escala de 50 a 800 l/min; PF-Control, con escala de 100 a 700 l/min, y Mini-Wright, con escala de 60 a 800 l/min. Para cada modelo de medidor utilizamos 3 aparatos y 5 boquillas.

Desarrollo de la técnica

En primer lugar se identificaba a cada niño, y se le recogía la encuesta (criterios de exclusión) que previamente habíamos entregado a todos los integrantes de la muestra. En los escolares de más edad se buscaba también la existencia de hábitos tabáquicos. La prueba se llevó a cabo por grupos de 5 niños/as, mixtos hasta los 8 años y separados a partir de esa edad. Procedíamos, a continuación, al tallado, con los pies descalzos, los talones juntos y adosados al plano posterior del tallímetro, así como las nalgas y el occipucio, bien estirado y con la cabeza horizontal, con el plano de la barbilla paralelo al suelo. Los perímetros torácicos en inspiración y espiración se midieron sobre las mamilas con la cinta métrica en el centro. Todas estas maniobras eran realizadas por el propio investigador excepto la medición de los perímetros torácicos de las niñas que fue realizada por una enfermera pediátrica. Entonces se explicaba, a cada grupo, la técnica del flujo espiratorio forzado. Los niños probaban entre ellos con los distintos modelos, "compiendo" a ver quién lo hacía mejor; se estimulaba, de este modo, la competencia entre ellos para lograr el mejor valor posible del PEF. Se estuvo especialmente atento para evitar el error que se produce cuando la espiración se realiza en forma de escupido o *spitting*¹³. Los aparatos del mismo modelo y los distintos modelos se utilizaron de manera rotatoria, secuencial, para eliminar las

posibles desviaciones debidas al uso de los modelos siempre en el mismo orden, con lo que podrían obtenerse mejores valores con los modelos del último lugar. Cada niño/a realizó la técnica tres veces, anotándose el valor más alto de los tres, no aceptándose diferencias mayores del 10% entre los tres intentos. El estudio se llevó a cabo entre la segunda semana de octubre y la segunda semana de diciembre, en horario escolar, de 15 a 17 horas, en una sala del propio centro escolar. El trabajo de campo fue realizado por el propio investigador con la ayuda de una pediatra y una enfermera pediátrica, entrenadas en esta técnica.

Método estadístico

Se realizó mediante el programa informático Statgraphics 7.0. Se llevó a cabo un análisis multivariante de los datos, obteniendo unos resultados descriptivos de la muestra. Mediante el análisis de la variancia, ANOVA, determinamos en qué medida la variable dependiente, PEF, está condicionada por los valores de las variables independientes o factores (edad, talla, sexo, perímetro torácico inspiratorio y espiratorio). Con el análisis de re-

gresión múltiple cuantificamos la influencia de la variable o variables explicativas sobre la variable dependiente PEF, de carácter continuo.

RESULTADOS

Los resultados definitivos corresponden a una muestra de 476 escolares por la exclusión de 4 (una niña y 3 niños), distribuyéndose en 243 niñas y 233 niños. La edad mínima fue de 3 años (una niña a punto de cumplir los 4 años) y la máxima de 15 años, la media de 9,3 años, la mediana de 10 años y la edad que más se repetía fue la de 13 años. La talla mínima fue 96,8 cm y la máxima 178,8 cm, la media de 137,28 cm y la mediana de 137,95 cm, y la talla que más se repetía de 155 cm. Los resultados desglosados por sexos, se presentan en las tablas 1 y 2.

El estudio de la variancia indica unas diferencias significativas entre los resultados del PEF conseguidos con los tres modelos de medidor, con una $p < 0,001$ en todos los casos (tabla 3).

Asimismo, el sexo comporta unas diferencias significativas en los valores del PEF, con los tres modelos ($p < 0,001$) controlando para la talla y la edad.

