

Composición Corporal de Lactantes Menores de un Año: Una Aplicación de los Índices de Masa Grasa y Masa Libre de Grasa.

César Avner López-Jiménez*
Rosa Consuelo Villegas-Valle*
Lesley Evelyn Antunez-Roman*
Brianda Isamar Monreal-Barraza*
Edna Lizbeth Robles-Valenzuela*
Norberto Sotelo-Cruz**
Jaime Gabriel Hurtado-Valenzuela*
Mauro E. Valencia*

RESUMEN

Introducción: Tradicionalmente, se ha considerado al índice de masa corporal (IMC) como indicador de adiposidad corporal. Sin embargo, no distingue entre masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG), cuya proporción cambia durante el crecimiento.

Métodos: Participaron lactantes de ambos sexos ($n=34$) provenientes de Hermosillo (urbano) y el poblado Miguel Alemán (agrícola) en el estado de Sonora, México. Se les midió peso, longitud y cuatro panículos adiposos; y se recabaron datos sociodemográficos. Se calcularon índices como el (IMC), peso para la longitud (P/L), peso para la edad (P/E), y longitud para la edad (L/E), según las recomendaciones y en referencia a los estándares de la OMS 2006. La composición corporal se calculó mediante las ecuaciones de Westrate y Deurenberg. Se derivaron también los índices de masa libre de grasa (IMLG) y masa grasa (IMG) para la construcción de gráficos Hattori.

Resultados: Se observaron 2 casos de emaciación, 4 de bajo peso, y 4 de desmedro; el resto de los niños fueron eutróficos. Según el gráfico Hattori, la mayoría de los lactantes se ubicó en el cuadrante central; sólo los niños con emaciación quedaron en el cuadrante de delgados-magros, y los de bajo P/E, se distribuyeron en el cuadrante de delgados-magros y de intermedio-magro.

Conclusión: Este sistema de clasificación ubicó apropiadamente a los sujetos con emaciación ($<-2Z P/L$) en el cuadrante de delgados-magros. Bajo estas circunstancias se les puede dar seguimiento después de una intervención y observar los cambios en la proporción de masa grasa y masa libre de grasa.

Palabras Clave: Composición corporal, índice de masa grasa, índice de masa libre de grasa, lactantes menores.

* División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Medicina y Departamento de Ciencias Químico Biológicas.

** Área de Nutrición Hospital Infantil del Estado de Sonora.

Correspondencia. Dr. Mauro Eduardo Valencia Juillerat. mauro@ciad.mx, Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Sonora 2º Piso, Colosio y Reforma S/N, CP. 83000, Colonia Centro, Hermosillo Sonora. México, Tel 259-21-21.

ABSTRACT

Introduction: Traditionally, the body mass index has been considered a measure of body adiposity. Nonetheless it does not distinguish between fat mass and fat free mass that are body compartments that change during growth.

Methods: The study included male and female infants ($n=34$) from Hermosillo (urban) and Miguel Aleman (Agricultural area) in the State of Sonora, Mexico. We measured weight, length, four skinfolds and gathered socio-demographic data. Nutritional indexes were calculated and expressed as: body mass index (BMI), weight for length (W/A), weight for age (W/A) and height for age (H/A) and in reference to the WHO (2006) growth standards. Body composition was calculated, according to the Westrate and Deurenberg equations. The fat mass index and fat free mass index were calculated from weight, length, body composition and Hattori graphs were constructed.

Results: We found two cases of wasting, four cases of low weight, and 4 infants with stunting. According to the Hattori graph, the majority of infants were positioned in the central quadrant and only the infants with wasting were positioned in the lower left quadrant (lean-slender). Of the low weight infants, two were in the lean-slender (also wasted) and the other two were in the lower central quadrant (lean-intermediate).

Conclusion: This classification system positioned the wasted infants (<-2 Zscores W/L) in the lean-slender quadrant. In such circumstances, after an intervention process they could be followed-up in terms of changes in the proportion of fat mass and fat free mass

Key Words: Body composition, fat mass index, fat free mass index, infants.

Introducción

Actualmente, la clasificación del estado de nutrición en lactantes y pre-escolares se basa en el uso de los estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud de 2006¹. Éstos se aplican tanto para la detección de emaciación, desmedro y bajo peso, como para sobrepeso y la obesidad.

