

Crecimiento puberal en las niñas del Estudio Longitudinal de Caracas. Modelo Preece-Baines 1*

Isbelia Izaguirre de Espinoza¹, Mercedes López Contreras-Blanco², Coromoto Macías de Tomei³

RESUMEN El modelo Preece-Baines (PB1), diseñado para ajustar datos longitudinales, estima a partir de la curva de talla los eventos biológicos característicos de la adolescencia, y entre ellos el "pico de velocidad máxima" (PVM) considerado como el mejor indicador del "tempo" de crecimiento. Se realizó el ajuste por este método de la curva de la talla de 59 niñas del ELAMC en quienes gráficamente se había encontrado un pico máximo de velocidad evidente. El objetivo principal de este trabajo es presentar los parámetros biológicos derivados del ajuste y compararlos con los datos obtenidos gráficamente de la curva sin ajustar. Se calculó la media y la desviación estándar, tanto para los parámetros biológicos derivados de la gráfica como para los del modelo y se aplicó una prueba "t" con un nivel de significación del 5%. Se encontraron diferencias significativas entre los parámetros gráficos y los derivados del ajuste, en la edad, estatura y porcentaje de talla adulta alcanzado al inicio del brote puberal; así mismo se encontraron diferencias significativas en la talla y la velocidad de talla en el momento del PVM. Las mayores diferencias encontradas entre los dos métodos analizados, más evidentes en el inicio del brote puberal, han sido ya descritas por otros autores. En la muestra aquí analizada, independientemente del método utilizado, este evento ocurrió a edades más tempranas que la correspondiente a los valores de referencia británicos. *An Venez Nutr.* 1989; 2: 57-60

PALABRAS CLAVES: Adolescencia, crecimiento, desarrollo infantil, estudios longitudinales.

Introducción

Los eventos biológicos característicos de la adolescencia, pueden ser estimados a partir de la curva de crecimiento en talla y sirven no sólo para definir el *tempo* o ritmo de crecimiento de una población determinada, sino también para la comparación con otras poblaciones. El modelo Preece-Baines 1 (PB1) (1) utilizado para estimar estos parámetros biológicos, se diseñó para el ajuste de datos longitudinales en individuos y como tal, se usa para comparar poblaciones o grupos poblacionales de una forma cuantificable y simple y, también para investigar relaciones funcionales entre los parámetros, y entre éstos y otros indicadores de maduración (2-6). Tanner y col. (7) demostraron que este modelo resulta eficiente para el ajuste de medias de poblaciones en estudios transversales y se puede aplicar para estimar el máximo incremento anual promedio (equivalente al pico de velocidad máxima individual), el cual es el mejor indicador del *tempo* de crecimiento, de esta forma se puede separar el aumento transitorio en talla resultante de una maduración temprana, durante el crecimiento, del aumento definitivo en la talla adulta. Además considera que este modelo es más adecuado que los métodos estadísticos convencionales, para describir el patrón de diferencias en el crecimiento entre poblaciones (8).

Otros autores han utilizado el PB1 en el ajuste de curvas individuales con el fin de comparar los parámetros biológicos obtenidos con otras poblaciones (3-7, 9).

En Venezuela, se ha utilizado en datos del Proyecto Venezuela (10) confirmando lo reportado con anterioridad; de que el patrón de crecimiento y el ritmo de maduración de los venezolanos es distinto al de los británicos de referencia (11-13).

De acuerdo a lo anterior, se consideró como objetivo principal de este trabajo, presentar los parámetros biológicos derivados del ajuste de las curvas de talla, de una submuestra del Estudio Longitudinal de Caracas, (ELAMC) utilizando el modelo de Preece-Baines 1 (1) y las diferencias que se obtienen, al compararlos con los datos derivados gráficamente de las curvas sin ajustar.

Material y métodos

La muestra analizada forma parte del Estudio Longitudinal Mixto del Area Metropolitana de Caracas (11).

1. Departamento de Ciencias y Técnicas Auxiliares, División de Investigaciones Biológicas, Fundacredesa.
2. División de Investigaciones Biológicas, Fundacredesa - Profesor asociado Universidad Simón Bolívar.
3. Departamento de Auxología, División de Investigaciones Biológicas, Fundacredesa.