TABLA 1. Valores del pico de flujo espiratorio en niños (n = 233)

Variable	Edad (años)	Talla (cm)	PEF (l/min) Vitalograph	PEF (l/min) PF-Control	PEF (l/min) Mini-Wright
Media aritmética	9,8	140,1	287,9	333,5	345,4
Mediana	10,0	140,9	275,0	330,0	340,0
Moda	13,0	153,0	240,0	370,0	380,0
Media geométrica	9,2	138,7	269,0	320,4	326,7
Variancia	10,5	369,8	11.495,9	8.434,3	12.432,4
Desviación típica	3,2	19,2	107,2	91,8	111,5
Error típico	0,2	1,2	7,0	6,0	7,3
Valor mínimo	4,0	98,6	110,0	135,0	110,0
Valor máximo	15,0	178,8	580,0	575,0	610,0
Rango	11,0	80,2	470,0	440,0	500,0

TABLA 2. Valores del pico de flujo espiratorio en niñas (n = 243)

Variable	Edad (años)	Talla (cm)	PEF (l/min) Vitalograph	PEF (l/min) PF-Control	PEF (l/min) Mini-Wright
Media aritmética	8,9	134,6	254,9	297,3	310,8
Mediana	9,0	134,1	245,0	300,0	300,0
Moda	13,0	155,0	230,0	300,0	350,0
Media geométrica	8,3	133,4	239,2	285,3	293,2
Variancia	9,2	330,3	8.085,6	6.692,6	10.404,3
Desviación típica	3,0	18,2	89,9	81,8	102,0
Error típico	0,19	1,2	5,8	5,2	6,5
Valor mínimo	3,0	96,8	95,0	130,0	105,0
Valor máximo	15,0	168,4	560,0	485,0	570,0
Rango	12,0	71,6	465,0	355,0	465,0

TABLA 3. Resumen de las medidas del PEF

Modelo	Media (l/min)	DE
Vitalograph	271	3,2
PF-Control	315	2,8
Mini-Wright	327	3,4

Hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre cada par de modelos.

La variable que mejor explica los resultados del PEF es la talla, tanto para varones como para mujeres y con los tres modelos de medidor. Presentamos las ecuaciones de regresión exponencial en función de la talla, por ser éstas las de mejor ajuste, no aportando las otras variables consideradas ninguna ventaja y, desde luego, no existiendo diferencias significativas (figs. 1-3).

Presentamos, finalmente, las ecuaciones de regresión lineal que relacionan, según un modelo matemático, los resultados del PEF obtenidos con los distintos modelos. La correlación lineal entre los tres modelos es muy alta ($r = 0,95-0,96$); $p < 0,0001$), lo que demuestra una buena fiabilidad de los resultados obtenidos con todos los modelos. Estas ecuaciones de regresión lineal son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{PEF}_{\text{Vitalograph}} &= -66,237 + 1,070 \text{ PEF}_{\text{PF-Control}} \quad (r = 0,95) \\ \text{PEF}_{\text{Vitalograph}} &= -21,680 + 0,893 \text{ PEF}_{\text{Mini-Wright}} \quad (r = 0,95) \\ \text{PEF}_{\text{PF-Control}} &= -56,195 + 0,790 \text{ PEF}_{\text{Mini-Wright}} \quad (r = 0,96) \end{aligned}$$

DISCUSIÓN

Como puede verse en la tabla 3, la mayor dispersión en torno a la media se obtiene con el modelo Mini-Wright y la menor con el PF-Control. Este hallazgo se explica por las características técnicas de estos modelos, pero no se debe interpretar como que es mejor el modelo con el que se consigue una menor dispersión. El comportamiento de los modelos Vitalograph y Mini-Wright es similar en los rangos inferiores del PEF, en tanto que en los rangos más altos son similares Vitalograph y PF-Control, si consideramos el grupo de varones. En las mujeres, se comportan de modo similar Vitalograph y PF-Control, tanto en los rangos inferiores como en los más altos.