Un número considerable de importantes estudios sobre el aumento de la adiposidad han utilizado el IMC como indicador de adiposidad corporal. Teóricamente, el IMC representa un índice del peso corporal independiente de la longitud o talla; de tal forma que, a cualquier edad, un peso relativamente mayor pudiera ser atribuible a un incremento en la grasa corporal². Sin embargo, el crecimiento implica la deposición tanto de masa grasa (MG) como de masa libre de grasa (MLG), lo cual generalmente se describe en términos de peso únicamente. En este sentido, el IMC ni mide ni representa la grasa corporal².

El porcentaje de grasa no es independiente de la MLG^{2,3}. VanItallie⁴ mostró que cuando la MLG y/o la MG se expresan como porcentaje del peso corporal o como pesos absolutos, un joven adulto bien nutrido puede presentar valores virtualmente iguales a un individuo de la misma edad y características, pero más alto y con desnutrición proteínico-energética. Para el caso, propuso resolver la discrepancia analizando la composición corporal dividiendo el peso en dos componentes (MLG y MG), y ajustando cada componente por la talla (m^2)². A estos componentes los llamó índice de masa libre de grasa o IMLG [$MLG \text{ (kg)} / \text{talla (m)}^2$] e índice de masa grasa o IMG

[$MG \text{ (kg)} / \text{talla (m)}^2$]. Van Etten⁵ utilizó este concepto para describir corpulencia, (“delgados” o “sólidos”) en lactantes², pre-escolares y escolares hasta 10 años con seguimiento en el tiempo, usando los valores de Fomon⁶ como referencia de composición corporal. Cabe mencionar que la MLG y MG deben determinarse de preferencia por métodos de referencia o métodos estimativos validados adecuadamente para el tipo de población con que se trabaje.

Los gráficos Hattori utilizan los conceptos de IMLG e IMG y permiten un análisis práctico y sencillo de la composición corporal⁷. El propósito de este trabajo fue analizar el estado de nutrición de lactantes menores de un año bajo el esquema de la OMS¹ y la composición corporal mediante la construcción de gráficos Hattori y los índices de MLG y MG.

Métodos

La muestra se integró con 34 lactantes menores de la consulta ambulatoria y de hospitalización del Hospital Infantil del Estado de Sonora (HIES) y por invitación a las madres que acudían al hospital. Así mismo, se incluyeron lactantes del poblado Miguel Alemán en la costa de Hermosillo, a través del programa Oportunidades y del Centro de Salud Rural “Miguel Alemán” con las madres de los lactantes que asistían a consulta. El protocolo fue aprobado por el Comité de Bioética e Investigación del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora y por el Comité de Ética del HIES. Las madres de los participantes firmaron el consentimiento

informado después de recibir todas la explicaciones sobre el estudio.

La medición del peso se realizó con una balanza marca SECA mod. 728. (Seca GmbH & Co., Hamburgo, Alemania, capacidad 20 ± 0.02 kg) sin ropa o pañal. La longitud se tomó en posición recumbente con un estadiómetro SECA mod. 416. (Seca GmbH & Co., Hamburgo, Alemania, capacidad $33-100 \pm 0.01$ cm).

Se midieron cuatro panículos adiposos: tricipital, bicipital, subescapular y suprailáco, utilizando un plicómetro Harpenden HSB-BI (Baty International Ltd, West Sussex, UK, rango 80.00 ± 0.20 mm). Todas las mediciones anteriores se realizaron por duplicado, y se tomó la media de cada una de ellas. El peso y talla, así como los datos sociodemográficos de los participantes se analizaron con el programa de la OMS WHO Anthro Versión 3.2.2, para la evaluación antropométrica del estado nutricio según los puntajes Z de los índices de peso para la edad (P/E), peso para la longitud (P/L) y longitud para la edad (L/E), con base en los estándares de crecimiento de 2006.

