

ARTICULO

Composición corporal y desarrollo puberal en adolescentes venezolanas

Autores: Armando Sánchez Jaeger¹, Arkady Guerrero¹⁻² y María Adela Barón¹.

¹ Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVESNUT), Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela

² Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales "Dr. J. Witremundo Torrealba"- (CIET-UC). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. San Carlos, Venezuela.

Autor responsable: Armando Sánchez Jaeger.

Email: aasanche@uc.edu.ve.

RESUMEN

Durante la adolescencia, para la estimación de la masa corporal total, se utiliza el índice de masa corporal (IMC), el cual ha sido clásicamente el indicador recomendado, sin embargo se ha referido que su correlación con la grasa disminuye de 0,90 en prepúberes a 0,32 en los púberes, señalando la importancia de mejorar la sensibilidad de dicha estimación, incluyendo el grado de desarrollo puberal y las características de la composición corporal (CC). A objeto de explorar el comportamiento de la CC estimada por ecuaciones antropométricas según el desarrollo puberal, se evaluaron 156 adolescentes femeninas de la región central de Venezuela. Con el peso y estatura se construyó el IMC (peso/talla²). Para el porcentaje de grasa corporal se utilizaron las ecuaciones de Slaughter (sumatoria de pliegues tríceps y subescapular). La masa grasa (MG) y la masa corporal libre de grasa (MCLG) fueron estimadas usando fórmulas estándar. La caracterización del desarrollo puberal, se realizó por autoevaluación. Se utilizó el programa SPSS versión 17.0. Se establecieron

diferencias mediante las pruebas Kruskal Wallis, Mann-Whitney y Bonferroni ($p < 0,017$). Se observó un aumento gradual y significativo de los indicadores de CC al progresar en cada estadio de maduración sexual, con diferencias para los 12 y 14 años. Se concluye que el comportamiento de los indicadores de CC según el grado de desarrollo puberal, está asociado más a la madurez biológica que a la edad cronológica.

Palabras clave: Índice de Masa corporal, adolescencia, desarrollo puberal.

ABSTRACT

Body composition and puberty development in Venezuelan adolescent

During adolescence, the characteristics of whole body mass are measured by body mass index (BMI), an anthropometric indicator advised for nutritional evaluation, however, it has been described that its correlations with body fat decreases in 0,90 in prepubertal to 0,32 in pubertal children, highlighting the importance of improving its sensitivity by considering puberty degree and body composition (BC). The purpose of this study was to explore the behavior of BC by anthropometric indicator according to puberty development in 156 suburban girls on the central region of Venezuela. BMI was built with weight and height (weight/height²). Characterization of puberty development was achieved through self-evaluation. Software SPSS version 17.0 was used for analysis. Differences were established by the Mann-Whitney, Kruskal Wallis and Bonferroni tests ($p < 0.017$). A significant increase of BC indicators was observed by stage of puberty development as it progressed by age, being different at 12 and 14 years. As conclusion BC indicators according to puberty development degree was associated more to biological maturity than to chronological age.

Key Words: Body mass index, adolescence, puberty development.

INTRODUCCIÓN

La pubertad constituye el componente biológico de la adolescencia y está determinada por un conjunto de cambios morfológicos y fisiológicos, que se inician con la aparición de los caracteres sexuales

secundarios, seguidos de modificaciones en la masa corporal total y en sus diferentes componentes; masa grasa (MG) y masa corporal libre de grasa (MCLG), presentando grandes diferencias poblacionales (1-3).

Durante la adolescencia, la evaluación de la masa corporal total, ha cobrado importancia, debido a su utilidad como herramienta diagnóstica tanto en el estado de salud como en la evaluación nutricional (4). Para su estimación se cuenta con el índice de masa corporal (IMC), el cual ha sido clásicamente uno de los indicadores recomendados dentro de la evaluación antropométrica. Sin embargo, se ha descrito que su correlación con la grasa corporal disminuye según el grado de desarrollo puberal alcanzado; de 0,90 en los prepúberes a 0,32 en los púberes, señalando esto, la necesidad de mejorar su sensibilidad, considerando la raza, el género, y los estadios de maduración sexual, así como su asociación a indicadores de composición corporal, para el adecuado diagnóstico nutricional (5,6).