Coincidiendo con Hankinson et al¹⁴, creemos que habría que adaptar la actual escala de Mini-Wright, en función de los resultados obtenidos de sobrestimación en los bajos flujos y subestimación en los flujos altos, aplicable, asimismo, a los otros dos modelos con los que se obtienen valores aún más bajos a flujos altos y mayores en los flujos bajos.

Hemos establecido claramente que los resultados obtenidos con los tres modelos de medidor –uno de ellos el PF-Control, no evaluado de esta manera aún en niños– son estadísticamente diferentes. A este mismo resultado llegan todos los estudios comparativos consultados. Willes y Svensson¹⁵ (tres modelos), Pothel et al¹⁶ (tres modelos), Smidt y Vogal¹⁷ (seis modelos), Obata et al¹⁸ (tres modelos), Truong et al¹⁹ (cuatro modelos) y Deng y Azizi²⁰ (tres modelos). Estos hallazgos, por otra

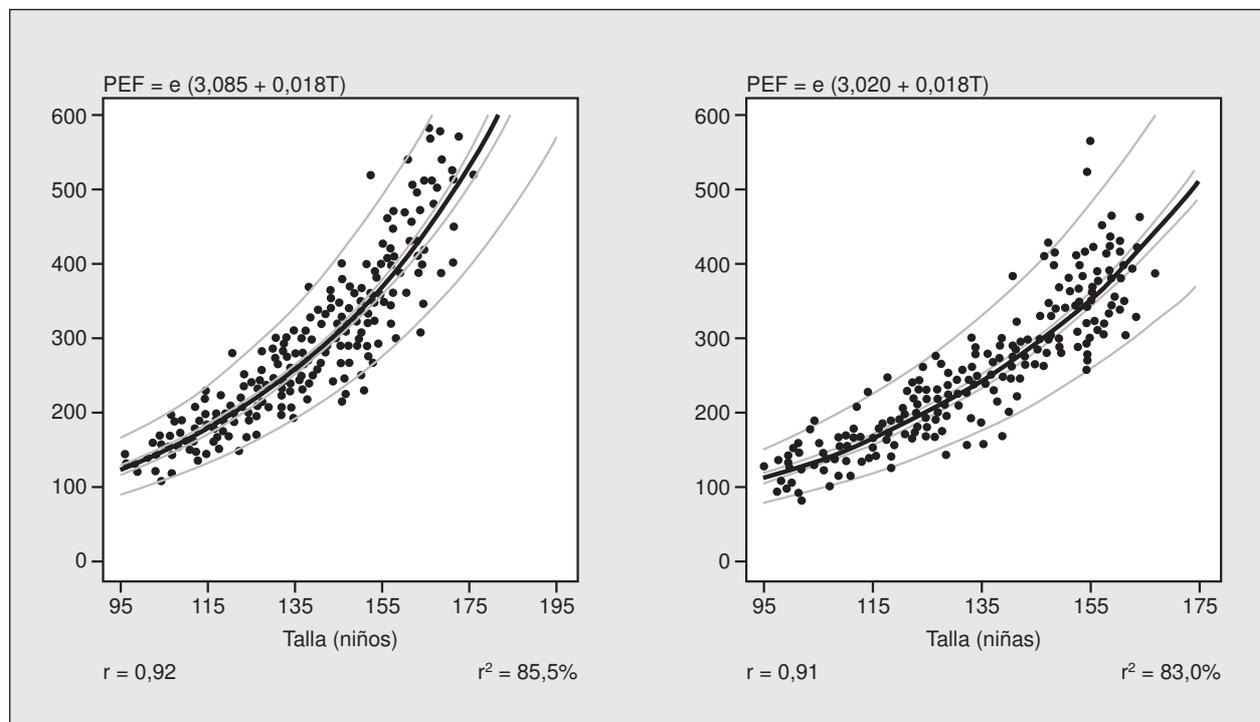


Figura 1. Curva de regresión exponencial en función de la talla para el modelo Vitalograph, en niños y niñas. r: coeficiente de correlación; r²: coeficiente de determinación (expresado en %).