La composición corporal se evaluó mediante la estimación de la densidad corporal a partir de la ecuación de Westrate y Deurenberg⁸ (1989) [Densidad corporal (D_b) = $\{1.1235 + [0.0016 (\text{edad en meses}) 0.5\} - 0.0719 \log (\text{suma de pliegues: tricipital, bicipital, subescapular y suprailáco en mm})\}$. El porcentaje de grasa se calculó mediante la ecuación: Grasa (%) = $\{[585 - 4.7 (\text{edad en meses}) 0.5] / D_b\} - \{550 - 5.1 [\text{edad en meses}] 0.5\}$ ⁸. Para efectos comparativos se calculó el porcentaje de MG aplicando un modelo de 3 compartimentos, derivado de un estudio en paralelo desarrollado en nuestro laboratorio. Dicho estudio incluyó la medición del porcentaje de grasa por medio de absorciometría dual de rayos X (DXA) y el cálculo de porcentaje de grasa por la ecuación de Lohman, en 41 niños menores de 2 años⁹.

Se calculó el IMC con la siguiente fórmula: kilogramos de peso corporal / longitud (m)². A partir de la

composición corporal se derivaron el índice de masa libre de grasa [kg de MLG / longitud (m)²] y el índice de masa grasa [kg de MG / longitud (m)²]. Se calculó la media y desviación estándar de estos índices para la construcción de un gráfico Hattori. Este análisis grafica el IMG en la ordenada y el IMLG en la abscisa; de tal forma, que la ubicación de cada sujeto se da por una coordenada específica. El análisis logra evaluar la confluencia entre la MG y la MLG, desagregando el IMC en sus dos principales componentes y estos siendo corregidos por la longitud.

El análisis estadístico se llevó a cabo en el programa NCSS versión 8.0.14 (NCSS, LLC, Kaysville, Utah; 2013). Se realizaron análisis de estadística descriptiva de todas las variables, así como la prueba Shapiro-Wilk W, para verificar normalidad en la distribución de las mismas. Las diferencias de medias se calcularon por la prueba t-Student. La asociación entre el porcentaje de masa grasa estimado por la ecuación de Westrate y Deurenberg, y el porcentaje de masa grasa medida por un modelo de 3 compartimentos se evaluó mediante la correlación de Pearson ($\alpha=0.05$).

Resultados

El Cuadro 1 presenta las características físicas y antropométricas de los 34 lactantes reclutados; 19 de sexo femenino y 15 de sexo masculino. Como grupo, las medianas y el intervalo intercuartílico (percentil 25, 75) para el peso y la longitud fueron de 6 (4.75, 8) kg y 65 (63.1, 69.5) cm, respectivamente. Los panículos tricipital, bicipital, subescapular y suprailáco fluctuaron entre 8.4 (7.2, 9.85) y 5.8 (4.75, 6.6) mm. Los indicadores promedio de nutrición y adiposidad se presentan en el Cuadro 2. Sólo se observaron 2 casos de emaciación, P/L (<-2 Z), 4 de bajo peso, P/E (<-2 Z) y 4 casos de desmedro, L/E (<-2 Z). El resto de los niños fueron eutróficos. En cuanto a los indicadores restantes, sólo el porcentaje de grasa corporal mostró ser significativamente más alto en los

Cuadro 1. Características físicas y antropométricas de lactantes < 1 año.

	Total (n=34)	Femenino (n=19)	Masculino (n=15)
Edad (meses)	6.0(4.75, 8.0)	6.0(5.0, 8.0)	5.0(3.0, 8.0)
Peso (kg)	6.8(6.5, 8.1)	6.8(6.6, 7.9)	6.9(6.4, 8.2)
Longitud (cm)	65.4(63.1, 69.5)	65.2(62.7, 69.9)	65.6(63.9, 69.3)
PC. Tricipital (mm)	8.4 (7.2, 9.8)	9.0 (7.4, 10.2)	8.2 (7.2, 9.0)
PC. Bicipital (mm)	6.3(5.2, 7.9)	7.0(5.2, 8.6)	6.2(5.2, 7.4)
PC. Subescapular (mm)	8.2 (6.5, 10.0)	9.82 (7.2, 10.4)	7.4 (6.2, 8.6)
PC. Suprailáco (mm)	5.8 (4.8, 6.8)	5.8 (4.8, 7.0)	5.4 (4.6, 6.2)

Medianas y percentil (25, 75).

Abreviaturas: PC, Pliegue cutáneo.

Tabla 2. Indicadores antropométricos y de composición corporal en lactantes < 1 año.