Con relación a la composición corporal, se han desarrollado y validado modelos que dividen al cuerpo en masa grasa y masa libre de grasa. Durante la adolescencia, la necesidad de evaluar estos componentes, reviste gran relevancia, debido a la variabilidad en la magnitud y velocidad de sus cambios, existiendo evidencia de su mayor asociación a la edad biológica o al grado de desarrollo puberal alcanzado que a la edad cronológica, siendo regulada su expresión por factores genéticos y/o ambientales (6).

La evaluación del desarrollo puberal, se fundamenta en que los cambios somáticos tienen una gran variabilidad individual en su edad de aparición. El método clásico para su estimación, es la llamada escalera de maduración sexual propuesta por Tanner (7), la cual, en el caso del género femenino, está basada en la observación y/o inspección de las características del desarrollo de la

glándula mamaria (GM) y permite caracterizar en cinco las etapas o estadios de la maduración sexual; GM1 o prepúber, GM2 o inicio de pubertad, GM3 y GM4 o estadios intermedios, y la GM5 o etapa adulta. En estudios poblacionales, una alternativa válida para esta valoración, ha sido la denominada autoevaluación, en la cual las adolescentes, previo entrenamiento y empleando ilustraciones y descripciones de las características de cada etapa del desarrollo puberal, son capaces de precisar su grado de madurez alcanzado con exactitud (8-10).

En Venezuela, se han realizado estudios que relacionan algunas variables antropométricas con los diferentes tipos de maduración biológica; temprana, promedio o tardía, así como estudios que contemplan la maduración sexual por autoevaluación (11-15), sin embargo, no hay trabajos que demuestren la relación entre el grado de desarrollo puberal alcanzado y la composición corporal. Razón por la cual, el propósito específico del presente trabajo, fue explorar el comportamiento de dichos compartimientos estimados mediante ecuaciones antropométricas según estadios de maduración sexual en un grupo de adolescentes venezolanas de la región central del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La población estuvo constituida por todas las adolescentes matriculadas en un instituto educativo público del Municipio Lima Blanco, área suburbana del Estado Cojedes. La muestra fue no probabilística e intencional, para lo cual se excluyó a las adolescentes embarazadas, a las que presentaban discapacidades físicas o con antecedentes clínicos de problemas endocrinos y/o metabólicos, así como a aquellas adolescentes quienes todavía no hubiesen presentado su menarquia. De esta forma, la muestra quedó conformada por 156 adolescentes femeninas entre 12 y 16 años,

evaluadas en el primer trimestre del año 2007, quienes manifestaron junto a sus representantes su participación voluntaria.

Evaluación nutricional antropométrica

Las mediciones antropométricas fueron tomadas por personal entrenado y estandarizado, siguiendo las normas establecidas internacionalmente; el peso fue medido en una balanza Health of meter®, con las adolescentes en bata y sin zapatos. La talla se midió con la técnica de la plomada, fijando una cinta métrica flexible a la pared y a 50 cm. de distancia del piso con una precisión de 0,5 cm. Con ambas variables se construyó el IMC (peso/talla²).

La circunferencia media de brazo fue tomada con cinta métrica flexible marca Holtain® en el punto medio entre el acromion y el olécranon. El pliegue tricípital fue medido en la parte media posterior del brazo y el pliegue subescapular, en el ángulo inferior de la escápula, utilizando un calibrador de pliegues marca Holtain®.

