

Estudio longitudinal multidisciplinario de desarrollo puberal. Evolución de los parámetros antropométricos clínicos y de la composición corporal en función de la maduración puberal

R. Clivillé, J. Fernández Ballart, J. Salas, A. Feliu, R. González Hidalgo y C. Martí Henneberg

Unidad de Pediatría, Departamento de Medicina y Cirugía, División VII, Universidad de Barcelona.

RESUMEN

Los cambios de los parámetros antropométricos que acontecen durante la pubertad, han sido repetidamente descritos en relación a la progresión de la edad cronológica.

Este trabajo, partiendo de un estudio longitudinal, ha analizado cuál era la edad en que la variabilidad de la maduración puberal era máxima. Así, se han escogido los varones de trece años y las hembras de doce años. En ellos se han descritos parámetros antropométricos clínicos y de composición corporal en relación a los estadios puberales.

Parámetros esenciales como peso, talla, densidad corporal, masa grasa y área muscular del brazo muestran diferencias estadísticamente significativas en relación a la maduración puberal, en ambos sexos. Así como con el índice de volumen testicular en el varón.

Observamos en el varón un claro paralelismo en la progresión del peso y la talla, en relación a la maduración puberal, siendo menos manifiesta en la hembra.

Con todo ello se pretende llamar la atención del pediatra sobre la distinta significación clínica de una medida antropométrica o de composición corporal durante la pubertad, según sea el nivel madurativo del individuo que se evalúa.

PALABRAS CLAVE: Estudio longitudinal. Antropometría. Pubertad. Composición corporal.

SUMMARY

The anthropometric parameters changes that happens during the puberty, has been repeatedly described in relation to the progression in chronologic age. This study leaving from a longitudinal study has analyzed what

was the age in which the variability of the pubescent maturation was the greatest. So, have choosen the 13 years old males and the 12 years old females. In them, have described the clinical anthropometric parameters and those from the body composition in relation to the puberty stax.

Essential parameters like wheight, height, body density, fat mass, and the arm's muscle area, demonstrate differences significative statistics in relation to the pubescent maturation in both sexes. So like with the index of the testicle volume in the male.

Observed in the male a clear parallelim in the progresion of the wheight and height in relation to the pubescent maturation, being less obvius in the female.

From all that, pretend to catch the pediatric's attention on the different clinical signification of one anthropometric measure or body composition during the puberty, according as the maturative level of the individual who's evaluating.

KEY WORDS: Longitudinal study. Anthropometry. Puberty. Body composition.

INTRODUCCION

La pubertad constituye un periodo crítico de los cambios biológicos y psicológicos que tienen lugar en cada individuo (1).

Tanto la duración como la secuencia de estos cambios varían de un individuo a otro, y se desconoce en la actualidad el mecanismo fisiológico íntimo del ritmo puberal (2).

Varios autores han descrito los cambios que constituyen la pubertad (3-11):

1. Aceleración y posterior desaceleración del crecimen-

to esquelético, que acontece unos dos años antes en la hembra que en el varón, alcanzando los precoces unos valores de la velocidad máxima de crecimiento más elevados que los tardíos. Las diferencias sexuales más aparentes desarrolladas en la pubertad, son la mayor estatura y el mayor diámetro biacromial en el varón, y el diámetro bicrestal mayor en la hembra.

2. Cambios de la composición corporal a consecuencia del crecimiento esquelético y muscular, junto con modificaciones en la cantidad y distribución de la grasa, diferentes para ambos sexos.
3. Aparición de los caracteres sexuales secundarios.

Existen numerosos estudios antropométricos en los que se describen estos cambios referidos a la edad cronológica (11-14). Sin embargo, son escasas las descripciones de estos cambios según el nivel de maduración puberal (15, 16).

