

Revista de Endocrinología y Nutrición

Volumen 10
Volume

Número 1
Number




Enero-Marzo 2002
January-March

Artículo:

Costo energético del crecimiento

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, AC

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

Others sections in
this web site:

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



Artículo de revisión

Costo energético del crecimiento

Sergio Enrique Ramírez Escutia *

* Pediatra y Nutriólogo Clínico. Hospital General de San Juan del Río, Qro. Hospital Ángeles de Querétaro.

Abreviaturas: CEG, costo energético del crecimiento; GEB, gasto energético basal; PBEG, peso bajo para edad gestacional; PAEG, peso adecuado para edad gestacional; PEEG, peso elevado para edad gestacional.

Correspondencia:
Dr. Sergio Enrique Ramírez Escutia
Circuito el Molino No. 34
Fraccionamiento El Molino
San Juan del Río, Qro.
Tel: (427) 227 5360
E-mail: ramirezser@hotmail.com

Fecha de recepción: 11-Febrero-2002
Fecha de aceptación: 12-Marzo-2002

Resumen

El proceso de crecimiento comprende la síntesis y la aposición de tejidos y ambos requieren de energía para llevarse a cabo. A esta energía es a lo que se llama costo energético de crecimiento (CEC), factor importante para determinar el gasto energético y lograr un adecuado desarrollo en el ser humano y que varía según la etapa de la vida en relación a la velocidad de crecimiento. Revisaremos los diversos estudios que intentan determinar el CEC en cada una de estas etapas, siendo estos valores útiles para calcular las necesidades adicionales de energía para niños en crecimiento con alteraciones de peso a quienes queremos llevar a un peso deseado.

Palabras clave: Costo energético, aposición de tejidos, crecimiento.
Revista de Endocrinología y Nutrición 2002:10(1)Enero-Marzo.27-31

Abstract

The growing process comprehends synthesis and accretion of tissue which require energy to be carried out. This energy is what is called Energetic Cost of Growth (ECG), an important factor to determine the energy expenditure to obtain an optimal development on the human being; it varies among the stages of life in relation to the growing velocity. We will review the diverse studies which try to determine the ECG for each of these stages, being these values useful to calculate the additional energetic necessities in growing children with weight alterations who we wish to take to a certain weight.

Key words: Energy cost, tissue accretion, growth.
Revista de Endocrinología y Nutrición 2002:10(1)Enero-Marzo.27-31

INTRODUCCIÓN

Las necesidades nutricionales de los niños incluyen al metabolismo basal, actividad física, velocidad de crecimiento y efecto térmico de los alimentos. La velocidad de crecimiento es un factor que influye de manera importante en las necesidades nutricionales y varía en cada etapa del desarrollo; es más elevada en la lactancia temprana que en cualquier otra de las etapas de la niñez y la adolescencia.

La velocidad de crecimiento está dada por la ganancia ponderal en un lapso de tiempo, esta ganancia a su vez depende de la síntesis y aposición de tejido, de la mayor duplicación de DNA y del aumento en la actividad del 23 a 50%¹ en la bomba de sodio y potasio entre otros. Todos estos procesos requieren de energía para llevarse a cabo y a esta energía es a lo que se llama costo energético del crecimiento (CEC).

En pacientes desnutridos o de bajo peso el CEC es requerido al calcular las necesidades adicionales de energía para llegar al peso deseado. Considerando las diversas velocidades de crecimiento, es necesario revisar y analizar las diferentes publicaciones sobre el tema para adecuar el CEC a cada etapa de la vida.

CEC EN EL EMBARAZO

Es bien sabido que el gasto energético basal (GEB) aumenta durante el embarazo principalmente en el tercer trimestre por el crecimiento de los diferentes tejidos como la placenta, el feto y los tejidos maternos asociados.