	Femenino (n=19)	Masculino (n=15)	p< 0.05
Z Peso/Edad	-0.37 ± 1.22	-0.66 ± 0.89	NS
Z Peso/Longitud	0.05 ± 0.97	-0.31 ± 0.93	NS
Z Longitud/Edad	-0.55 ± 1.22	-0.60 ± 1.26	NS
IMC (kg/m²)	16.8 ± 1.40	16.6 ± 1.33	NS
MG (kg)	1.82 ± 0.51	1.63 ± 0.34	NS
MLG (kg)	5.52 ± 0.97	5.67 ± 0.96	NS
% Grasa	24.5 ± 3.70	22.3 ± 2.41	0.049
IMG (kg de MG/m²)	4.15 ± 0.88	3.72 ± 0.58	NS
IMLG (kg de MLG/m²)	12.6 ± 0.76	12.9 ± 0.91	NS

Medias ± desviación estándar (IC al 95%). Diferencia de medias calculada por la prueba t-Student al 95% de confianza.

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; MG, masa grasa; MLG, masa libre de grasa; IMG, índice de masa grasa; IMLG, índice de masa libre de grasa; NS, no significativo.

lactantes de sexo femenino comparado con los de sexo masculino, con 24.5 ± 3.70 y $22.3 \pm 2.41\%$, respectivamente ($p<0.05$).

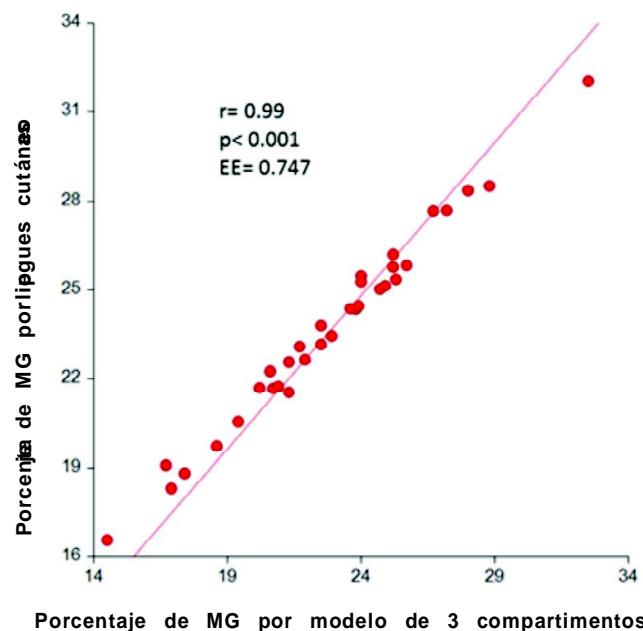
La densidad (D_b) y la grasa corporal de los lactantes se obtuvo por medio de las ecuaciones de Weststrate y Deurenberg (1989) que se basan en la medición de los pliegues cutáneos, tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco. La predicción del % de MG a partir de este algoritmo mostró una fuerte correlación con el % de MG obtenido por el modelo de Lohman (1986) de tres compartimentos, que incluye el contenido mineral óseo ($r=0.99$; $p<0.001$ y un error estándar del estimador EE de 0.74)^{9,10} (Figura 1). La MLG se calculó por diferencia con el peso corporal.

En la Figura 2, se puede observar el gráfico de Hattori. En la ordenada se grafica el Índice de Masa Grasa (IMG) y en la abscisa el Índice de Masa Libre de Grasa (IMLG). Las divisiones horizontales y las verticales corresponden a cortes de ±1 desviación estándar provenientes de las distribuciones del IMG y el IMLG para esos mismo índices. Un análisis comparativo debería necesariamente incluir el uso de un gráfico de referencia; Fomon⁶ (1982 los datos de Fomon son de la década de 1960 a 1970. En este apartado es conveniente aclarar que además de la época de descripción de los valores de Fomon, otro problema, es que la mayor parte de dichos valores, provienen de mediciones en lactantes menores y a los 9 años. Los valores intermedios fueron predichos y ajustados o suavizados con el percentil 50 de los valores del NCHS¹¹. Lo cual reafirma la necesidad de generar valores específicos de composición corporal para nuestras poblaciones, que provengan de mediciones con métodos de referencia como es el caso de la muestra de donde provienen estos lactantes mexicanos.