En el transcurso de un estudio longitudinal que comprende diferentes aspectos del desarrollo puberal en varones y hembras normales, hemos podido observar que en relación a la evolución de los caracteres sexuales secundarios, aparece una mayor dispersión a la edad de trece años en los varones y de doce años en las hembras. Por ello, este trabajo pretende describir la evolución de las variables antropométricas clínicas y de composición corporal, en relación a la maduración puberal del varón y la hembra, en estas edades precisas; con la finalidad de llamar la atención del pediatra sobre el distinto significado de un dato antropométrico o de composición corporal, según sea el nivel madurativo de un individuo durante la pubertad.

MÉTODOS

Se trata de un estudio longitudinal de 330 varones valorados al cumplir los once, doce y trece años; y de 243 hembras valoradas al cumplir los diez, once y doce años. Son todos los varones y todas las hembras nacidos el primer semestre de 1976 y 1977, respectivamente, en la ciudad de Reus, de 96.458 habitantes. En la tabla I se muestra la distribución de la muestra, según el mes de nacimiento, al iniciar el estudio.

Se ha registrado un 13,1 por 100 de abandonos a lo largo de los tres años.

Se valoraron: talla en bipedestación, peso, diámetros biacromial y bicrestal, pliegues cutáneos y perímetro del brazo (4) mediante la utilización de aparatos Holtain. Se han generado variables antropométricas: índice de Quetelet [peso/talla(2)], densidad (17), porcentaje de

Tabla I. Distribución de la muestra

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Hembras	45	44	35	37	41	41
Varones	50	51	62	64	47	56

masa grasa (18), y áreas del brazo (19). La maduración puberal se ha valorado según los estadios de Tanner (3), considerando en los varones que definía el estadio el desarrollo genital y en las hembras el desarrollo mamario (12, 20). En las figuras 1 y 2 se expone la distribución de la muestra según el estadio puberal y la edad, en varones y hembras, respectivamente. Se calculó también el índice de volumen testicular (IVT) (21).

Se ha practicado un análisis de varianza con los datos antropométricos, año tras año, según el estadio puberal.

RESULTADOS

En las figuras 3 y 4 observamos la evolución de las medias de la talla y peso, porcentaje de masa grasa y área muscular del brazo, respectivamente, en los varones de trece años y en las hembras de doce años, según el estadio puberal. En la figura 5 se muestran la media y desviaciones estándar del IVT en los varones de la misma edad.

En las tablas II y III se muestra la media y desviación

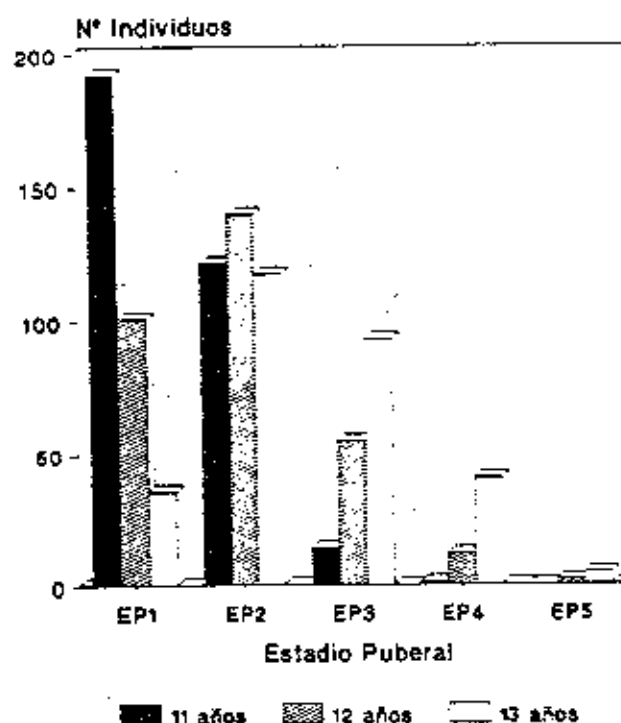


FIG. 1.—Distribución de los varones según edad y estadio puberal.