Podríamos calcular el CEC durante el embarazo observando el incremento en el GEB y por métodos factoriales separar la energía almacenada en forma de grasa y proteínas de la madre y del hijo. Sin embargo, los cambios basados en el GEB dependen de otros factores como la adap-

tación de la madre a un mayor gasto de energía por incremento en el peso que dificulta su movilidad (en particular en el tercer trimestre) o una reducción espontánea de la actividad física como al dejar de trabajar o al llevar una vida más sedentaria. Esto disminuye el gasto de energía y dificulta el calcular el CEC durante el embarazo.

Un método para medir los requerimientos extras de energía durante el embarazo es el de monitorizar los cambios de ingestión de alimentos. Estudios² realizados en mujeres sanas indicaron un ligero aumento en la ingestión calórica necesaria para cubrir sus requerimientos y éstos, son menores de 100 kcal (420 kJ) al día.

Se mencionan³ dos factores para medir las demandas calóricas de la madre durante el embarazo. Primero el *rango oxidativo* metabólico en el feto que tiene que ser agregado a la aposición tisular para cubrir las demandas totales del feto, la capacidad oxidativa se ha calculado alrededor de 50 kcal/k/día para los humanos. Segundo, el *crecimiento placentario*, aunque no es considerado en ocasiones como un órgano metabólico, estudios por cateterización cronológica en ovejas sugieren que la mitad del oxígeno y tres cuartos de la glucosa provista por la madre son consumidas dentro de la placenta y no llega al feto. Por lo que las estimaciones previas basadas en el feto sólo pueden estar subestimando las demandas calóricas de la madre para la gestación.

Clásicamente se ha dado el valor de 80,000 kcal (335,000 kJ) como el costo total del embarazo, de las cuales alrededor de 36,000 kcal (151,000 kJ) son de tejido adiposo almacenado. El grupo de expertos de la FAO/WHO/UNU⁴ refiere un incremento promedio de 285 kcal (1,190 kJ) por día durante el embarazo con el mismo nivel de actividad física.

Al final de la gestación el costo para formación de nuevo tejido es aproximadamente de 40 kcal/k/día de las cuales alrededor del 80% es requerida para aposición de grasa.

Reichman y col.⁵ recomiendan para mantener un adecuado incremento de peso intrauterino una ingestión de energía metabolizable de 60 kcal/kg/día y para mantener requerimientos de 51.3 kcal/k/día.

CEC FETAL

En un análisis realizado Hay y cols.³ calculan la estimación de las demandas calóricas en la madre para el crecimiento de tejido fetal con un incremento promedio de 15 g/k/día en el útero. Tomando en cuenta los valores calóricos de tejido graso y tejido magro (9.5 y 4.5 kcal/g respectivamente) el crecimiento del tejido magro fue calculado en 10 a 12 kcal/k/día, sin embargo los requerimientos para la aposición de grasa varían considerablemente según el peso del producto ya sea peso bajo (PBEG), peso adecuado (PAEG) o peso elevado para la edad gestacional

(PEEG), siendo 15, 28 y 40 kcal/k/día respectivamente. Así el valor total de nuevo tejido en productos a término es alrededor de 25, 38 y 52 kcal/k/día respectivamente. Con un cálculo aproximado de acuerdo al peso se puede estimar que son necesarias 3 kcal por cada gramo de tejido nuevo. Este valor es comparable con el reporte de Reichman y col.,⁵ de acuerdo al grado de aposición de calorías intrauterina por el crecimiento.

Aunque se han reportado diferentes velocidades de aposición de grasa con una consecuente variación en el CEC; Ziegler y cols.⁷ mencionan un incremento de 1.75 g/k/día y Southgate y cols.⁸ 2.6 a 3.6 g/k/día. Esta diferencia puede ser debida a que el primer estudio fue realizado con productos de un PBEG y el segundo aparentemente fue hecho con fetos con PAEG y además los modelos matemáticos utilizados en este estudio no se describen completamente.

Estos valores comparados con otros estudios^{6,9} en prematuros con crecimiento rápido, muestran rangos de aposición de tejido mayores (8-12 kcal/k/día de masa magra) probablemente por la velocidad de crecimiento rápido para una posible recuperación de peso.

