

Evaluación antropométrica de la maduración física del púber¹

Isbelia Izaguirre de Espinoza

La pubertad es la expresión física de la maduración gonadal y se debe diferenciar de la "adolescencia", ya que esta última implica no solo el cambio biológico, sino también social, psicológico y conductual, que ocurre en una de las etapas más importantes en la vida de un ser humano.

Físicamente se caracteriza, por una aceleración del crecimiento seguida de una desaceleración, lo que constituye el llamado "brote puberal" (1); aparición de los caracteres sexuales secundarios y su evolución hasta alcanzar la etapa de adulto (2,3), modificación en la cantidad y distribución del tejido adiposo subcutáneo (4) y aumento de la masa muscular, especialmente en el varón (5). Estos eventos puberales ocurren de manera secuencial, de modo que utilizando la metodología adecuada, permite medirlos, y establecer de una forma bastante precisa las variaciones individuales en lo que se refiere al ritmo o "tempo" de maduración (6).

La evaluación física de la maduración del púber se realiza, mediante el uso de técnicas auxológicas; dentro de estas tenemos, en primer lugar el análisis del comportamiento de sus curvas de crecimiento en talla y peso, composición corporal, variables de desarrollo sexual: genitales en el varón, glándula mamaria en la niña, vello pubiano en los dos (2,3), tamaño del testículo (7) y edad de la menarquia (8,9); y las variables de desarrollo óseo o maduración esquelética, estudiadas mediante el análisis de una radiografía de muñeca y mano izquierda, para la determinación de la Edad Osea (10).

Al realizar la evaluación es importante relacionar la estatura del púber no solo con el valor de referencia, sino con su familia. Para esto se calcula mediante fórmulas sencillas el potencial genético en talla de los padres; se toma en consideración el sexo del paciente y el dimorfismo sexual en esta variable, que depende de la referencia poblacional utilizada (11,12).

Al analizar el seguimiento en el tiempo de las variables antropométricas, se pueden caracterizar algunos eventos puberales importantes; la edad de inicio (EA) del brote puberal en talla, que por definición es el momento en que el niño está creciendo a la menor velocidad prepuberal (1), en el varón venezolano ocurre a los $11,56 \pm 1,18$ años con una velocidad de $4,47 \pm 1,20$ cm/año y en las niñas a los $9,53 \pm 1,22$ años con una velocidad de $4,60 \pm 0,96$ cm/año. A partir de este momento se produce una aceleración del crecimiento hasta alcanzar la máxima velocidad (PVM), es decir, la edad cuando el púber está creciendo a su mayor velocidad puberal (1); la EPVM en

el varón es a los $13,51 \pm 1,11$ años con una velocidad de $9,62 \pm 1,65$ cm/año y en las niñas a los $11,69 \pm 1,03$ años con una velocidad de $8,64 \pm 1,39$ cm/año (13). El patrón dinámico de crecimiento en esta variable, revela un comportamiento similar en ambos sexos, pero con diferencias estadísticamente significativas en el ritmo o "tempo" de maduración: las niñas inician el brote puberal y alcanzan su máxima velocidad de crecimiento, 2,03 y 1,82 años respectivamente más temprano que los varones y con una velocidad en el PVM significativamente menor; este patrón de dimorfismo sexual es similar a lo encontrado en otras poblaciones (14-19).

Durante el crecimiento y muy especialmente en la pubertad, ocurren cambios en la composición corporal, cuya identificación tiene importancia no solo diagnóstica, sino por el valor preventivo que representa en relación a la salud del adulto. Para la caracterización del comportamiento de los tejidos adiposo y muscular, así como también del patrón de distribución de grasa, se utilizan entre otras, las variables antropométricas: pliegue del tríceps (Ptr), pliegue subescapular (Psub), circunferencia media del brazo (CB), circunferencia de cintura (CiCi), circunferencia de cadera (CiCa) y circunferencia de muslo (CiMu). Con la combinación de Ptr y CB, mediante fórmulas matemáticas se determinan el Área Muscular (AM) y el Área Grasa (AG), indicadores indirectos de reserva proteica y calórica respectivamente (20-22). El patrón de distribución de grasa se identifica, con la sumatoria de los pliegues tríceps y subescapular (Ptr+Psub) y su ubicación en relación a percentiles (21); de igual forma los índices de centripetalidad ($Psub/Ptr+Psub$) X 100, Ci/Ca al final de la adolescencia y Ci/Mu en los niños, son buenos indicadores en la caracterización de la distribución de grasa central y periférica (4,23-27). En los púberes venezolanos, estudiados en el Proyecto Venezuela (28), se encontró al igual que otros autores (4), un aumento en los depósitos de grasa troncular; entre los

-
1. Presentado en la XXXIV Jornadas Nacionales de Pediatría "Dr. Hernán Méndez Castellano". Margarita-Septiembre 1998. Capítulo de Crecimiento y Desarrollo de la Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría

Solicitar copias a: Isbelia Espinoza. Departamento de Coordinación Docente de FUNDACREDESA. Apartado postal 61660 Caracas 1060-A. E-mail iizagui@reacciun.ve

8,0 a 14,0 años las niñas son más adiposas que los varones, a partir de esta edad, los varones tienen un índice de centripetalidad mayor (29).