A los cuadrantes de IMLG (en la abscisa), Hattori

los clasifica como delgados, intermedios y sólidos; y como magros, intermedios y adiposos a los cuadrantes del IMG (en la ordenada)¹². La mayor parte de los lactantes se ubicaron en el cuadrante central, lo que representa una buena proporción de MG y MLG dentro de un contexto corporal intermedio.

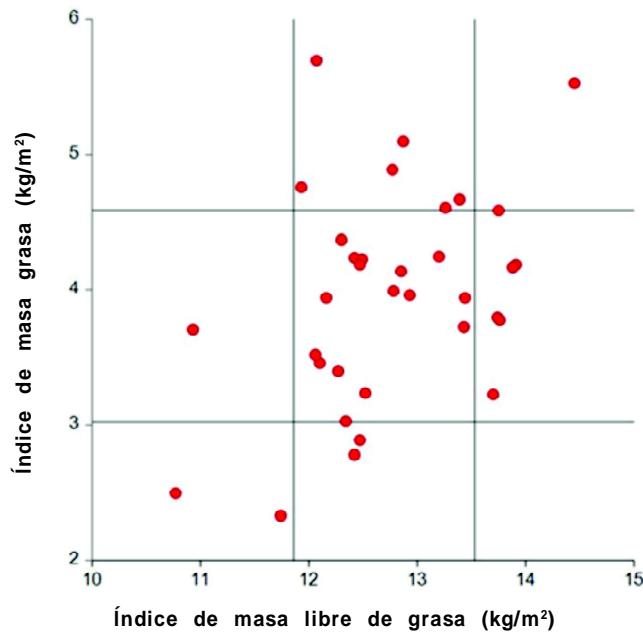
Figura 1. Porcentaje de grasa estimado por 4 pliegues con referencia a un modelo de 3 compartimentos.



Modelo de 3 compartimentos con base en la ecuación de Lohman, 1986 para obtención del porcentaje de grasa; Ecuación de Weststrate y Deurenberg, 1989, para porcentaje de masa grasa por 4 pliegues cutáneos.

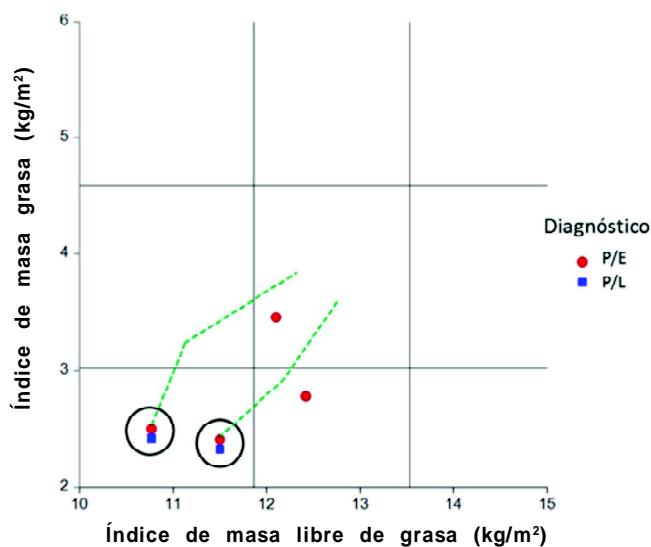
Abreviaturas: MG, masa grasa.

Figura 2. Gráfico Hattori basado en los índices de masa grasa (IMG) y masa libre de grasa (IMLG).



Índice de masa grasa ($\text{kg de masa grasa / longitud}^2$); índice de masa libre de grasa ($\text{kg de masa libre de grasa / longitud}^2$).

Figura 3. Estado nutricio de acuerdo a la clasificación de la OMS (2006) en relación al sistema Hattori y sus posibles caminos de recuperación nutricional.



Índice de masa grasa ($\text{kg de masa grasa / longitud}^2$); índice de masa libre de grasa ($\text{kg de masa libre de grasa / longitud}^2$). Diagnóstico realizado mediante el programa WHO Anthro 3.2.2.

Abreviaturas: P/E, peso para la edad; P/L, peso para la longitud.