En cada estudio los valores calóricos por cada gramo de aposición de tejido fueron de 3-5 kcal/g de peso ganado; valores similares para niños usando los datos intrauterinos para 1, 2 y 3.5 kg son: 1.4, 1.2 y 3.1 kcal/g de peso ganado.

En un estudio realizado por Reichman y col.⁵ en recién nacidos con PBAG reporta el CEC (para síntesis almacenaje y formación de nuevos tejidos) un costo de 4.9 kcal por gramo ganado de peso.

CEC EN RECIÉN NACIDOS Y LACTANTES

Considerando que el recién nacido prematuro tiene una velocidad de crecimiento diferente al de término, se disponen de pocos datos sobre CEC en el recién nacido normal a término, la opinión se ha dividido. Diferentes métodos se han utilizado para calcular el costo de síntesis para tejidos en forma experimental en niños pretérmino (*Cuadro I*). Uno de ellos es el realizado por Brooke y cols.¹⁰ utilizando regresiones lineales de acuerdo al incremento de peso por la energía ingerida metabolizable, determinando así el costo de síntesis tisular en 1.72 kcal/g, y el costo total de crecimiento (5.74 kcal/g).

Guidincher y cols.¹¹ y Chessex y cols.¹² estimaron el costo para síntesis de tejido considerando que éste se incorpora a la taza metabólica del niño, así que el aumento entre la relación lineal positiva entre la ganancia de peso y la taza metabólica nos da el gasto para síntesis, el cual es reportado en 0.54 kcal/g y 0.67 kcal/g cada autor, respectivamente.

Sauer¹³ estimó el mismo costo de la diferencia del GÉ por calorimetría directa e indirecta, partiendo de la base

Cuadro I. Estimados del costo de síntesis del tejido en el niño prematuro.

Referencia	Edad gestacional (semanas)	Edad de estudio (días)	Contenido de energía en el nuevo tejido (kcal/g)	Costo de la síntesis del tejido (kcal/g)	Peso promedio ganado (g/kg/d)	% del gasto total de energía	Método empleado para calcular el gasto en la síntesis del tejido
Brooke et al. ¹⁰	32	14, 17, 42	4.02	1.72	13.7	26.8	Costo total de crecimiento menos costo de energía almacenada.
Chessex et al. ¹²	29	5-43	-	0.67	13.9	15.4	Regresión del gasto vs peso ganado
Gudinchet et al. ¹¹	31	7- 42	-	0.54	15.9**	13.4**	Regresión del gasto vs peso ganado
Sauer et al. ¹³	32	8- 14 29 - 35	6.09 2.94	0.76 0.26	10.5 18	12.6 7.1	Diferencia entre la determinación del gasto de energía con calorimetrías directa e indirecta.
Roberts and Young ¹⁴	29-31	12 - 38	2.9 - 6.0	1.3 - 1.4	14-20.9		Múltiples análisis de regresión de datos sobre balance de energía

** Los datos presentados representan promedios al día 21 en lugar del promedio de los días 7 al 42

Cuadro II. Utilización de la energía diariamente ingerida por hombres sanos de diversas edades

Grupos de edad	Peso (kg)	Ingestión promedio (kcal)	Mantenimiento (kcal)	Costo energético por crecimiento		Energía disponible para actividad	
				(kcal)	Porcentaje de la ingestión	(kcal)	Porcentaje de la ingestión
Menos de 3 meses	4.6	550	365	128	23.3	57	10.4
9 - 12 meses	9.6	1,010	800	60	5.9	150	14.8
2 - 3 años	13.6	1,360	1,020	30	2.2	310	22.8
4 - 5 años	17.4	1,720	1,200	35	2	465	27
9 - 10 años	31.3	2,420	1,750	30	1.2	640	26.4
16 - 17 años	60.3	3,100	2,500	60	1.9	540	17.4

