

# **Curva normal de pico espiratorio forzado en niños de Lima, Perú.**

**FUENTES LEON Javier\*, CHIARELLA ORTIGOSA Pascual\*\***

\*Médico Cirujano, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

\*\*Neumólogo Pediatra, Universidad Peruana Cayetano Heredia

## **SUMMARY**

**A prospective, trasversal and observative study was made to obtain a Peak Expiratory Flow Rate (PEFR) curve in healthy children of both sex, of Lima city. We include 425 children with heights between 100 and 177 centimeters, and between 3 and 16 years old. Then the PEFR was assessed using a Mini Wright Peak Flow Meter (considering the best of 5 intents). We evaluated 199 boys and 226 girls. The following equations for the curves were obtained after regression, for PEFR: Boys:  $PEFR (1t/min) = - 433.893 + 5.501 \times (\text{height in cms.})$ , and for girls:  $PEFR (1t/min) = -369.562 + 4.915 \times (\text{height in cms.})$ . There was no significant difference between the association PEFR vs height of boys and girls of study. There was no significant difference between the association PEFR vs height of boys and girls in this study when comparing with the same association obtained in the study of Godfrey et al, England. We recomend the use this values for detection and follow up of children with asthma at Lima, Peru. (*Rev Med Hered 1995; 6: 33-37*).**

**KEY WORDS: Peak expiratory flow rate (PEFR), spirometry, asthma, children.**

## **RESUMEN**

Se realizó un estudio observacional transversal con el objeto de diseñar una curva normal de Pico Espiratorio Forzado (PEF) en niños sanos de ambos sexos, de la ciudad de Lima. Se incluyeron a 425 niños entre 100 y 177 centímetros de estatura, y entre 3 y 16 años de edad, a los cuales se les practicó la flujometría, registrándose el mejor de 5 intentos, con un Mini-Wright Peak Flow Meter. Fueron evaluados 199 varones y 226 mujeres. Se obtuvieron las siguientes curvas de regresión para el cálculo de PEF. Varones :  $PEF (1t/min) = - 433.893 + 5.501 \times (\text{talla en cm.})$ , y para las mujeres:  $PEF (1t/min) = - 369.562 + 4.915 \times (\text{talla en cm.})$ . Se observó que no existe diferencia significativa entre las asociaciones PEF vs talla entre hombres y mujeres de este estudio, ni tampoco al compararlas con las descritas en el estudio de Godfrey, de Inglaterra. Se recomienda el uso de estas ecuaciones para el diagnóstico y seguimiento de niños con broncoespasmo de la ciudad de Lima, Perú (*Rev Med Hered 1995; 6: 33-37*).

**PALABRAS CLAVE:** Pico espiratorio forzado (PEF), flujometría, espirometría, asma, niños.

## **INTRODUCCIÓN**

En el manejo del broncoespasmo existen varios métodos que nos permiten medir su severidad, además de los síntomas y signos presentes, como el estudio de gases arteriales y la espirometría (1).

Desde la década del 7, el Pico Espiratorio Forzado (PEF) o también llamado Flujo Espiratorio Máximo se ha convertido en una forma práctica y útil para medir el grado de obstrucción de la vía aérea, para ellos se usan los medidores de flujo o flujómetros, y se define al PEF como el flujo máximo obtenido en la primera décima de segundo, desde la iniciación de espiración forzada máxima, a partir de la capacidad pulmonar total (2).

El PEF se puede medir con el Mini Wright Peak Flow Meter, aparato muy exacto, liviano y de muy fácil aplicación (3,4,5). Sin embargo, debemos obtener una curva de valores normales, que nos permita hacer un uso adecuado del flujómetro y así poder establecer el grado de severidad de la obstrucción bronquial.

El objetivo del presente trabajo fue establecer los valores normales de PEF en niños sanos de la ciudad de Lima.

## **MATERIAL Y METODOS**

El presente fué un estudio observacional transversal realizado en un centro educativo del distrito de Miraflores de la ciudad de Lima. Este centro cuenta con niños del nivel socio-económico medio y medio-bajo. El estudio se realizó los días 23,24 y 25 de mayo de 1994 (otoño), en horas de clase (10:00 a 14:00 horas).

**Criterios de Inclusión:**

- a. Niños de ambos sexos que midieran por encima de un metro de altura (posición erecta).

**Criterios de Exclusión:**

- b. Niños con antecedentes de asma definido como cuadro de broncoespasmo detectado por un médico, que se repite o no o que sea tratado como tal o alguna otra enfermedad respiratoria crónica.
- c. Niños con enfermedad respiratoria aguda al momento de la flujometría.
- d. Niños que no colaboraron con la prueba.