La valoración de la maduración sexual, se hace por inspección directa de los caracteres sexuales secundarios, siguiendo la metodología de Marshall y Tanner para genitales, glándula mamaria y vello pubiano (2-3); el tamaño del testículo mediante la comparación con el orquidómetro de Prader (7) y la edad de la menarquia, la cual se determina mediante tres métodos: "edad real" o edad precisa en la cual ocurrió la primera menstruación, "edad de la visita" llamada también "Método Status Quo" se usa en estudios poblacionales, y la "edad del intervalo" la cual resulta del cálculo del punto medio del intervalo entre la visita premenárquica y la visita posterior a este evento (8,9,30). Los resultados obtenidos se llevan a las distribuciones percentilares del Proyecto Venezuela (31) y del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (13); se considera maduración temprana, la ubicación del estadio de desarrollo sexual entre los percentiles 90 y 97 de la referencia, y maduración tardía entre los percentiles 10 y 3 (10,12).

En los niños venezolanos la primera manifestación puberal representada por genitales (G2), ocurre a los $11,54 \pm 0,03$ años; en las niñas (GM2) a los $10,72 \pm 0,02$ años. El inicio puberal para vello pubiano ocurre en el varón a los $12,78 \pm 0,02$ años y en las niñas a los $11,37 \pm 0,02$ años. Para nuestra población se obtuvieron valores de aparición de vello axilar: $13,85 \pm 0,02$ y $12,18 \pm 0,02$ años en los varones y niñas respectivamente. La edad de la menarquia (EM) en las niñas venezolanas es a los 12,65 años, con una variabilidad entre 10,67 años (percentil 97) y 14,64 años (percentil 3) (31).

La edad ósea (EDO) refleja la verdadera edad biológica del niño o adolescente; para su determinación se toman en cuenta los cambios o transformaciones que sufren las epífisis de los huesos largos y los huesos del carpo durante el crecimiento. En el momento del nacimiento solo son visibles las diáfisis, a medida que el niño avanza en edad aparecen las epífisis, las cuales adquieren una serie de características que indican su grado de madurez y el cartílago de crecimiento va desapareciendo hasta alcanzar el hueso la forma adulta. En ese momento finaliza el crecimiento, independientemente de la edad cronológica del joven.

La EDO se obtiene mediante el análisis de una radiografía de muñeca y mano izquierda, los dos métodos más conocidos son: el Método de Greulich-Pyle (32) y el Método TW2 (33). Es determinante en la caracterización del ritmo o "tempo" de maduración del niño y se usa además en la predicción de la talla adulta; esta se puede obtener por varios métodos: el más conocido es el de Bayley-Pinneau, el cual se basa en el porcentaje de talla adulta alcanzado con determinada edad ósea (analizada por el Método de Greulich-Pyle) y el Método TWMC (Tanner- Whitehouse-Marshall-Carter), utilizando coeficientes estimados para la talla, edad cronológica decimal y edad ósea analizada por el Método TW2 (33,34,10,12). La talla predicha se relaciona con el potencial genético de los padres, y es de gran utilidad en la caracterización de las

variantes normales o patológicas del crecimiento (35).

En el crecimiento normal existe una gran variabilidad; en una misma población encontramos niños que crecen y maduran más temprano o más tarde que el promedio y que conforman los llamados "maduradores tempranos" y los "maduradores tardíos" (6,36). En el Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (ELAMC), los varones de maduración temprana resultaron más altos que los promedio y estos a su vez, más que los tardíos; a los 13,0 años de edad se encontró la máxima diferencia, cuando el percentil 50 de los tempranos alcanza el percentil 90 de los promedio; a los 14 y 15 años, el percentil 50 de los tardíos se ubica en el percentil 3 de los promedio. En las niñas, las diferencias son mayores, a los 11 años el percentil 50 de las maduradoras tempranas corresponde al percentil 97 de las promedio y a los 12,5 años el percentil 50 de las tardías corresponde al percentil 3 de las promedio. El crecimiento dinámico, de forma similar presentó diferencias altamente significativas entre estos tres tipos de maduración, tanto en la edad de inicio del brote puberal en talla, como en el momento de máxima velocidad (PVM); la magnitud del PVM evidenció un gradiente de mayor a menor según la maduración: temprano > promedio > tardío (13,37,38).