Estimación de la composición corporal

Para el cálculo del porcentaje de grasa corporal (%GC) se utilizaron las ecuaciones desarrolladas por Slaughter (16), tomando en cuenta la sumatoria de los pliegues tríceps y subescapular, de la siguiente manera:

$$\%GC = 1.33 \times (\text{tríceps} + \text{subescapular}) - 0.013 \times (\text{tríceps} + \text{subescapular})^2 - 2.5.$$

En situaciones en que la sumatoria de los pliegues fuese mayor a 35 mm, se utilizó la ecuación:

$$\%GC = 0.546 \times (\text{tríceps} + \text{subescapular}) + 9.7.$$

La masa grasa (MG) y la masa corporal libre de grasa (MCLG) fueron estimadas usando fórmulas estándar (17):

$$MG \text{ (kg.)} = (\%GC/100) \times \text{Peso (kg.)}$$

$$MCLG \text{ (kg.)} = \text{Peso (kg.)} - MG \text{ (kg.)}$$

Evaluación del grado de desarrollo puberal alcanzado

Los investigadores principales del proyecto realizaron un reentrenamiento y estandarización en lo referente a la evaluación de la maduración sexual. Posteriormente, se establecieron reuniones con las adolescentes que cumplieron con los criterios de inclusión, a quienes se les realizó una inducción en la evaluación de las características sexuales secundarias: 1) se suministró una serie de fotografías e ilustraciones estandarizadas y 2) se explicó las características de cada etapa del desarrollo puberal o de la glándula mamaria (GM2 o inicio de pubertad a GM5 o estadio adulto).

Seguidamente, se hizo entrega de un sobre cerrado que contenía dichas ilustraciones, con el propósito de que cada participante seleccionara según la ilustración y explicación, la etapa que mejor indicara su propio desarrollo.

Para caracterizar el retardo o adelanto, en el grado de desarrollo puberal reportado por cada adolescente, se utilizó la gráfica venezolana sobre estadios de maduración sexual femenina, la cual permitió la ubicación de las características sexuales secundarias y su estadio, de acuerdo a una distribución percentilar (18).

Análisis de los datos

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 17.0. Se evaluaron los supuestos de normalidad en todas las variables a estudiar. Para el análisis del comportamiento de los indicadores antropométricos según el grado de desarrollo puberal alcanzado y grupos de edad, se establecieron diferencias mediante las pruebas de Kruskal Wallis y Mann-Whitney con corrección de Bonferroni para controlar la tasa de error, considerando significancias a toda $p < 0,017$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se aprecian los valores promedios y D.E de los indicadores de composición corporal evaluados según los

diferentes grupos etarios, observando un aumento gradual en todos los indicadores en la medida que se avanza en edad.

Tabla 1. Indicadores de Composición Corporal según grupos de edad

Indicadores	Grupos de edad				
	12-12,9 (n=38)	13-13,9 (n=31)	14-14,9 (n=33)	15-15,9 (n=27)	16-16,9 (n=27)
IMC (Kg./m ²)	18,0±3,5	19,3±2,3	20,2±2,8	20,2±2,7	20,5±3,0
% Grasa corporal	22,2±7,5	25,0±5,8	26,4±6,8	26,9±6,3	27,3±5,2
MG (kg.)	9,3±5,9	11,3±4,3	12,4±5,8	12,8±5,1	12,9±4,7
MCLG (kg.)	32,5±5,4	33,7±3,4	35,5±4,4	35,1±3,4	38,0±3,5

IMC: Índice de Masa Corporal. MG: Masa grasa. MCLG: Masa corporal libre de grasa. Valores expresados en promedios ± D.E.

Al evaluar el grado de desarrollo puberal alcanzado según los grupos de edad, en la Tabla 2, se observó a los 12 años, un 28,9% de las adolescentes ubicadas en GM2 o inicio de pubertad, un 39,4% en GM3 y un 31,5% en GM4, correspondiendo este valor al percentil 90-97 (Adelanto). A los 13 años, un 32,2% de la muestra se ubicó en GM3 y un 67,7% en GM4. A la edad de 14 años, un 12% se ubicó en GM3, correspondiendo a los percentiles 3 y 10 (Retardo) y un 27% en GM5 correspondiendo al percentil 90. A los 15 y 16 años la muestra se distribuyó entre GM4 y GM5 (Tabla 2).