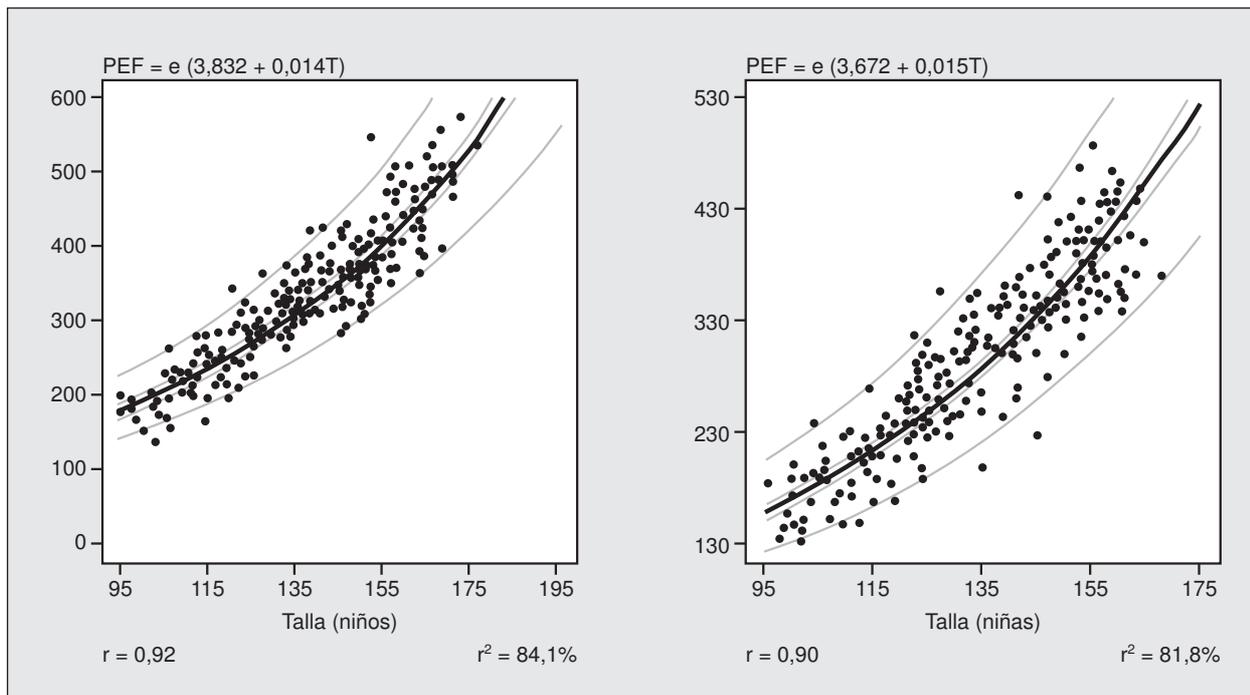


Figura 2. Curva de regresión exponencial en función de la talla para el modelo PF-Control, en el grupo de niños y niñas. *r*: coeficiente de correlación; *r*²: coeficiente de determinación (expresado en %).