Se uso un Mini Wright Peak Flow Meter, para la medición de la flujometría, y una cinta métrica como tallímetro.

Se trabajó con los niños en grupos de cinco, por vez; a cada grupo se le instruyó en el uso del flujómetro, luego se les talló y por último se les practicó la flujometría (5 oportunidades por individuo). La boquilla del flujómetro fue lavada y secada luego de

cada evaluación. Se registro el nombre, talla, edad, sexo y el mejor de los cinco intentos. La flujometría fue realizada en todos los niños, inclusive en aquellos que presentaban algún criterio de exclusión, estos últimos fueron retirados el momento del análisis de los datos. Se contó con dos observadores para tallar a los niños y un sólo observador (J.F.L) práctico la flujometría.

El cálculo del tamaño muestral se hizo con la ayuda del Departamento de Estadística (6). Siendo un número significativo por encima de 400 individuos (50% varones, 50% mujeres), el análisis se realizó mediante el programa Lotus 123, mediante el estudio de correlación y regresión.

## **RESULTADOS**

De los 480 niños evaluados, se incluyeron en el estudio a 425, 36 fueron retirados por antecedente de asma u otra enfermedad respiratoria crónica, 13 por presentar alguna afección respiratoria aguda y 6 por falta de habilidad en la flujometría.

De los 425 niños, 199 fueron varones y 226 fueron mujeres, con rango de edades entre los 3 y 16 años, mientras que las tallas estuvieron entre 100 y 177 centímetros de altura.

El análisis de la normalidad de la distribución para las tallas mostró una leve tendencia hacia la derecha tanto para niñas como para niños, siendo normal en ambos casos, al igual que para el PEF.

En la flujometría, al juntas ambos sexos, los valores de PEF fluctuaron entre 100 y 620 lt/min y el estudio de regresión PEF vs talla mostró un coeficiente de regresión de 5.28363, error estándar de 0.10218, valor de intercepción de -402.384, error estándar de Y de 4.92313 y un valor de  $r^2$  de 0.860133, para un número de observaciones de 425 con 423 grados de libertad. Para el caso de los varones los valores fluctuaron entre 100 y 620 lt/min, el coeficiente de regresión fué de 5.501019, error estándar de 0.150581, valor de intercepción de - 433.893, un error estándar de Y de 43.19277 y un valor de  $r^2$  de 0.81374, para un número de observaciones de 199, con 197 grados de libertad. En el caso de niñas los valores fluctuaron entre 100 y 500 lt/min, el estudio de regresión del PEF vs talla mostró un coeficiente de regresión de 4.914902, con un error estándar de 0.130882, con valor de intercepción de - 369.562 y error estándar de Y de 36.61675 y  $r^2$  de 0.862925, para un número de 226 observaciones con 224 grados de libertad.

El estudio de correlación entre PEF y talla mostró para el caso de ambos sexos juntos un coeficiente de correlación de 0.9274 con significancia de 0.001 (correlación altamente significativa), mientras para los varones y mujeres por separado los valores de los coeficientes de correlación fueron de 0.935 y 0.9289 respectivamente con significancia de 0.001 para ambos, también altamente significativo.

Las ecuaciones para las curvas de PEF vs talla para niños limeños se puede deducir reemplazando las variables y constantes de la siguiente fórmula, por los valores obtenidos en el presente estudio:

$$y = a + bx$$

donde “y” sería el valor de PEF en lt/min. “a” la constante donde la curva lineal cruza al eje y, “b” es el coeficiente de regresión y “x” es el valor de la talla en centímetros.

Para los varones la fórmula es ([Figura N°1](#)):

$PEF(1t/min) = -433.893 + 5.501 \times (\text{talla en cms.})$  con desviación estándar de +/- 119.8

Para las mujeres la fórmula es ([Figura N°2](#)):

$PEF(1t/min) = -369.562 + 4.915 \times (\text{talla en cms.})$  con desviación estándar de +/- 98.5

Para ambos sexos juntos la fórmula es:

$PEF(1t/min) = 402.384 + 5.208 \times (\text{talla en cms.})$  con desviación estándar de +/- 109.2

Al hacer la inferencia (7) si existe diferencia estadística entre la asociación PEF vs talla de hombre y mujeres, se observa que no existe tal diferencia estadística, y que por el contrario son muy similares (valor de  $z = 1.56$ ).

La [tabla N°1](#), muestra y compara los valores de PEF para 3 diferentes tallas tomadas al azar, obtenidos mediante las ecuaciones de regresión que hemos obtenido y las reportadas en otros estudio de la literatura.