Tabla 2 Distribución porcentual del grado de desarrollo puberal alcanzado (GM) según grupos de edad

Grupos de edad (años)	Desarrollo puberal alcanzado (Estadios de Tanner)			
	GM2 n (%)	GM3 n (%)	GM4 n (%)	GM5 n (%)
12 – 12,9	11 (28,9)	15 (39,5)	12 (31,6)	-
13 – 13,9	-	10 (32,2)	21 (67,8)	-
14 – 14,9	-	4 (12,1)	20 (60,6)	9 (27,2)
15 – 15,9	-	-	18 (66,6)	9 (33,4)
16 – 16,9	-	-	25 (92,5)	2 (7,5)

GM: Glándula mamaria

La Tabla 3 muestra el comportamiento del IMC y del % de grasa corporal según grupos de edad y grado de desarrollo puberal alcanzado, observando, según los grupos etareos, un aumento gradual de dichos indicadores al progresar en cada estadio de

maduración sexual, con diferencias significativas a la edad de 12 años para el IMC y a los 12 y 14 años para el % de grasa corporal.

Tabla 3 Variabilidad del IMC y del %CG según grado de desarrollo puberal de acuerdo al grupo de edad

Grupos de edad (años)	IMC según grado de desarrollo puberal			
	GM2	GM3	GM4	GM5
12 – 12,9	16,01 ^a	19,17 ^b	19,01 ^b	-
13 – 13,9	-	19,53	19,13	-
14 – 14,9	-	20,70	19,57	20,56
15 – 15,9	-	-	19,50	20,56
16 – 16,9	-	-	20,28	20,91
	%GC según grado de desarrollo puberal			
12 – 12,9	18,24 ^a	23,54 ^b	25,05 ^b	-
13 – 13,9	-	24,42	25,66	-
14 – 14,9	-	24,13 ^a	27,92 ^b	27,01 ^b
15 – 15,9	-	-	26,73	27,13
16 – 16,9	-	-	27,24	27,50

GM: Glándula mamaria

Superíndices diferentes indican significancias en el IMC y el %GC según desarrollo puberal a la edad de 12 y 14 años. Kruskal Wallis y Mann Whitney con corrección de Bonferroni ($p < 0,017$).

La Tabla 4 muestra el comportamiento de la masa grasa (MG) y la masa corporal libre de

grasa (MCLG) según grupos de edad y grado de desarrollo puberal alcanzado, observando, según los grupos etarios, un aumento gradual de dichos indicadores al progresar en cada estadio de maduración sexual, con diferencias significativas a las edades de 12 y 14 años para ambos indicadores.

Tabla 4 Variabilidad de la MG y la MCLG (Kg.) según grado de desarrollo puberal de acuerdo al grupo de edad

Grupos de edad (años)	MG según grado de desarrollo puberal			
	GM2	GM3	GM4	GM5
12 – 12,9	6,73 ^a	10,42 ^b	11,29 ^b	-
13 – 13,9	-	11,21	11,50	-
14 – 14,9	-	11,30 ^a	12,10 ^a	13,90 ^b
15 – 15,9	-	-	12,34	13,43
16 – 16,9	-	-	12,36	13,46
	MCLG según grado de desarrollo puberal			
12 – 12,9	30,16 ^a	32,80	34,42 ^b	-
13 – 13,9	-	33,45	34,02	-
14 – 14,9	-	33,94 ^a	34,39 ^a	36,97 ^b
15 – 15,9	-	-	34,85	35,89
16 – 16,9	-	-	35,13	36,33

GM: Glándula mamaria

Superíndices diferentes indican significancias en la MG y la MCLG según desarrollo puberal a la edad de 12 y 14 años. Kruskal Wallis y Mann Whitney con corrección de Bonferroni ($p < 0,017$).