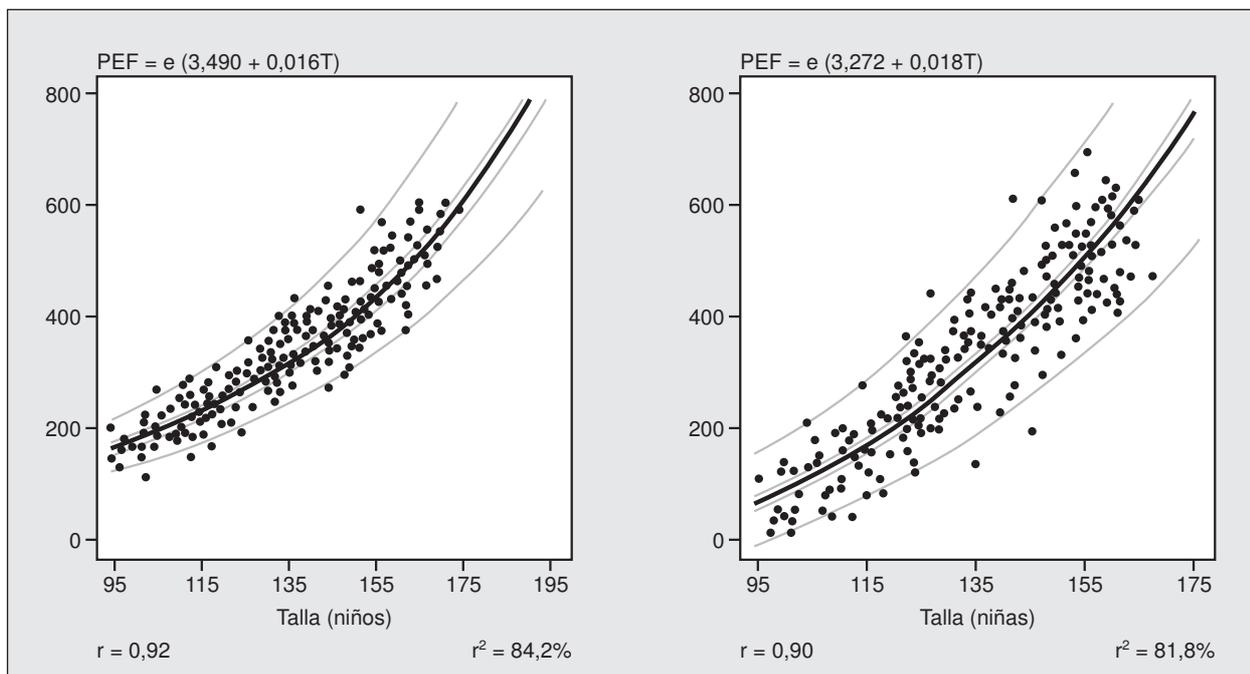


Figura 3. Curva de regresión exponencial en función de la talla para el modelo Mini-Wright, en niños y niñas. *r*: coeficiente de correlación; *r*²: coeficiente de determinación (expresado en %).

parte, son en la actualidad fácilmente explicables, si tenemos en cuenta que el diseño y las características técnicas de los distintos modelos son ampliamente diferentes, tanto en su forma como en su comportamiento.

En nuestro estudio existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de los varones y

los de las mujeres, siendo los valores de los varones más altos para una talla determinada ($p < 0,0003$ para Vitalograph, $p < 0,0001$ para PF-Control y $p < 0,0004$ para Mini-Wright). Autores como Ibero et al²¹, Graff-Lonnevig et al²² y Mazur²³, no encuentran diferencias significativas entre varones y mujeres, aunque el segundo y el ter-

cero encuentran valores más altos en los varones. Sin embargo, Leiner et al²⁴, Wall et al²⁵, Strobe y Helms²⁶, Nunn y Gregg²⁷ y Wille y Svensson¹⁵, encuentran diferencias significativas en razón del sexo del sujeto. Nunn y Gregg²⁷ lo explican en función de la mayor masa corporal, potencia muscular y volumen torácico de los varones. Si el PEF es un parámetro funcional respiratorio dependiente del esfuerzo, no es aventurado sospechar, como afirman estos autores, que la masa-potencia muscular y volumen torácico mayores en el varón puedan condicionar unos resultados más altos en este sexo. Por otra parte, Udupihille²⁸ en escolares de Sri-Lanka, encuentra que las chicas tienen los valores más altos del PEF a los 15 años de edad, en tanto que en los chicos siguen aumentando hasta los 19 años, lo que parece indicar una relación con la diferente dinámica de desarrollo de ambos sexos.