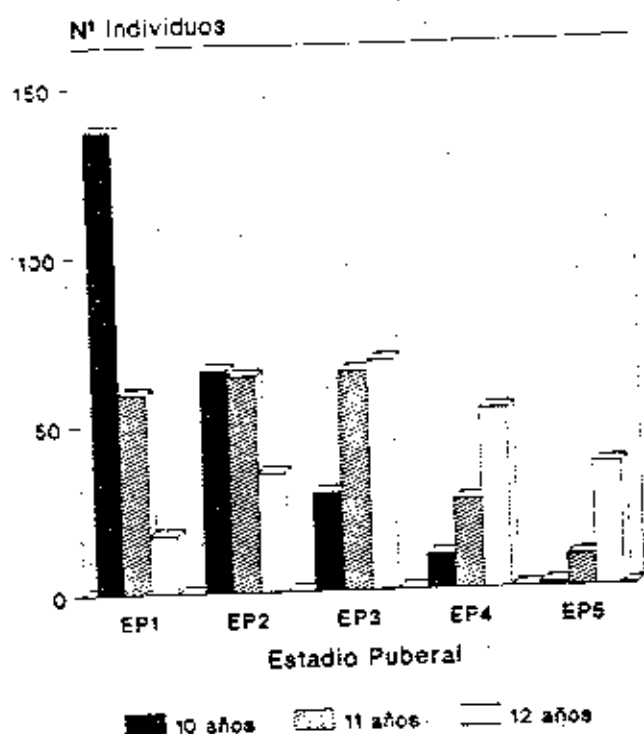


FIG. 2.—Distribución de las hembras según edad y estadio puberal.

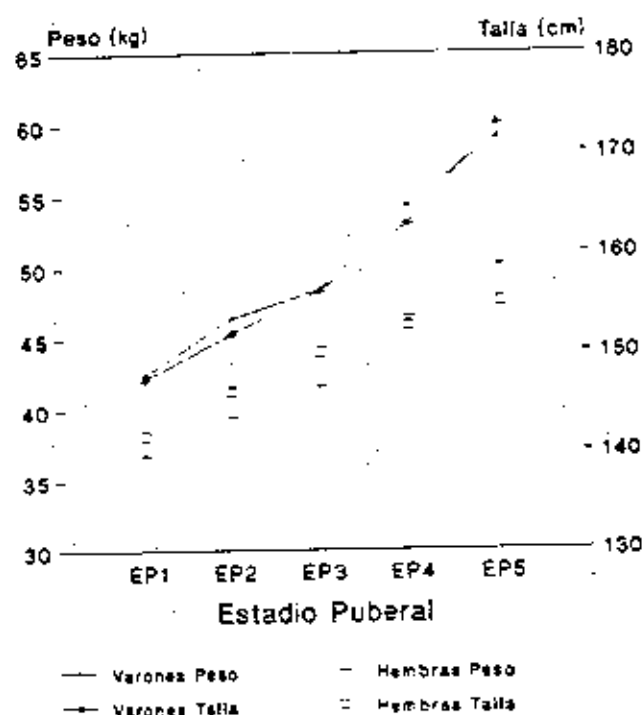


FIG. 3.—Peso y talla en varones de trece años y hembras de doce años, según estadio puberal.

estándar de todas las variables antropométricas según el estadio puberal, en los varones a los trece años y en las hembras a los doce años, respectivamente.

En el análisis de varianza practicado cada año según el estadio puberal, hemos encontrado diferencias significa-