Modificación de: WHO. Technical report series 522. Energy & protein requirements. Ginebra, 1973

de que cuando se almacena energía en forma de uniones químicas para la síntesis tisular, la producción de oxígeno excede el calor producido, así cuando ocurre el crecimiento la calorimetría indirecta (que mide el gasto de energía por consumo de oxígeno y producción de CO₂) diverge de la calorimetría directa (que mide la energía por pérdida de calor) y la diferencia entre estas dos mediciones representa el costo de síntesis tisular. Con este método el costo calculado fue de 0.26 kcal/g, una estimación más baja en relación a las anteriores. Una explicación de este bajo costo, puede ser que la energía utilizada para la síntesis no es de 100% eficiente y parte de esta energía es liberada como calor, con lo que este cálculo solamente estima el costo neto en la síntesis de tejidos.

Analizando los datos de 4 estudios sobre balance energético y nitrógeno en niños prematuros en crecimiento, Roberts y Young¹⁴ calcularon el CEC del depósito de gra-

sa, que es de 10.8 kcal/g y el proteico de 13.4 kcal/g. Si a este valor le restamos el contenido de energía de la grasa (9.25 kcal/g) y de proteína (5.65 kcal/g) el costo neto para la síntesis de grasa y proteína nos queda de 1.55 y 7.75 respectivamente. El alto costo en la síntesis de proteínas no fue inesperado, dado que los niños prematuros tienen un bajo índice de ganancia de proteína por el alto recambio, retienen sólo un gramo por cada 5 gramos de proteína sintetizada.

Empleando estos valores Roberts y Young calculan ahora los requerimientos de energía para ganancia de peso en infantes de término, tomando en cuenta las diferencias en la composición química, la cual fue de 2.9 a 6 kcal/g, de los cuales 1.3 a 1.4 kcal/g representan el costo en la síntesis de tejido (23 a 45% del costo total). Asumiendo un crecimiento de 15 g/kg/día tenemos rangos de gasto en síntesis de 19.5 a 21 kcal/kg/día.

Aplicando valores derivados de estudios en animales Fomon y cols.¹⁵ estimaron el CEC para lactantes normales, en 5.6 kcal/g de este cálculo el costo de aposición de grasa y proteínas se calculó en 11.6 y 7.5 kcal/g respectivamente y la ganancia de tejido se asume de 40.8% de grasa y 11.6% de proteínas. El valor de 5.6 kcal/g incluye en ambos la energía requerida para la síntesis del tejido y la contenida en el mismo tejido almacenado. Para el costo de síntesis restamos el valor calórico de aposición de la grasa y proteínas (11.6 y 7.5 kcal/g) al valor del tejido almacenado (9.25 y 5.65 kcal/g respectivamente) con lo que obtenemos 1.2 kcal/g, aproximadamente el 20% del costo total.

CEC EN LA NIÑEZ

Aunque en esta etapa la velocidad de crecimiento disminuye el CEC aún sigue siendo importante y puede calcularse relacionando las ingestiones energéticas progresivamente mayores con la retención de nitrógeno, considerando que la energía haya sido factor para la ganancia de nitrógeno. Si el tejido ganado tiene 18% de proteína cada gramo de tejido magro ganado corresponde de 4.3-5.4 kcal ingeridas.⁴

Cifras similares reportan Kielanowski y cols.,¹⁶ que consideran que el costo energético en la disposición de un gramo de proteína y de grasa es de 15.9 y 12.9 kcal respectivamente, así como que el tejido ganado es de 16% en grasa y 18% en proteínas, ello implica un costo de 5 kcal/g de tejido.

Basándose en esos cálculos la OMS¹⁷ hace una estimación de la energía utilizada para el crecimiento en diversas edades (*Cuadro II*). Independientemente de la precisión o no de esas cifras nos dan una idea de la cambiante magnitud de esos procesos que debe tenerse en cuenta en la vigilancia del estado nutricional en niños y adolescentes, y en la dieta que se les ofrezca.