Al comparar los coeficientes de las curvas de PEF vs talla para cada sexo obtenidos en nuestro estudio con los obtenidos por Godfrey en niños ingleses (1970), se observa que no existe diferencia significativa entre estos. Si correlacionamos estas curvas entre sí, se obtiene que para el caso de los varones el valor de  $z$  es de 1.512, mientras que para las mujeres el valor de  $z$  es de 0.000, este último debido a que los coeficientes de correlación de las curvas es prácticamente el mismo (0.929 para las limeñas y 0.930 para las inglesas).

## DISCUSIÓN

Haciendo un poco de historia, se sabe que valores normales de las diferentes pruebas de función pulmonar, en adultos, han estado disponibles desde hace más de 50 años. Por el contrario, recién a finales de la década de los 50s y durante los 60s aparecieron los primeros estudios aplicando estas pruebas a la población infantil. Strang en 1959, Nairn et al en 1961 y Dugdale & Moeri en 1968 realizaron los primeros estudios utilizando pruebas simples de capacidad ventilatoria (8,9,10). Polgar en 1961 y Auld en 1963 publicaron estudios de resistencia de las vías aéreas en recién nacidos (11,12), y Zapletal et al en 1969 publicó datos sobre conductancia aérea en 25 niños (13). El primer trabajo a gran escala (382 niños) fue realizado en 1970 por Godfrey y colaboradores (14), en el que se estudiaron medidas de capacidad ventilatoria (PEF, FEV<sub>0.5</sub> seg, FEV<sub>1</sub> seg, capacidad vital, volumen residual y capacidad pulmonar total), y resistencia de las vías aéreas relacionadas a la edad, sexo, talla y perímetro braquial. Las curvas resultantes de este estudio se han estado usando desde su publicación, inclusión en nuestro medio.

El estudio de Godfrey dió pie a una serie de trabajos similares alrededor del mundo cuyos resultados son variables. Dickman et al (1971) propusieron que las ecuaciones para las curvas de estas medidas espirométricas eran en función de la talla únicamente en niños por debajo de 5 pies de altura, y de la talla y edad por encima de ésta (15). Por otro lado Woolcock y colaboradores (1972) evaluaron diversas pruebas espirométricas

(incluyendo PEF) en pacientes de costa y altura de Nueva Guinea encontrando diferencias entre ambas poblaciones (especialmente entre niños y mujeres adultas) y postularon que existen una serie de factores (raza, actividad física, condiciones ambientales, altura, tabaco, etc.) que influyen en esta diferencia y en las diferencias con los hallazgos de otros estudios a nivel mundial. Ellos deducen que, debido a las diferencias encontradas, las fórmulas exactas para las curvas de medidas de función ventilatoria para una población dada, se deben derivar de esa misma población (16). Hsu y colaboradores (1979) encontraron diferencias significativas en los valores de PEF entre niños norteamericanos de diferentes razas (blancas, negros y chicanos) que vivían en el mismo medio (Huston)(17) por el contrario, Sliman et al (1982) encontraron una gran similitud entre sus fórmulas para las curvas de medidas de función ventilatoria tomadas en población infantil Jordana y la de otros estudios con poblaciones de razas diferentes (europeos, ingleses, norteamericanos caucásicos, hindúes)(18).

Existe gran controversia para determinar si a la hora de hacer estas curvas, la correlación entre las medidas de flujo espiratorio, para el caso el PEF, y la talla del individuo es suficiente, o si se deben incluir otros factores tales como edad, peso, raza, condiciones ambientales (altura, etc). Esta controversia es mayor para la población adulta, pero a pesar de ello, la mayoría de estudios realizados con el objeto de determinar las ecuaciones para las curvas de medidas espirométricas han correlacionado a estas últimas con la talla del individuo únicamente, y los resultados en la práctica médica han sido bastantes alentadores. Lo mismo se hizo en el presente estudio, obteniéndose una correlación altamente significativa entre el PEF y la talla (coeficiente de correlación 0.9274). Resultado que permite tomar a esta última como un parámetro de confianza para determinar el PEF en niños peruanos.

Las tendencias hacia la derecha encontradas al realizar el análisis de la normalidad de la muestra se explican fácilmente por el hecho de que, existe en nuestra muestra, una mayor densidad de niños por encima de la talla promedio.

Las curvas de PEF vs talla para niños peruanos residentes en Lima, se obtiene de las ecuaciones de regresión presentadas y graficadas en las [figura N°1](#) y [figura N°2](#). Se puede observar que existe una pequeña diferencia entre la curva de varones y mujeres siendo esta última menos. Sin embargo como hemos visto esta diferencia no es significativa, situación similar se aprecia en el trabajo de Godfrey en Inglaterra, donde se observa que la curva de los varones es discretamente mas alta que las mujeres, pero sin diferencia estadística.