Analizando las variables de desarrollo sexual en un contexto dinámico, se encontró un inicio puberal (G2) en el varón de maduración temprana a los $10,45 \pm 0,4$ años, en el promedio a los $12,00 \pm 0,3$ años y en el tardío a los $13,24 \pm 0,4$ años; las niñas de maduración temprana tienen un inicio puberal (GM2), a los $8,48 \pm 0,5$ años, las de maduración promedio a los $10,38 \pm 0,6$ años y las de maduración tardía a los $12,12 \pm 0,2$ años. El estadio adulto (G5) lo alcanzan los varones a los $13,95 \pm 0,5$, $15,65 \pm 0,7$ y $17,70 \pm 0,4$ años respectivamente según su "tempo" de maduración; en las niñas GM5, a los $12,60 \pm 0,7$, $14,81 \pm 0,6$ y $16,41 \pm 0,6$ años. La edad de la menarquia a los $10,55 \pm 0,5$ años en las maduradoras tempranas, $12,66 \pm 0,7$ años en las maduradoras promedio y $14,52 \pm 0,7$ años en las tardías (13,29).

Existen diferencias importantes en el crecimiento y la maduración del púber venezolano, cuando se lo compara con la referencia internacional; se comporta como un madurador temprano y tiene una composición corporal distinta (menos músculo y más grasa troncular) (39). Estas diferencias se deben tomar en consideración, cuando se realiza su evaluación desde el punto de vista auxológico, con fines no solo diagnósticos, sino durante el seguimiento y monitorización de innumerables casos clínicos.

Referencias

1. Tanner JM, Whitehouse RH, Marubini E. The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Ann Hum Biol* 1976; 3:109-126
2. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969;44:291-303
3. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970;45:13-23.
4. Johnston FE. Development aspects of fat patterning. En: M Hernández and J Argente (eds) *Human Growth Basic and Clinical Aspects*. Elsevier Science Publication 1992.