La variable que explica mejor los valores del PEF es la talla, con una $r = 0,891$ para la ecuación de regresión lineal, mientras que si consideramos conjuntamente la edad y la talla, $r = 0,896$. Si consideramos el modelo exponencial la r sube hasta 0,90. Autores como Ibero et al²¹ y Sanz et al²⁹ en España, llegan a los mismos resultados. Godfrey et al³⁰ en 1970 publican su normograma para los valores del PEF en función de la talla, normograma de referencia obligada durante las dos últimas décadas. Solyman et al³¹, Swaminathan et al³², Bando-padhyay et al³³, Obata et al¹⁸ y Truong et al¹⁹ encuentran la talla como la variable de mejor ajuste al valor del PEF. Nosotros establecemos una ecuación de regresión exponencial, con un ajuste mejor que la lineal, pero sin significación estadística, al igual que Nunn y Gregg²⁷, aunque ellos la calculan en función de la edad y talla combinadas. Las variables perímetro torácico inspiratorio y espiratorio no influyen en el resultado del PEF.

La correlación de los resultados obtenidos con los tres modelos de medidor es alta, superior a 0,94 en todos los casos. El Mini-Wright correlaciona mejor con los otros dos, que Vitalograph y PF-Control entre sí. Si bien queda establecido que los resultados obtenidos con un modelo son estadísticamente diferentes de los obtenidos con un modelo distinto, obligando a monitorizar a un paciente con el mismo modelo, Pothel et al y Smidt y Vogel¹⁷ no encuentran diferencias significativas entre aparatos del mismo modelo de medidor.

En conclusión: *a)* la variable que mejor explica los resultados del PEF es la talla; *b)* el mejor ajuste se consigue con la ecuación de regresión exponencial; *c)* existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos con los tres modelos de medidor. Para monitorizar a un sujeto debe utilizarse el mismo modelo de medidor de pico flujo; *d)* los valores del PEF son más altos en los varones que en las mujeres, para una talla determinada; *e)* existen diferencias significativas entre los valores de los varones y los de las mujeres, y *f)* el coeficiente

de correlación entre los valores obtenidos con nuestros tres modelos de medidor es alto, en todos los casos superior a 0,94.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hadorn W. Ein neues Pulsmometer zur bestimmung der expirationsstotes. Schweiz Med Wehr 1942; 23: 946.
2. Donald KW. The definition and assesment of respiratory function. Br Med J 1953; 1: 415.
3. Wright BM, Mc Kerrow CB. Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity. Br Med J 1959; 1041-1047.
4. Provisional Committee on Quality improvement. Practice parameter: The office management of acute exacerbations of asthma in children. Pediatrics 1994; 93: 119-126.
5. Warner JO. Asthma: A folow up statement from an international pediatric asthma consensus group. Arch Dis Child 1992; 67: 240-248.
6. Tratment of pediatric asthma: a Canadian consensus. Montreal: The Medicine Publishing Foundation, 1991.
7. International Consensus Report on the diagnosis and management of asthma. Bethesda, Maryland: U.S. Department of health and human services. Public Health Services. National Institute of Health, 1992; 92: 3091.
8. Woolcook A, Rubinfeld AR, Seale JP, Landau LL, Antic R, Mitchell Ch et al. Asthma management plan, 1989. Thoracic Society of Australia and New Zeland. Med J Austr 1989; 151: 650-653.
9. Martin TJ, Alenbaas RM, Pingleton SH. Use of peak expiratory fow rates to eliminate unnecessary arterial blood gases in acute asthma. JAMA 1976; 325: 1337-1338.
10. Nowak RM, Pensler ML, Sarkar DD et al. Comparison of peak expiratory flow and FEV₁ admission criteria for acute bronchial asthma. Ann Emerg Med 1982; 11:64-69.
11. Stein LM, Cole RP. Early administration of characteristics in emergency room treatment of acute asthma. Ann Intern Med 1990; 112: 822-827.
12. Muñoz López F, Ríos Alcolea M et al. Estudio epidemiológico de la patología alérgica en la población general infantil de España. Repercusión socioeconómica. Rev Esp Alergol Inmunol Clin 1994; 9: 23-35.
13. Conolly CK. Falsely high peak expiratory flow readings due to acceleration in the mouth. B.M.J. 1987; 294: 285.
14. Hankinson JL, Filios MS, Kinsley KB, Petsonk EL. Comparing Mini-Wright and spirometer measurements of peak expiratory flow. Chest 1995; 108: 407-410.
15. Wille S, Svensson K. Peak flow in children aged 4-16 years. Normal values for Vitalograph peak flow monitor, Wright and Mini-Wright peak flow meter. Acta Ped Scand 1989; 78: 544-548.
16. Pothel E, Just J, Tournier G, Grimfeld A. Fiabilité et reproductibilité de 3 débibimètres de pointe établies chez une population d'enfants scolarisés en primaire. Rev Pneumol 1992; 48: 247-250.
17. Smidt N, Vogel J. Vergleich von sechs Peakflowmetern fur patienten. Pneumologie 1992; 46: 330-333.
18. Obata T, Tsubaki T, Sakaguchi N, Yagi K, Ikura Y. An evaluation of three commercially available peak flow meters. Aergui 1994; 43: 571-578.
19. Truong M, Iñiguez IL, Chouchou D, Dessange JF, Gendrel D, Chaussain M. Mesure du débit expiratoire de pointe chez les jeunes enfants: comparaison de quatre appareils portables. Arch Peditr 1995; 2: 324-327.