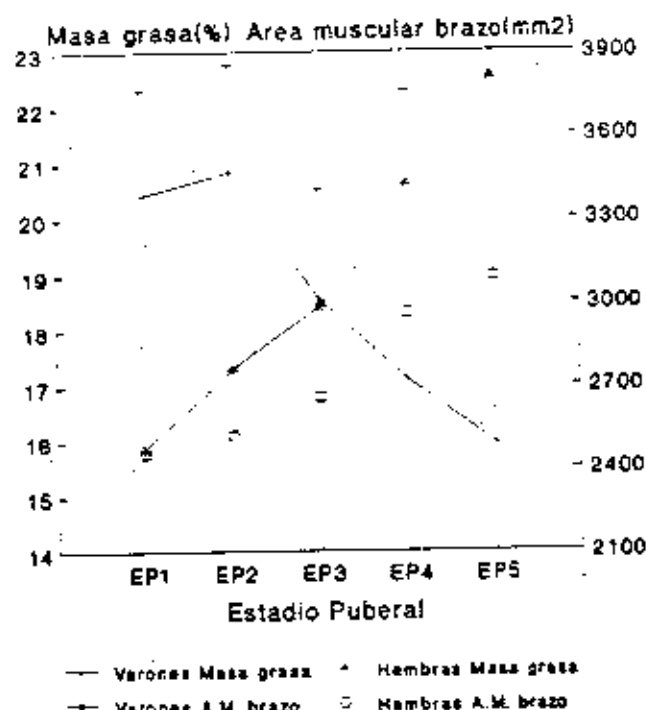


FIG. 4.—Masa grasa y área muscular del brazo en varones de 13 años y hembras de 12 años según estadio puberal.

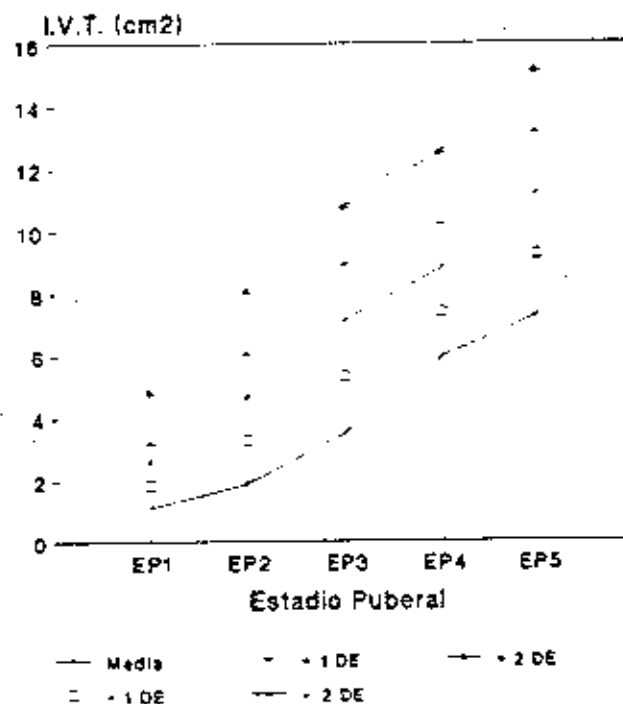


FIG. 5.—Índice de volumen testicular en varones de 13 años, según estadio puberal. Media y desviaciones estándar.

tivas en todos los parámetros a los doce años en las hembras (tabla III) a excepción del pliegue bicipital. Mientras que en los varones (tabla II) sólo no existen diferencias significativas en las medidas del pliegue subescapular, perímetro del brazo, índice de Quetelet y área total del brazo.