DISCUSIÓN

Durante la adolescencia, para poder evaluar los cambios en el crecimiento físico, en la masa y en la composición corporal, se debe tomar en cuenta la variabilidad biológica presente en la maduración sexual. A nivel mundial, la edad del inicio del desarrollo puberal ha presentado una tendencia secular a ocurrir precozmente. En Venezuela se han observado diferencias en el inicio de la maduración sexual, cuando se compara con referencias de poblaciones anglosajonas; las niñas venezolanas evaluadas en el Proyecto

Venezuela iniciaron la pubertad 0,9 años más temprano que las británicas de referencia cuando se consideró la glándula mamaria y 0,5 años de acuerdo al vello pubiano. La edad de la menarquia también ocurrió 0,5 años antes en las venezolanas, incluso el período puberal (intervalo entre el inicio de la pubertad y el estadio adulto) fue más prolongado, siendo esta una de las características encontradas en las púberes venezolanas (18).

En la presente investigación, al evaluar el grado de desarrollo puberal alcanzado, observamos adolescentes a la edad de 12 años ubicadas desde GM2 a GM4, igual situación ocurrió a los 14 años con adolescentes ubicadas entre GM3 a GM5, lo cual refleja la gran variabilidad existente en la maduración sexual entre las adolescentes de

similar edad cronológica, así como la necesidad de incorporar la evaluación del desarrollo puberal alcanzado dentro del diagnóstico nutricional.

A nivel poblacional, independientemente de las características étnicas y ambientales, se observa una amplia variación en las características o comportamiento de la maduración sexual. De esta forma, se ha referido que entre los 8 y los 16 años, los niños y niñas de una misma edad, presentan diferencias importantes en la madurez biológica alcanzada, lo cual explicaría las grandes variaciones en el peso corporal y en la estatura de niñas de similar edad cronológica, pero con diferentes grados de desarrollo puberal, y señala la dificultad para evaluar antropométricamente su estado nutricional al utilizar referencias que consideran solo la edad cronológica (19-21).

La estimación apropiada de la composición corporal ha cobrado gran relevancia debido a la creciente prevalencia de la obesidad y sus efectos adversos sobre la salud. Ello ha propiciado el desarrollo y aplicación de métodos confiables y seguros, cuya utilización es viable tanto en investigación como en el área clínica. Entre ellos están: la densitometría e hidrometría, la pletismografía por desplazamiento de aire, los métodos de dilución isotópica, la absorciometría dual de rayos X (DXA) y el análisis de la bioimpedancia eléctrica (22,23), los cuales desafortunadamente no están al alcance del equipo de salud en la atención primaria, ya sea por su complejidad como por sus costos (24). En los casos en que no exista un método de laboratorio tipo "Gold Estándar" disponible para la determinación de la composición corporal, se han utilizado combinaciones de variables antropométricas para aproximarse a la MG y a la MCLG, tal es el caso de las ecuaciones predictivas de Slaughter (16), las cuales utilizan pliegues subcutáneos. Estas ecuaciones fueron derivadas usando un modelo multi-

compartimental ajustadas para cada género y estadio de maduración, siendo recomendadas para su uso en la población adolescente debido a su simpleza y precisión en la estimación de la composición corporal (25, 26).

Con relación a la composición corporal, en la presente investigación se aprecia un aumento significativo en los valores del IMC, así como en el porcentaje de GC, MG y MCLG al progresar en cada etapa de desarrollo puberal con diferencias significativas a la edad de 12 y 14 años, expresando esto su relación a la edad biológica o de maduración mas que a la edad cronológica, situación diferente ocurrió cuando se evaluaron estos indicadores en los sujetos de similar grado de desarrollo puberal pero diferente edad cronológica, en donde no se observaron diferencias.