* Investigación financiada parcialmente por la subvención S1-541 de CONICIT, por la Fundación Polar y Fundación Cavendes, con el apoyo de Fundacredesa.

Solicitar copias a: Isbelia Izaguirre de Espinoza. Ciencias y Técnicas Auxiliares. Fundacredesa- Apdo. 61660. Caracas 1060-A.

Para la identificación de los eventos puberales por el método gráfico se consideraron todas las visitas y se tomó como inicio del brote puberal a la edad en la cual la velocidad de crecimiento prepuberal fue menor y como pico máximo de velocidad, la edad en la cual la velocidad de crecimiento puberal alcanzó su mayor expresión (14). Como la talla final adulta real, se usó la estatura de 13 jóvenes a quienes fue posible realizarle esta medición de adultos (15). De este primer análisis en forma gráfica resultaron 59 niñas con pico máximo de velocidad evidente (Gráfico 1). Posteriormente, las curvas individuales se ajustaron con el modelo matemático Preece-Baines 1 (1). Se usó el programa Growth Package, el cual ejecuta el ajuste por el método de optimización no lineal de Nelder-Mead y el algoritmo de Olsson y Nelson (16). La calidad del ajuste de los datos por el modelo PBI se midió mediante el análisis de los residuales, en primer

término, con el promedio de las medias de las sumas de los cuadrados, donde se obtuvo un valor medio de $0,567 \pm 0,32$ y en segundo término, con el promedio de los residuales, el cual fue de $1,757 \pm 1,21$. La prueba de rachas no fue significativa a nivel del 5%, en cada uno de los casos individuales ajustados por PBI. Se excluyeron cinco niñas en donde el coeficiente S_0 resultó negativo y dos en donde los parámetros biológicos resultaron ilógicos.

Los parámetros biológicos se identificaron con las siguientes siglas:

- TAD: Talla de adulto.
- EA: Edad de arranque.
- EPVM: Edad de máximo crecimiento o pico de velocidad máxima.
- TEA: Talla en la edad de arranque.
- TPVM: Talla en la edad de máximo crecimiento.
- VEL EA: Velocidad en la edad de arranque.
- VEL PVM: Velocidad en la edad de máximo crecimiento.
- TEA-TPVM: Incremento puberal hasta EPVM.
- TPVM-TAD: Incremento puberal desde EPVM hasta edad adulta.
- TEA-TAD: Ganancia puberal.
- % TAD en EA: Porcentaje de talla adulta alcanzado en EA.
- % TAD en PVM: Porcentaje de talla adulta alcanzado en EPVM.

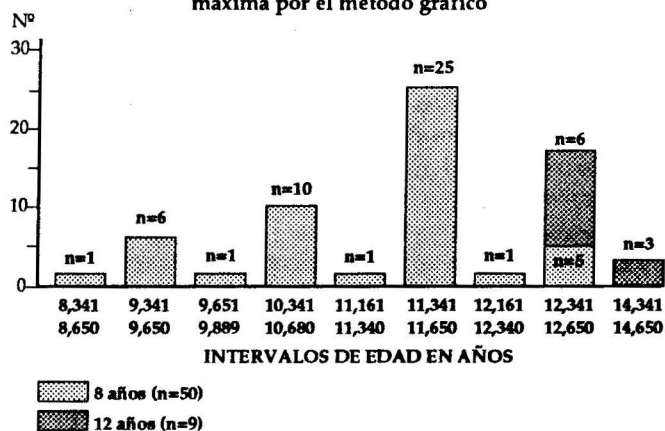
Se calculó la media y la desviación estándar, tanto para los parámetros biológicos obtenidos de la gráfica como para los derivados del modelo; se aplicó una prueba "t" test con un nivel de significación del 5% (17).