Tabla II. Antropometría y estado puberal. Varones de trece años

Variable	EP1 (n. 36)	EP2 (n. 118)	EP3 (n. 93)	EP4 (n. 41)	EP5 (n. 5)	P
Peso	42,43	46,39	48,37	54,25	59,04	< 0,001
(kg.)	(10,5)	(9,49)	(7,60)	(8,27)	(9,99)	
Talla	147,27	151,88	156,11	162,87	172,84	< 0,001
(cm)	(6,01)	(6,18)	(5,99)	(7,02)	(7,12)	
D. biacromial	31,84	33,09	34,17	35,74	36,63	< 0,001
(cm)	(1,81)	(2,18)	(1,57)	(1,86)	(1,90)	
D. bicrestal	23,23	24,00	24,43	25,41	25,96	< 0,001
(cm)	(1,82)	(1,60)	(1,44)	(1,72)	(0,65)	
P. tricipital	15,80	14,99	12,64	10,27	9,34	< 0,001
(mm)	(8,02)	(5,94)	(5,43)	(4,30)	(6,58)	
P. bicipital	7,78	7,60	6,24	4,95	4,46	< 0,001
(mm)	(4,96)	(3,55)	(3,28)	(1,77)	(2,08)	
P. subescapular	9,92	9,34	7,65	7,87	7,08	NS
(mm)	(7,80)	(6,26)	(4,41)	(7,19)	(2,84)	
P. suprailíaco	10,55	11,69	9,07	7,50	8,52	< 0,05
(mm)	(8,88)	(8,78)	(6,71)	(4,27)	(7,40)	
P. brazo	22,52	23,11	23,28	23,90	24,76	NS
(cm)	(3,36)	(3,77)	(2,73)	(2,23)	(2,65)	
l. quetelet	19,38	20,02	19,81	20,40	19,75	NS
	(3,45)	(3,22)	(2,68)	(2,51)	(2,96)	
Densidad	1,052	1,051	1,057	10,60	1,062	< 0,001
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	
M. grasa	20,42	20,84	18,56	17,11	15,96	< 0,001
(%)	(7,28)	(6,37)	(5,58)	(4,63)	(6,63)	
A. total brazo	4.126,12	4.365,63	4.374,84	4.586,95	4923,29	NS
(mm ²)	(1.258,22)	(1.253,37)	(1.048,17)	(856,78)	(1.056,48)	
A. muscular br.	2.473,72	2.759,94	2.986,06	3.422,38	3.811,73	< 0,001
(mm ²)	(449,33)	(606,15)	(517,08)	(523,15)	(635,38)	
A. grasa br.	1.652,39	1.605,68	1.388,77	1.164,66	1.111,56	< 0,01
(mm ²)	(1.018,82)	(799,35)	(708,25)	(346,08)	(851,29)	
IVT	2,60	4,66	7,12	8,78	11,18	< 0,001
(cm ³)	(0,65)	(1,39)	(1,81)	(1,42)	(1,95)	

NS, no significativo. EP, estadio puberal.
Media y desviación estándar.

DISCUSIÓN

Los sujetos que han realizado la exploración han sido los mismos a lo largo de los tres años, por lo que se ha obtenido una variabilidad aceptable en las medidas, semejante a las presentadas por otros investigadores (13, 22-26).

En las figuras 1 y 2 se observa la diferencia del inicio de la pubertad entre varones y hembras. En las hembras, a pesar de ser un año más jóvenes que los varones, a los diez años ya se detecta un número elevado de niñas en esta-

dios avanzados, lo que no ocurre en los varones hasta los doce años, observándose una diferencia promedio de dos años en el inicio de la pubertad entre ambos sexos. También en estas figuras se aprecia que en los varones la edad de máxima variabilidad puberal se sitúa a los trece años, y en las hembras a los doce años.

Tal como hemos manifestado, los resultados aquí expuestos forman parte de un estudio longitudinal multidisciplinario durante la pubertad. No se ha pretendido redescubrir la evolución de los parámetros madurati-