Debido a que en la gran mayoría de los estándares utilizados para la evaluación del estado nutricional en la población menor de 20 años, se utiliza la edad cronológica; se hace necesario, durante la adolescencia, la asociación de indicadores que controlen las limitaciones de dicha edad. Una opción para corregir estas inconsistencias, es la utilización del IMC y/o la MG o la MCLG según el grado de desarrollo puberal, cuya ventaja sería la de contar con límites de variación de dichos índices por etapa de desarrollo alcanzado. Con relación al IMC y a la evidente necesidad de considerar a la maduración sexual dentro de la evaluación nutricional en la adolescencia, varios estudios han publicado información al respecto; Díaz propuso el empleo del IMC según el grado de desarrollo puberal, como un método de evaluación nutricional en adolescentes, sobre la base de 2976 sujetos del sexo masculino y 3735 en el sexo femenino, entre 7 y 17 años de edad en cuatro regiones de Chile, encontrando que el IMC aumentaba significativamente con cada etapa del desarrollo puberal, entre 0,5 y 1,3 kg./m² en los varones y entre 0,9 y 1,1 kg./m²

en las mujeres (4). Burrows en un corte transversal de 6371 escolares de ambos sexos entre 9 y 15 años, evaluó el indicador peso/talla, según la edad cronológica, el sexo y el estadio de desarrollo puberal, observando que el promedio del peso para la talla tiende a aumentar tanto con la edad cronológica, como con el desarrollo puberal. Esta situación se explica por las grandes variaciones de la composición corporal que se producen en la pubertad y que afectan a la composición grasa, muscular y ósea. Sin embargo, observó una baja correlación entre el peso y la edad cronológica, la que mejoró al correlacionarse con el grado de desarrollo puberal, concluyendo que sería más adecuado considerar el grado de desarrollo puberal que la edad cronológica en la evaluación del estado nutricional (27). Yalcin en un estudio transversal realizado en 167 adolescentes turcas del sexo femenino de 9 a 16 años de edad, observó que el IMC se correlacionó positivamente con los estadios del desarrollo mamario (28). Igualmente, Kanbur (29), encontró correlaciones positivas entre el IMC y los diferentes estadios de maduración sexual, en 6462 adolescentes obesos entre los 9 y los 16 años.

Los resultados permiten concluir que el comportamiento de los indicadores antropométricos de composición corporal según el grado de desarrollo puberal en un grupo de adolescentes venezolanas, está asociado, más a la madurez biológica que a la edad cronológica, razón por la cual se impera su incorporación en la evaluación nutricional en este grupo de edad.

REFERENCIAS

1. World Health Organization (WHO). Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. WHO Technical Report Series 854. Geneva: WHO; 1995.
2. Ferreira Barbosa K, Castro Franceschini S, Priore SE. Influence of stages of sexual maturation in the nutritional status, anthropometrics and corporal composition of adolescents. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2006; 6(4):375-382.
3. Burrows R, Díaz N, Muzzo S. Variaciones del índice de masa corporal (IMC) de acuerdo al grado de desarrollo puberal alcanzado. *Rv Med Chil* 2004; 132: 1363-68.
4. Díaz E, Burrows R, Muzzo S, Galgani J, Rodríguez R. Evaluación nutricional del adolescente mediante Índice de Masa Corporal (IMC) según etapa puberal. *Rev Chil Pediatr* 1996; 67 (4):153-8.
5. Daniels S, Khoury P, Morrison J. The utility of body mass index as measure of body fatness in children and adolescents. Differences by race and gender. *Pediatrics* 1997; 99:804-7.
6. Pietrobelli A, Faith M, David B, Gallagher D, Ciunelo G, Heymsfield B. Body mass index as measure of adiposity among children and adolescent: A validation study. *J Pediatr* 1998;132:204-10.
7. Tanner J. Growth at adolescence, 2° Ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1962.
8. Varona-López W, Guillermot M, Spycykerelle Y, Mulot B, Deschamps J. Self assessment of the stages of sex maturation in male adolescents. *Pediatrics* 1988; 43:245-249.
9. Bonat S, Pathomvanich A, Keil M, Alison F, Jack A. Self-Assessment of pubertal stage in overweight children. *Pediatrics* 2002; 110:743-747.
10. Sileo E, Rísquez J, Fernández M, Sáez I, Soriano G, Hoheb D. Autoevaluación de la maduración sexual del adolescente. *An Ven Nutr* 1989;2:51-55.
11. Macias-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco M. Maduración sexual y ósea según ritmo en niños y jóvenes del Estudio Longitudinal de Caracas. *An Ven Nutr* 2002; 13 (1): 188-195.
12. Blanco L, Vásquez M, López M, Macias C. Modelización longitudinal de la presión arterial sistólica en función del IMC, ritmo de maduración, colesterol, triglicéridos en participantes del Estudio Longitudinal de Caracas. *Gac Med Caracas* 2003; 111(3): 212-219.