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan las medias y la desviación típica de los parámetros biológicos obtenidos por el método gráfico y los derivados del modelo PBI. Se observa que en el primer caso, las niñas del ELAMC iniciaron el brote puberal a los 9,5 años de edad, con una estatura de 134 cm, y habían alcanzado el 83% de su talla adulta, con una velocidad de crecimiento de 4,3 cm/año. El máximo crecimiento en talla ocurrió a los 11,4 años de edad, con una estatura de 146,8 cm y una velocidad de 9 cm/año; en esta edad las niñas habían alcanzado el 90% de su talla adulta. La ganancia en talla adulta entre el inicio del brote puberal y la edad del máximo crecimiento (EPVM) fue de 12,7 cm, y entre éste y la edad adulta, de 16,7 cm. La estatura adulta fue 161,9 cm en promedio. Por el modelo PBI, las niñas iniciaron el brote puberal a los 8,9 años de edad, con una estatura de 130,8 cm, momento en el cual habían alcanzado el 79% de su talla adulta y estaban creciendo a una velocidad de 4,7 cm por año. El máximo crecimiento en talla (PVM) ocurrió a los 11,7 años, con una velocidad de crecimiento de 8,8 cm

GRAFICO 1

Distribución de la muestra de las niñas según pico de velocidad máxima por el método gráfico



CUADRO 1

Parámetros biológicos derivados en 52 niñas del ELAMC. Comparación de Métodos: Gráfico-Ajuste PBI.

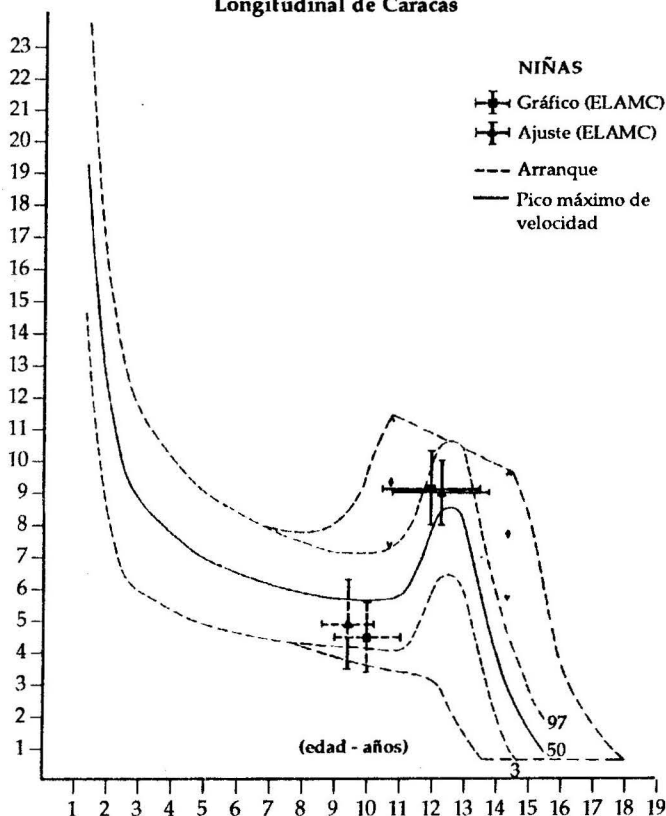
Parámetros Biológicos	Gráfico				Ajuste PBI	
	n	\bar{x}	SD	n=52	\bar{x}	SD
TAD (cm)	13	161,96	5,37	-1,72	163,68	5,07
EA (años)	56	9,51	1,10	0,62	8,88	1,39
EPVM (años)	52	11,43	1,12	-0,28	11,71	1,02
TEA (cm)	56	134,10	5,80	3,31*	130,79	8,24
TEPVM (cm)	52	146,75	5,98	-2,36*	149,11	5,80
VELEA (cm/año)	56	4,27	0,97	-0,40*	4,67	0,84
VELEPVM (cm/año)	52	8,92	1,49	0,17	8,75	1,48
TEA-TEPVM (cm)	38	12,65	4,85	-5,67*	18,32	4,17
TEPVM-TAD (cm)	13	16,68	3,61	1,68	15,00	4,56
TEA-TAD (cm)	11	28,33	2,43	-4,99*	33,32	6,96
% TAD en EA	11	82,55	1,60	3,54*	79,01	4,24
% TAD en PVM	13	89,67	2,34	-0,45	90,12	2,79

* Significativo a nivel de $p < 0,05$.

por año; en esta edad las niñas habían alcanzado el 90% de su talla adulta y medían 149,1 cm. La ganancia entre el inicio del brote puberal y la edad del máximo crecimiento (EPVM) fue de 18,3 cm y entre éste y la edad adulta fue de 15 cm; la estatura adulta fue de 163,7 cm.