CEC EN LA ADOLESCENCIA

En esta etapa de crecimiento rápido existen pocos estudios que investiguen el gasto de energía para síntesis de tejido. Helad¹⁸ y cols. relacionando ingestión de calorías y crecimiento, recopilaron datos de 2,750 mujeres y 2,200 hombres entre 7 y 20 años; encontrando en el grupo de los hombres incremento progresivo en la ingestión hasta de 3,470 kcal/día a los 16 años y de los 16 a 19 años disminuyó a 2,900 kcal/día aproximadamente. En mujeres el incremento en la ingestión de calorías tuvo su pico a los 12 años con 2,550 kcal/día, seguido de una disminución progresiva hasta 2,200 kcal/día a los 18 años. Wait¹⁹ y otros autores¹⁹⁻²¹ refieren que este incremento en la ingestión está más en relación a los periodos de desarrollo

(prepuberal, crecimiento rápido y pospuberal) que a la edad cronológica.

Dado que los brotes de crecimiento dependen más de la edad biológica que de la edad cronológica, los requerimientos de energía no pueden ser establecidos con precisión a priori. Aparentemente el incremento en el CEC está más en relación con el recambio proteico que a otros factores, siendo el primero en afectarse en etapas de escaso aporte energético como suele suceder en niños desnutridos o con alguna patología.

BIBLIOGRAFÍA

- Gill M, France J, Summers M, McBride BW, Milligan LP. Simulation of the energy costs associated with protein turnover and Na⁺, K⁺-transport in growing lambs. *J Nutr* 1989; 119(9): 1287-99.
- Prentice AM, Goldberg GR. Energy adaptations in human pregnancy: limits and long-term consequences. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(5 Suppl): 1226S-32S.
- Hay WW. *Neonatal nutrition and metabolism*. Ed. Mosby Year Book 1991.
- WHO. *Energy and protein requirements*. Report of Joint FAO/WHO ad hoc Expert Committee. Technical Report Series 522. Ginebra, 1973.
- Reichman BL, Chessex P, Putet G, Verellen GJ, Smith JM, Heim T, Swyer PR. Partition of energy metabolism and energy cost of growth in the very low-birth-weight infant. *Pediatrics* 1982; 69(4): 446-51.
- Reichman B, Chessex P, Putet G et al. Diet, fat accretion, and growth in premature infants. *N Engl J Med* 1981; 305: 1494-1500.
- Ziegler EE, O'Donnell AM, Nelson SE. Body composition of the reference fetus. *Growth* 1976; 40: 329-341.
- Southgate DAT, Hey EN. Chemical and biochemical development of the human fetus. In: Roberts, Thomson AM (ed): *The Biology of Human Fetal Growth*. London, Taylor and Francis, 1976: 195-214.
- Whyte RK, Haslam R, Vlanic C et al. Energy balance and nitrogen balance in growing low birthweight infants fed human milk formula. *Pediatr Res* 1983; 17: 891-198.
- Brooke OG, Alvear J, Arnold M. Energy retention, energy expenditure and growth in healthy immature infants. *Pediatr Res* 1979; 13: 215-220.
- Gudinchet F, Schutz Y, Micheli J-L et al. Metabolic cost of growth in very low-birth-weight infants. *Pediatr Res* 1982; 16: 1025-1030.
- Chessex P, Reichman BL, Verellen GJE et al. Influence of postnatal age, energy intake and weight gain on energy metabolism in the very low-birth-weight infant. *J Pediatr* 1981; 99: 761-766.
- Wait B, Blair R, Roberts U. *Am J Clin Nutr* 1969; 22: 1383.
- Sauer PJJ, Dane HJ, Visser HKA. Longitudinal studies on metabolic rate, heat loss, and energy cost of growth in low-birth-weight infants. *Pediatr Res* 1984; 18: 254-259.
- Roberts SB, Young VR. Energy cost of fat and protein deposition in the human infant. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 951-955.