Tabla III. Antropometría y estado puberal. Hembras doce años

Variable	EP1 (n: 17)	EP2 (n: 35)	EP3 (n: 65)	EP4 (n: 53)	EP5 (n: 36)	P
Peso	36.79	39.47	41.60	46.49	50.10	<0.001
(kg.)	(9.33)	(7.03)	(6.64)	(6.32)	(7.43)	
Talla	141.70	146.03	150.01	152.62	154.97	<0.001
(cm)	5.50	6.41	6.27	5.36	5.61	
D. biacromial	30.00	31.10	31.75	32.82	33.26	<0.001
(cm)	(1.87)	(2.00)	(1.27)	(1.54)	(1.55)	
D. bicrestal	21.15	22.01	22.42	23.29	24.69	<0.001
(cm)	(2.02)	(1.76)	(1.51)	(1.43)	(1.67)	
P. tricipital	15.10	15.68	15.51	14.87	15.50	<0.05
(mm)	(6.76)	(6.10)	(4.79)	(4.71)	(4.12)	
P. bicipital	7.93	8.25	7.25	9.07	7.92	NS
(mm)	(3.66)	(4.12)	(2.48)	(3.34)	(2.02)	
P. subescapular	9.88	8.62	8.21	9.07	10.47	<0.01
(mm)	(7.69)	(4.83)	(4.62)	(3.34)	(3.84)	
P. supraliaco	9.29	9.46	7.84	9.64	10.74	<0.01
(mm)	(7.61)	(6.71)	(4.02)	(4.88)	(4.46)	
P. brazo	22.91	22.69	22.46	23.87	24.45	<0.001
(cm)	(3.51)	(2.45)	(2.51)	(2.54)	(2.14)	
I. Quetelet	18.18	18.46	18.43	20.02	20.79	<0.001
	(3.76)	(2.72)	(2.35)	(3.04)	(2.44)	
Densidad	1.048	1.049	1.052	1.048	1.047	<0.01
	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	
M. grasa	22.32	22.77	20.32	22.30	22.50	<0.01
(%)	(4.73)	(4.69)	(3.32)	(2.65)	(2.51)	
A. total brazo	4.020.56	4.146.15	4.063.40	4.587.86	4.793.78	<0.001
(mm ²)	(1.314.15)	(939.37)	(896.52)	(977.56)	(835.10)	
A. muscular br.	2.455.11	2.521.67	2.660.78	2.960.34	3.090.53	<0.01
(mm ²)	(553.61)	(317.50)	(430.96)	(468.76)	(423.08)	
A. grasa br.	1.565.45	1.624.48	1.404.61	1.627.52	1.733.15	<0.05
(mm ²)	(887.64)	(765.79)	(610.98)	(633.36)	(548.10)	

NS: no significativo. EP: estado puberal.
Media y desviación estándar.

vos clínicos en función de la edad cronológica, en cuyo caso las medidas antropométricas y de caracteres sexuales secundarios se habrían practicado cada tres o seis meses, y no cada doce meses como hemos expuesto en la metodología.

El interés de nuestro trabajo reside en la descripción de las variables antropométricas y de composición corporal según el estadio puberal, en los varones de trece años y en las hembras de doce años, no habiendo encontrado referencias en nuestro medio para poderlos comparar, ya que habitualmente los estándares de la población se refieren a edad y no a desarrollo puberal. Debemos tener

en cuenta que la valoración por el pediatra de una medida antropométrica a una edad determinada y durante la pubertad, no tiene la misma significación clínica según en qué estadio del desarrollo puberal está el individuo que se evalúa.

Billewicz y cols. (15) presentan un estudio de talla y peso según la edad y estadio puberal. Nuestra población masculina, a igual edad, talla y estadio puberal, tiene un peso más elevado. Mientras que en las hembras la relación peso/talla, según el estadio puberal, en el artículo citado (15), es semejante a la encontrada por nosotros, excepto las hembras prepube-

res que pesan más que las nuestras a lo largo de los tres años.

Si analizamos la figura 3, observamos que existe un paralelismo entre el aumento de peso y de talla a medida que avanza el estadio puberal en los varones, pero no en las hembras, en las que a partir del estadio tercero se incrementa más el peso que la talla.

En los varones encontramos también paralelismo entre estas variables antropométricas y el incremento del área muscular del brazo (fig. 4), mientras que en las hembras dicho área aumenta al mismo ritmo que el peso, pero no que la talla, al avanzar el estadio puberal.

Estas relaciones tienen lugar al mismo tiempo que decrece la proporción de masa grasa en los varones, no detectándose cambios sustanciales en las hembras.