20. Deng CT, Azizi BH. An evaluation of the agreement between three peak flow meters: Wright's, Mini-Wright and Pocket, when used in children. *J Asthma* 1996; 33: 125-130.
21. Ibero M, Ridao M, Artigas R, Perich J, Tresserras R. Normograma de valores de PEF en niños sanos de 5 a 15 años. Libro de comunicaciones de la 18.^a Reunión de la Sección de Inmunología y Alergia de la AEP. 1994; 7.
22. Graff-Lonnevig V, Henfi H, Tiperneni P. Peak expiratory flow rates in healthy Saudi Arabian children living in Riyadh. *Ann. Allergy* 1993; 71: 446-450.
23. Mazur B. Predictive values of peak expiratory flow in pre-school aged children from an industrial environment. *Pneumolol Alergol* 1994; 62: 41-45.
24. Leiner GC, Abramowitz S, Small MJ, Stenby VB, Lewis WA. Expiratory peak flow rate (standard values for normal subjects. Use a clinical test of ventilatory function). *Am Rev Respir Dis* 1963; 88: 644-651.
25. Wall MA, Olson D, Bonn BA et al. 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.
26. Strobe GL, Helms RW. A longitudinal study of spirometry in young black and young white children. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 1100-1007.
27. Nunn AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. *Br Med J* 1989; 298: 1068-1070.
28. Udupihille M. Peak expiratory flow rate in Sri-Lanka school-children of Sinhalese ethnic origin. *Respir Med* 1994; 88: 219-227.
29. Sanz J, Martorell A, Saiz R, Álvarez V, Carrasco JL. Peak flow meter in children. *Pediatr Pulmonol* 1990; 9: 86-90.
30. Godfrey S, Kamburoff PL, Nairum JR et al. Spirometry, lung volumes and airway resistance in normal children aged 5 to 18 years. *Br J Dis Ches* 1970; 64: 15-24.
31. Solyman L, Aronsson PH, Bake B, Bsure SJ. Nitrogen single breath test, flow-volume curves and spirometry in healthy children 7-18 years of age. *Eur J Respir Dis* 1980; 61: 275-286.
32. Swaminathan S, Venkatesan P, Mukunthan R. Peak expiratory flow rate in south Indian children. *Indian Pediatr* 1993; 30: 207-211.
33. Bandopadhyay P, Verma SS, Lakhera SC, Kishora N, Ghadiok AK, Kain TC et al. Age and eight as predictors of peak expiratory flow rate in Indian girls. *Ann Hum Biol* 1993; 20: 147-153.