En la Figura 3, se ubicó aquellos lactantes que tuvieron emaciación, con un P/L < -2 Z (cuadrados azules) y a aquellos con bajo peso, con un P/E < -2 Z en círculos rojos. Los dos niños con emaciación quedaron en el cuadrante correspondiente a delgados-magros, pero los de bajo peso para la edad, se distribuyeron en tres cuadrantes, dos en el cuadrante de delgados-magros, (mismos lactantes que presentaron emaciación), otro como intermedio-magro, y finalmente uno en el cuadrante central, que representa una buena proporción de MG y MLG. Es así, que la clasificación de composición corporal de este cuadrante ubica perfectamente a los sujetos con emaciación. En el caso de que se tratara de un seguimiento longitudinal durante la recuperación nutricional, las líneas punteadas en ambos casos podrían ser caminos de recuperación para niños con diagnóstico de emaciación.

Discusión

El interés sobre composición corporal en la investigación pediátrica ha ido en aumento, pues casi todas las enfermedades pueden afectar las reservas de grasa corporal, o la masa magra. El estudio y análisis de la composición corporal puede ayudar a comprender mejor el proceso de crecimiento, los cambios durante la recuperación de un sujeto con desnutrición o los cambios que ocurren durante la disminución de peso en niños con sobrepeso u obesidad. ¿Se gana o se pierde más MG o más MLG? ¿En qué proporción cambian? ¿Cuál debería ser la proporción adecuada?

Sin embargo el abordaje o los métodos para evaluar el estado nutricio y el crecimiento no son apropiados para evaluar por separado la MG y la MLG¹². Un abordaje más apropiado es la normalización de la grasa corporal y la masa libre de grasa por la longitud, específicamente por la longitud al cuadrado. Los lactantes de este estudio no mostraron diferencias en los indicadores del estado nutricio, a excepción del porcentaje de grasa corporal. A pesar de la limitación del tamaño de muestra analizado en este estudio, los resultados para complementar la evaluación de cuadros de desnutrición aguda son evidentes. Así mismo, la posibilidad de ver el efecto de una intervención nutricional de carácter longitudinal a través los cambios en las proporciones de MG y MLG son prometedores. Lo mismo podría plantearse para el sobrepeso y la obesidad.

Se agradece a las madres y sus lactantes y al personal médico y de salud del Hospital Infantil del Estado de Sonora, al Centro de Salud Rural “Miguel Alemán” y a la Secretaría de Salud del Estado de Sonora, por el apoyo en el reclutamiento de posibles voluntarios de este estudio. También se agradece al Organismo Internacional de la Energía Atómica, Proyecto CRP 15914 (Viena Austria) por el financiamiento a este proyecto.

Se Aclare que en este artículo, no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- 1.- [OMS] Organización Mundial de la Salud (OMS). Multicentre Growth Reference Study Group: WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva, World Health Organization, 2006. Disponible en: http://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en/index.html.
- 2.- Wells JCK. A Hattori Chart Analysis of body mass index in infants and children. *Int J Obes.* 2000; 24: 325-9.
- 3.- Chan YL, Leung SS, Lam WW, Peng XH, Metreweli C. Body fat estimation in children by magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance, skinfold and body mass index: a pilot study. *J Paediatr Child Health.* 1998 Oct; 34: 22-8.
- 4.- VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr.* 1990; 52: 953-9.
- 5.- Van Etten LM, Verstappen FT, Westerterp KR. Effect of body build on weight-training-induced adaptations in body composition and muscular strength. *Med Sci Sports Exerc.* 1994 Apr; 26(4): 515-21.
- 6.- Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, Nelson SE. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr.* 1982 May; 35: 1169-75.
- 7.- Hattori K, Tatsumi N, Tanaka S. Assessment of body composition by using a new chart method. *J Hum Biol.* 1997; 9: 573-8.
- 8.- Weststrate JA, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. *Am J Clin Nutr.* 1989; 50: 1104-15.
- 9.- López-Jiménez CA, Monreal BI, Valenzuela-Robles EL. Composición corporal y estado nutricio en niños de 3 a 24 meses por modelos Multicompartamentales y generación de modelos predictivos para masa libre de grasa [Tesis]. Hermosillo: Universidad de Sonora; Licenciatura en Ciencias Nutricionales. 2013.
- 10.- Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci.* 1986; 14: 325-57.
- 11.- [NCHS] National Center for Health Statistics. Growth curves for children birth to 18 years: United States Department of Health Education and Welfare, Vital and Health Statistics. 1977: Series 11; Nb.165.
- 12.- Wells JCK. A critique of the expression of paediatric body composition data. *Arch Dis Child.* 2001;85; 67-72.