Estos resultados sugieren que los mecanismos que regulan en el varón, el estadio puberal (C), la talla y la composición corporal serían probablemente los mismos; pero no sucedería así en las hembras.

En la figura 5 observamos que los prepúberes tienen un IVT inferior a 4 cm^2 coincidiendo con otros autores (21, 27).

Las medidas de IVT que hemos obtenido según el estadio puberal valorado clínicamente, en nuestros varones de trece años, son superponibles a las descritas por otros autores (21, 28) si extrapolamos sus resultados a los nuestros. Los autores consultados (21, 27, 28) construyen gráficas de crecimiento del IVT según el estadio puberal, pero mezclando varones de diez a dieciocho años, e independientemente de su edad cronológica.

El obtener una muestra amplia de varones de trece años nos permite construir una gráfica de crecimiento del IVT según el estadio puberal en esta edad precisa.

CONCLUSIONES

1. Del análisis longitudinal de una muestra de varones normales a las edades de once, doce y trece años se desprende que la distribución de los individuos entre los cinco estadios puberales sigue una ley normal a la edad de trece años.
2. Del análisis longitudinal de una muestra de hembras normales a las edades de diez, once y doce años se desprende que su distribución entre los cinco estadios puberales sigue una ley normal a la edad de doce años.
3. En los varones de trece años, parámetros esenciales como: peso, talla, densidad corporal, masa grasa,

área muscular del brazo y volumen testicular muestran diferencias estadísticamente significativas en relación a su maduración puberal.

4. En las hembras de doce años, parámetros esenciales como: peso, talla, perímetro del brazo, masa grasa, densidad corporal, índice de Quetelet y área muscular del brazo muestran diferencias estadísticamente significativas en relación a su maduración puberal.
5. Observamos en el varón un claro paralelismo en la progresión del peso y la talla en relación a los estadios puberales; con un aumento del ritmo de progresión de ambos parámetros a partir del estadio puberal tercero. Dicha relación es menos manifiesta en las hembras.
6. En los varones el avance de la maduración puberal significa una disminución progresiva de la proporción de masa grasa, coincidiendo con un aumento también progresivo de la masa muscular. Mientras que en las hembras el aumento de masa muscular se establece sin cambios evidentes en su masa grasa.

AGRADECIMIENTO

A la señorita Paquita Berbel por su colaboración en el trabajo informático.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hamburg, D A; Nightingale, E D, y Takahashi, R. «Facilitating the transitions of adolescence». *JAMA*, 257: 3405-3406, 1987.
2. Tanner, J M: «Issues and advances in adolescent growth and development». *J. Adolesc. Health Care*, 8: 470-478, 1987.
3. Tanner, J M: «Growth at adolescence», 2.ª ed., Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962.
4. Sempé, M; Pedron, G; Roy-Pernot, M P: «Auxologie méthode et séquences», Paris: Théraplix, 1979.
5. Daniel, W A (Jr.): «Pubertad changes in adolescents». En Brooks-Gunn, J, y Petersen, A C (eds.): «Girl at puberty. Biological and psychosocial perspectives», New York: Plenum Press, 1983, pp. 51-71.
6. Neinstein, L S: «Adolescent health care», Maryland: Urban-Schwarzenberg, 1984.
7. Michaud, P A y Wilkins, J: «Les stades de Tanner: leur utilisation en clinique et en recherche». En Wilkins, J (ed.): «Médecine de l'adolescence. Une Médecine spécifique», Québec: Hôpital Sainte-Jusline, 1985, pp. 145-158.
8. Marshall, W A y Tanner, J M: «Pubertad». En Davis, J A, y Robbing, J (eds.): «Fundamentos científicos de pediatría», versión española, Barcelona: Ed. Salvat, 1986, pp. 176-210.
9. Marshall, W A y Tanner, J M: «Puberty». En Falkner, F, y Tanner, J M (eds.): «Human growth», 2.ª ed., vol. 2, New York: Plenum Press, 1986, pp. 171-209.