Al comparar los parámetros biológicos derivados de las gráficas con los parámetros biológicos derivados del ajuste PB1, se encontró que la edad de inicio por el método gráfico fue 0,62 años (siete meses y medio) más tardía que la edad de inicio derivada de la curva ajustada, la talla a esa edad fue 3,3 cm mayor y la velocidad de crecimiento 0,40 cm/año superior, diferencias estadísticamente significativas. Por el contrario, la edad del máximo crecimiento ocurrió por el método gráfico 0,28 años (tres meses y medio) más temprano, con una estatura 2,4 cm más baja y una velocidad de crecimiento similar, solamente las diferencias en la estatura a esa edad resultaron estadísticamente significativas. La talla final adulta real fue 1,72 cm menor que la talla adulta predicha, mientras que la ganancia puberal fue significativamente menor. Esta diferencia en la talla adulta se debe a: 0,79 cm de diferencia prepuberal, 0,13 cm de diferencia en la ganancia puberal y 0,8 cm al retardo de 0,62 años (siete meses) en el inicio del brote puberal en los valores derivados del ajuste PB1 (Cuadro 1, Gráfico 2).

GRAFICO 2
Parámetros biológicos en una submuestra del Estudio Longitudinal de Caracas



Discusión

Las diferencias significativas encontradas, tanto en una menor edad de inicio del brote puberal con el ajuste PB1, como en una menor talla y un menor porcentaje de talla adulta alcanzado en esa edad, es similar al reportado por otros autores (3, 4) y se encuentra dentro de lo esperado, ya que el ajuste de curvas tiende a dar el inicio del brote puberal en edades más tempranas (2); esto también explica la diferencia significativamente mayor en la ganancia puberal obtenida con el ajuste PB1. La talla derivada del modelo, significativamente más alta en la edad del pico de velocidad máxima, se debe a que éste ocurre, aunque en forma no significativa, tres meses y medio más tarde.

Las jóvenes del ELAMC, tienen un ritmo de maduración dentro de la variabilidad biológica esperada, en relación a las normas de referencia utilizadas, aún cuando difieren de ellas durante la pubertad (18); el peso y la talla más altos, el adelanto en la maduración ósea y el inicio puberal más temprano, son consistentes con un patrón de maduración temprana reportado no sólo en esta muestra (11, 19) sino también en otras poblaciones venezolanas (13, 20, 21-24). En relación al inicio del brote puberal independientemente del método utilizado, este evento ocurre a una edad más temprana que la correspondiente a los valores de referencia británicos.

El patrón de crecimiento y ritmo de maduración distinto de las venezolanas, justifica la utilización de normas nacionales, en particular para la evaluación individual, en donde el *tempo* de maduración es primordial para diferenciar las variantes normales del crecimiento de las verdaderamente patológicas.

Agradecimiento

Agradecemos a Fundacredesa por su apoyo para la realización de este análisis, y a la Fundación Polar y Fundación Cavendes por el financiamiento parcial en el procesamiento de los datos.

PUBERTAL GROWTH IN GIRLS FROM THE CARACAS LONGITUDINAL STUDY. PREECE-BAINES MODEL 1

ABSTRACT Preece-Baines Model 1 (PB1) is used for fitting longitudinal data and for estimating the biological parameters of puberty, including peak height velocity (PHV) and age at PHV, considered the best indicator of the "tempo" of growth. The height of 56 girls from the Caracas Longitudinal Study, who presented a growth spurt, was fitted with this model. This paper presents the estimated biological parameters and compares them with the corresponding ones derived from the unfitted individual curves. Means and standard deviations were calculated and t-testing was performed with a 5% significance

level. Significant differences were found between the estimated variables of the PB1 model and those derived from the graphical analysis, in: age at take-off (TO), height attained and percent of adult height at TO, and also between velocity and height attained at PHV. These findings are in accord with the results of other investigators. TO, independent of the type of analysis, occurred earlier than in British children. *Ann Venez Nutr* 1989; 2: 57-60.

KEY WORDS: Adolescence, growth, child development, longitudinal studies.