Es interesante que exista una gran similitud entre los valores de PEF que se obtiene para una misma talla entre diferentes estudios, como podemos ver en la [tabla N°1](#), sobre todo si consideramos que estos han sido realizados en tiempos, lugares y poblaciones diferentes. Incluso, tomando el caso particular del estudio de Godfrey, se observa que no existe diferencia significativa cuando se compran la asociación PEF vs talla de este estudio con la misma asociación obtenida en el nuestro, tanto para hombres como para mujeres.

En conclusión hemos encontrado una correlación altamente significativa entre PEF y talla en niños de Lima, hemos podido determinar que la curva de PEF vs talla de nuestros niños es similar a la de otros estudios, incluso entre los sexos, y proponemos una fórmula de regresión y una gráfica, mediante la cual podemos calcular el PEF

esperado para los niños de Lima, lo cual puede ser útil para medir el grado de obstrucción al flujo aéreo de estos niños.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Williams MH. Evaluation of asthma. *Chest* 1979; 76(1): 3-4.
2. Shepard RJ. Some observations on Peak Expiratory Flow. *Thorax* 1962; 17: 39-48.
3. Wright BM. Contemporary Themes: The miniature Wright Peak Flow Meter. *Brit Med J* 1978; 2: 1627-8.
4. Perks WH, Tamp IP, Thompson DA, Prowser K. An evaluation of the Mini Wright Peak Flow Meter. *Thorax* 1979; 34: 79-81.
5. Gregg I, Nunn AJ. Peak expiratory flow in normal subjects. *Brit Med J* 1973; 3: 282-4.
6. Méndez-Ramírez I. El protocolo de investigación: lineamientos para su elaboración y análisis. Editorial Trillas S.A. México. Pag 120-4. 1984.
7. Glass GV, Stanley JC. Métodos estadísticos aplicados las ciencias sociales. Editorial Prentice/Hall International. New Jersey pgs 245-6, 306-12. 1974.
8. Strang LB. The ventilatory capacity of normal children. *Thorax* 1959; 14: 305.
9. Nairn JR, Bennett AJ, Andrew JD, Macarthur P. A study of respiratory function in normal schoolchildren. *Arch Dis Child* 1961; 36: 253.
10. Dugdale AB, Moeri M. Normal values of forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume (FEV1-0) and peak expiratory flow rate (PEFR) in children. *Arch Dis Child* 1968; 43: 229.
11. Porgar G. Airway resistance in newborn infant. *J Pediatr* 1961; 59: 915.
12. Auld PAM, Nelson NM, Cherry RB, Rudolf AJ, Smith CA. Measurement of thoracic gas volume in the newborn infant. *J Clin Invest* 1963; 42: 476.
13. Zapletal A, Motoyama EK, Van de Woestijne KP, Hunt VR, Bouhuys A. Maximum expiratory flow-volume curves and airway conductance in children and adolescents. *J Appl Physiol* 1969; 26: 308.
14. Godfrey S, Kamburoff PL, Nairn JR. Spirometry, lung volumes and airway resistance in normal children aged 5 to 18 years. *Brit J Dis Chest* 1970; 64: 15-24.
15. Dickman ML, Schmidt CD, Gardner RM. Spirometric standards for normal children and adolescents (aged 5 years through 18 years). *Am Rev Resp Dis* 1971; 104: 680-7.
16. Woolcock AJ, Colman MH, Blackburn lung function *Am Rev Resp Dis* 1972; 106: 692-709.
17. Hsu KHK, Jenkins DE, Bartholomew PH, Bourhofer E, Thompson VRN, Hsu FCF, Jacobs SC. Ventilatory functions of normal children and young adults – Mexican - American, white and black, II wright peak flowmeter. *J Pediatr* 1979; 95(2): 192.
18. Sliman NA, Dajani BN, Shubair KS. Pulmonary function in normal Jordanian children. *Thorax* 1982; 37: 854-7.
19. Murray AB, Cook CD. Measurements of peak expiratory flow rates in 220 normal children from 4.5 to 18.5 years of age. *Paediatrics* 1963; 62: 186.

### **Agradecimiento:**

Al Ing. Wilfredo Mormontoy, y a los Drs. Eduardo Chaparro, Elsa Chea, Javier Díaz y Juan Fukuda, profesores de la Universidad.

### **Correspondencia:**

Pascual Chiarella Ortigosa  
Hospital Nacional Cayetano Heredia  
Av. Honorio Delgado s/n  
San Martín de Porres  
Lima, Perú.