13. Pérez B, Landaeta M. Perfil biológico y nutricional de los nadadores del Estado Miranda. Ediciones del Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela 2004:121-40.
14. Guerrero A, Sánchez Jaeger A. Índice de Masa Corporal según grado de desarrollo puberal en varones venezolanos. *An Venez Nutr* 2009;22 (1):20-24.
15. Pérez B, Ramírez G, Landaeta-Jiménez M, Vásquez M. Iconografía del dimorfismo sexual en dimensiones corporales y proporcionalidad, según estado nutricional en niños. *An Venez Nutr* 2010;23 (1):10-17.
16. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, Bemden D. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988;60:709-23.
17. Vásquez F, Díaz F, Lera L, Vásquez L, Anziani A, Burrows R. Métodos de composición corporal y modelo de cuatro compartimientos en escolares obesos chilenos. *Nutr Hosp* 2012; 27 (4):1079-85.
18. Méndez Castellano. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano de la República de Venezuela. Fundacredesa. Caracas 1996.
19. Mogol A, Clark P, Roemmich J. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr* 2000;72:521s-528s.
20. Coelho K, Sichieri R, González C. Influencia de la maduración sexual en el índice de masa corporal en adolescentes de bajo nivel socioeconómico de Río de Janeiro. *Rev Chil Nutr* 2002; 29 (1): 33-39.
21. Torres M, Luis M, Cesari M, Luna M, Castro L, Oyhemart E. Análisis comparativo del crecimiento y la maduración sexual entre niñas de Santa Rosa (La Pampa) y La Plata (Buenos Aires), Argentina. *Arch Latinoam Nutr* 2011;61 (1):36-44.
22. Casanova M. Técnicas de valoración del estado nutricional. *Vox Paediatr* 2003; 11(1):26-35.
23. Ramírez E, Valencia M, Moya S, Alemán H, Méndez R. Estimación de la masa grasa por DXA y el modelo de cuatro compartimientos en púberes mexicanos de 9 a 14 años. *Arch Latinoam Nutr* 2010;60 (3):16-22.
24. Salazar G, Rocha M, Mardones F. ¿Es útil la antropometría para estimar la composición corporal en niños preescolares? *Arch Pediatr Urug* 2005;76(3):265-271.
25. Wong W, Staff J, Butte N, Smith E, Ellis K. Estimating body fat in African American and white adolescent girls: a comparison of skinfold-thickness equations with a 4-compartment criterion model. *Am J Clin Nutr* 2000;72(2):348-54.
26. Roemmich J, Clark P, Weltman A, Rogol A. Alterations in growth and body composition during puberty. I. Comparing multicompartment body composition models. *J Appl Physiol* 1997;83:927-935.
27. Burrows R, Leiva L, Muzzo S. Peso para la talla en escolares chilenos, según la edad y el grado de desarrollo puberal. *Arch Latinoam Nutr* 1995;45:19-24.
28. Yalcin S, Kinik E. The impact of sexual maturation stage on body mass index in adolescent girls. *Turk J Pediatr* 1999; 41:315-21.
29. Kanbur N, Derman O, Kinik E. Prevalence of obesity in adolescents and the impact of sexual maturation stage on body mass index in obese adolescents. *Int J Adolesc Med Health* 2002; 14:61-5.