5. Malina RM. Growth of muscle tissue and muscle mass. En: *Human Growth a Comprehensive Treatise* (ed) F Falkner and JM Tanner. New York and London Plenum Press 1986.
6. Tanner JM. *Foetus into man: Physical growth from conception to maturity*. London Open Books Publ Ltd 1978.
7. Prader A. Testicular size: assessment and clinical importance. *Triangle* 1966;7:24.
8. Tanner JM. *Growth at adolescence*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 1962.
9. De Wijn JF. Estimation of age at menarche in a population En: *Somatic growth of the Child*. JJ Van Der Werff Ten Bosch. A Haak (eds). Holland HE Stenfert Kroese Leiden. 1966.
10. Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C, Sileo E. Evaluación de la Maduración. En: M López-Blanco y M Landaeta-Jiménez (eds) *Manual de Crecimiento y Desarrollo*. Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. S.V.P.P. Fundacredesa- Lab Sero. Caracas. 1991.
11. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M. Evaluación del Crecimiento. En: M López-Blanco y M Landaeta-Jiménez (eds) *Manual de Crecimiento y Desarrollo*. Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. S.V.P.P. Fundacredesa-Lab.Serono. Caracas 1991.
12. Espinoza I. Guía práctica para la evaluación antropométrica del crecimiento, maduración y estado nutricional del niño y adolescente. *Arch Ven Puer Ped* 1998; Vol 61. Suplemento 1.
13. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab Verardy L, Ceballos JL, Bosch V, Angulo-Rodríguez N, Fossi M, Mijares A, Méndez de Mijares M. Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas. Informe Final. CONICIT. Caracas. (Mimeo). 1995.
14. López-Blanco M. Growth is a mirror of conditions of a developing society : the case of Venezuela. En: *Eassys on Auxology presented to James Mourilyan Tanner by Former Colleagues and Fellows*. Hauspie R, Lingred G, Falkner F (eds). Castlemead Publication 1995; pp 312-321.
15. Tanner JM, Whitehouse RH and Takaishi M. Standars from birth to maturity for heigth, weight, height velocity and weight velocity: *British Children*. *Arch Dis Child* 1966; 41:454-471. II 41: 613-635.
16. Tanner JM, Davies PSW. Clinical longitudinal standars for height and heigth velocity for North American Children. *J Ped* 1985;107:317-329.
17. Guo S, Siervogel RM, Roche AF, Cameron CWM. Mathematical modelling of human growth: a comparative study. *Am J Hum Biol* 1992; 4:93-104.
18. Hauspie RC, Wachholder A. Clinical standars for growth velocity in height of Belgian boys and girls, aged 2 to 18 years. *Int J Anthrop* 1986; 4: 339-348.
19. Vargha P, Eiben OG, Farkas M et al. Percentiles of the human growth velocity based on the Budapest Longitudinal Growth Study. *Anthrop Kozl* 1991;33:81-86.
20. Henríquez Pérez G, Hernández Valera Y, Correa de Alfonso C. Evaluación Nutricional Antropométrica. En: M López-Blanco y M Landaeta-Jiménez (eds) *Manual de Crecimiento y Desarrollo*. Capítulo Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. SVPP. Fundacredesa- Lab Sero. Caracas. 1991.
21. Frisancho AR. *Anthropometric Standars for the assessment of growth and nutritional status*. Ann Arbor: University of Michigan Press. 1993.
22. Landaeta-Jiménez M, López-Blanco M, Méndez Castellano H. Arm muscle and fat areas: reference values for children and adolescent. *Proyect Venezuela. Auxology 94 Humanbiol Budapest* 1994;25: 555-562.
23. Hediger M and Katz S. Fat patterning overweight and adrenal androgen interaction in black adolescent females. *Hum Biol* 1986; 58 (4): 586-600.
24. Deutsch M, Muller WH, Malina R. Androgeny in fat patterning in association with obesity adolescent and young adults. *Ann Hum Biol* 1985;12: 275-286.
25. Muller WH, Wear MI, Hanis CL, Barton SA. Body circumferences as alternatives to skinfold measurement of body fat distribution in mexican-americans. *Int J Obes* 1987; II: 309-318.
26. Muller WH, Marbella A, Harrist RB, Kaplowitz HJ. Body circumferences as alternatives to skinfold measures of body fat distribution in children. *Ann Hum Biol* 1989;16(6):495-506.
27. Pontiles M, Solano L, Sánchez A. Índice cintura/muslo en un grupo de niños de preescolares de una zona marginal de Valencia. *Arch Ven Puer Ped* 1997;60 (1):21-23.
28. Méndez-Castellano H y col. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos. Proyecto Venezuela. Tomo 2. Escuela Técnica Popular "Don Bosco" Caracas. 1995.
29. Izaguirre-Espinoza I. Crecimiento y Maduración del Púber Venezolano. Una visión integral. Presentado en el Simposio: Crecimiento y Nutrición del Púber Latinoamericano. XI Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición "Dr Abraham Horwitz" SLAN. Guatemala. 1997.
30. Izaguirre de Espinoza I, Macías de Tomei C, López-Contreras de Blanco M. Estimación de la edad de la menarquia en un estudio longitudinal. *Comparación de métodos*. *Acta Cient Venez* 1989;40:165-240.
31. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Crecimiento y Desarrollo Físico. En: H Méndez H Castellano (ed). *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela*. Ed Saleciana. Vol II Caracas 1995.
32. Greulich WW, Pyle SI. *Radiographic Atlas by skeletal development of the hand and wrist*. 2a. ed. California. Stanford University Press. 1959.
33. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJL. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method) 2a. ed. London Academic Press. 1983.
34. Bayley N, Pinneau S. Tables for predicting height from skeletal age. *J Pediatr* 1952;14:432-435.
35. López-Blanco M, Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, Landaeta-Jiménez M, Lanes R. Crecimiento y Maduración: Orientación Diagnóstica. En: M López-Blanco y M Landaeta-Jiménez (eds). *Manual de Crecimiento y Desarrollo*. Capítulo de Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. SVPP. Fundacredesa-Lab Sero. Caracas 1991.
36. Bogin B. *Pattern of human growth*. Cambridge. Cambridge University Press. 1988.
37. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab-Verardy L. Differences in growth en early, average and late maturers of the Caracas Mixed Longitudinal Study. *Auxologyí* 94. *Humanbiol. Budapest* 1994; 25: 341-348.
38. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab-Verardy L. Growth in stature in early, average and late maturing children of the Caracas Mixed Longitudinal Study. *Am J Hum Biol* 1995; 7: 517-527.
39. López-Blanco M, Espinoza I, Macías-Tomei C, Blanco-Cedres L. Maduración Temprana: Factor de riesgo de sobrepeso y obesidad durante la pubertad ?. 1998 (en prensa) *Arch Lat Nutr*.