10. Marú-Henneberg, C: «La croissance post-natale». En Manciaux, M, Lobovici, S; Jeanneret, O; Sand, A E, y Tomkiewicz, S (eds.): «L'enfant et sa santé». Paris: Doin, 1987, pp. 205-235.
11. Jordan, R: «El crecimiento del niño». Barcelona: Ed. Jims, 1988.
12. Buckler, J M H, y Wild, J: «Longitudinal study of height and weight at adolescence». *Arch. Dis. Child.*, 62: 122-123, 1987.
13. Páidos '84, II: «Datos de una encuesta nutricional en escolares españoles». Madrid: Ed. Somagar, 1988.
14. Hernández, M; Castellet, J; Narvaiza, J L; Rincón, J M; Ruiz, I; Sánchez, E; Sobradillo, B, y Zurimendi, A: «Curvas y tablas de crecimiento». Fundación F. Orbeagozo. Madrid: Ed. Cars, 1988.
15. Biliewicz, W Z; Thomson, A M, y Fellows, H M: «Weight-for-height in adolescence». *Ann. Hum. Biol.*, 10: 119-124, 1983.
16. Cronk, C E; Murkhersee, D, y Roche, F: «Changes in triceps and subscapular skinfold thickness during adolescence». *Hum. Biol.*, 55: 707-721, 1983.
17. Brook, C G D: «Determination of body composition of children from skinfolds measurements». *Arch. Dis. Child.*, 46: 182-184, 1971.
18. Siri, W E: «Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods». En Brozek, J, y Henschel, A (eds.): «Techniques for measuring body composition». Washington: National Academy of Science, 1961, pp. 223-244.
19. Gurnev, J M, y Jelliffe, D B: «Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas». *Am. J. Clin. Nutr.*, 26: 912, 1973.
20. Nottelman, E D; Susman, E J; Inoff-Germain, G; Cutler, G B; Loriaux D L, y Chrousos, G P: «Developmental processes in early adolescence. Relationships between adolescent adjustment problems and chronological age, pubertal stage and puberty related serum hormone levels». *J. Pediatr.*, 110: 473-480, 1987.
21. Burr, I M; Sizonenko, P C; Kaplan, S L, y Grumbach, M M: «Hormonal changes in puberty. I. Correlation of serum luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone with stages of puberty, testicular size and bone age in normal boys». *Pediatr. Res.*, 4: 25, 1970.
22. Ferrer, B, y Sarria, A: «Bases metodológicas para la confección de tablas de crecimiento del niño español». *An. Esp. Pediatr.*, 15 (suppl.): 15-32, 1974.
23. Tanner, J M, y Whitehouse, R H: «Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty». *Arch. Dis. Child.*, 51: 170-179, 1975.
24. Flea, J; Sarria, A; Aznar, A; Garcia, R, y Bueno, M: «Estudios antropométricos en relación con obesidad en población infantil de la ciudad de Zaragoza». Premios Nutrición Infantil Nestlé, 1983.
25. Kemper, H C G: «Growth, health and fitness of teenagers». Bern: Druckerey «Der Bund», 1985.
26. Páidos '84: «Estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil». Madrid: Ed. Somagar, 1985.
27. Largo, R H, y Prader, A: «Pubertal development in Swiss boys». *Helv. Paediatr. Acta.*, 38: 211-228, 1983 b.
28. Waaler, P R; Thorsen, T; Stoa, K F, y Aarskog, D: «Studies in normal male puberty». *Acta Paediatr. Scand.*, 249 (suppl.), 1974.

Petición de separatas:

C Martí Henneberg.
 Unidad de Pediatría.
 Departamento de Medicina y Cirugía.
 División VII. Universidad de Barcelona.
 Sant Llorenç, 21
 43201 Reus.

Fecha de envío: 27 de junio del 1990.

Este trabajo recibió en 1988 una ayuda a la investigación de la Fundación «H. Koch».