Referencias

- Preece MA, Baines MJ. A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Ann Hum Biol* 1978; 1: 1-24.
- Preece MA. Analysis of the human growth curve. En: *Pediatrics and Growth Scientific Proceedings of the 5th. Unigate Workshop*. Ed. D. Barltrop London: Fellowship of Postgraduate Medicine 1978; 77-86.
- Hauspie RC, Wachholder A, Baron C, Cantraine F, Susanne C, Graffar M. A comparative study of the fit of four different functions to longitudinal data of growth in height of Belgian girls. *Ann Hum Biol* 1980; 7: 347-358.
- Hauspie RC, Das SR, Preece MA, Tanner JM. A longitudinal study of the growth in height of boys and girls of West Bengal (India) aged six months to 20 years. *Ann Human Biol* 1980; 7: 429-441.
- Brown T, Townsend GC. Adolescent growth in height of Australian Aborigines analyzed by the Preece-Baines function: a longitudinal study. *Ann Hum Biol* 1982; 9: 495-505.
- Billewicz WZ, McGregor IA. A birth-to-maturity longitudinal study of heights and weights in two West African (Gambian) villages, 1951-1975. *Ann Hum Biol* 1982; 9: 109-320.
- Tanner JM, Hayashi T, Preece MA y Cameron N. Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977: comparison with British and with Japanese Americans. *Ann Hum Biol* 1982; 9: 411-423.
- Tanner JM. Growth as mirror of the condition of society: Secular trends and class distinctions. En: *Human Growth, a Multidisciplinary Review*. Ed. A. Demirjian Taylor and Francis, London-Philadelphia 1986; 3-34.
- Zacharias L, Rand WM. Adolescent growth in height and its relation to menarche in contemporary American girls. *Ann Hum Biol* 1983; 10: 209-222.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Espinoza I, Tomei C, Mendez Castellano H. Diferencias regionales en la talla de los venezolanos. *Fundacredesa*, Caracas 1989.
- López Contreras-Blanco M, Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C. Estudio Longitudinal mixto del Area Metropolitana de Caracas. *Arch Venez de Puer Ped*. 1986; 49: 156-171.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C. Estudios de crecimiento y desarrollo en Venezuela. Comparación con las normas de referencia británicas. *Arch Venez Puer Ped*. 1986; 49: 172-185.
- López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C. Crecimiento y maduración de los venezolanos de las regiones Zuliana, Centro occidental, Nororiental y del Area Metropolitana de Caracas. En: *La familia y el niño iberoamericano y del Caribe*. 1.º Simposio. Ed. H Méndez Castellano, Caracas 1987 (en prensa).
- Tanner JM, Whitehouse RH, Marubini E, Resele LF. The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Ann Hum Biol* 1976; 3: 109-126.
- Tanner JM, Whitehouse RH y Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity. British children. *Arch Dis Child* 1966; 41: 454-471.
- Brown T. The Preece-Baines growth function demonstrated by personal computer: a teaching and research aid. *Ann Hum Biol* 1983; 10: 487-489.
- Spiegel MR. Estadística. Serie Schaum. Futura S.A. México 1983.
- Marshall WA, Tanner JM. Variation in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Chil* 1969; 44: 291-303.
- Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C, López Contreras M. Estimación de la edad de la menarquia en un estudio longitudinal. Comparación de métodos. *Act Cient Venez* 1989; 40: 215-221.
- Kohn de Brief I. Edad de la menarquia en estudiantes venezolanas residenciadas en el Area Metropolitana de Caracas. *Escuela de Sociología y Antropología. Facultad de Economía. Universidad Central de Venezuela*. Caracas 1972. •
- Tovar E, Contreras C. Edad de la menarquia en la zona metropolitana. *Act Cient Venez* 1976; 23: 119.
- Pereira de Limongi I. El desarrollo puberal de los adolescentes venezolanos. *Act Cient Venez* 1977; 28: 160-174.
- Pereira de Limongi I, Izaguirre de Espinoza I, Mila de la Roca A. El desarrollo sexual de escolares del Area Metropolitana de Caracas. *Act Cient Venez* 1980; 31: 296-300.
- Farid de Coupal N, López Contreras M, Méndez Castellano H. The age at menarche in Carabobo, Venezuela, with a note in the secular trend. *Ann Hum Biol* 1981; 8(3): 283-288.