15. Fomon SJ. *Nutrición del lactante*. Ed: Mosby/Doyma Libros; 1995.
16. Kielanowski J, Kotarbinska M. *Energy requirements of growing pigs*. Proceedings of the eighth International Congress of Nutrition (Praga), 1969. Amsterdam. *Experta Médica*, 1970.
17. OMS. *Las unidades SI, para los profesionales de salud*. Informe preparado a petición de la Trigésima Asamblea Mundial de la Salud. Ginebra. OMS, 1980.
18. Heald FP, Remmell PS, Mayer J. *Adolescent nutrition and growth* (F.P. Heald, ed.), Appleton-Century-Croft, NY, pp 235-250.
19. Rickert V. *Adolescent nutrition assessment and management*. Chapman & Hall ed. 1996.
20. Hampton MC, Huenemann RI, Shapiro LR, Michell BW. *J Am Diet Assoc* 1967; 50: 385.
21. Haller. Biochemical background for an analysis of cost-benefit interrelations in aggression. *Neurosci Biobehav Rev* 1995; 19(4): 599-604.
22. Shils ME, Olson JA, Shike M. *Modern nutrition in health and disease*. Ed. Lea & Febirger a Waverly Company. 1994.
23. Hyten F, Chamberlain G. *Clinical physiology in obstetrics*. Oxford, London Edingurgh, Melbourne. Ed. Blackwell Scientific Publications, 1980.
24. Sparks JW, Girard JR, Battaglia FC. An estimate of caloric requirements of the human fetus. *Biol Neonate* 1980; 38: 113-119.
25. Shaw JCL. Parenteral nutrition in the management of sick low-birth-weight infants. *Pediatr Clin North Am* 1973; 20: 333-358.
26. Widows EM. *Importance of nutrition in development, with special reference to feeding the low-birth-weight infant*. In: meeting nutritional goal for low birth-weight infants. N Proceeding of the second Ross Clinical Conference, (Ross Laboratories, Columbus OH). 1982: 4-11.
27. Adam PAJ, Felig P. Carbohydrate, fat, and amino acid metabolism in the pregnant woman and fetus. In :Falkner F, Taner JM (eds): *Human Growth*, Vol. 1, principles and prenatal growth, New York, Plenum Publishing Corp, 1978: 461-547.
28. Fontana JA, Colella C, Wilson BR, Baas L. The energy costs of a modified form of Tai Chi exercise. *Nurs Res* 2000; 49(2): 91-6.
29. Yamauchi T, Ohtsuka R. Basal metabolic rate and energy costs at rest and during exercise in rural- and urban-dwelling Papua New Guinea highlanders. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(6): 494-9.
30. Reeds PJ, Burrin DG, Davis TA, Stoll B. Amino-acid metabolism and the energetics of growth. *Arch Tierernahr* 1998; 51(2-3): 187-97.
31. Van Milgen J, Noblet J, Dubois S. Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. *J Nutr* 2001 ; 131(4): 1309-18.
32. Niinikoski H, Viikari J, Ronnema T, Helenius H, Jokinen E, Lapinleimu H, Routi T, Lagstrom H, Seppanen R, Valimaki I, Simell O. Regulation of growth of 7- to 36-month-old children by energy and fat intake in the prospective, randomized STRIP baby trial. *Pediatrics* 1997; 100(5): 810-6.
33. Atladottir H, Thorsdottir I. Energy intake and growth of infants in Iceland-a population with high frequency of breast-feeding and high birth weight. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(9): 695-701.
34. Carlson SJ, Ziegler EE. Nutrient intakes and growth of very low birth weight infants. *J Perinatol* 1998; 18(4): 252-8.
35. de Bruin NC, Degenhart HJ, Gal S, Westerterp KR, Stijnen T, Visser HK. Energy utilization and growth in breast-fed and formula-fed infants measured prospectively during the first year of life. *Am J Clin Nutr* 1998; 67(5): 885-96.
36. Alexy U, Kersting M, Sichert-Hellert W, Manz F, Schoch G. Energy intake and growth of 3- to 36-month-old German infants and children. *Ann Nutr Metab* 1998; 42(2): 68-74.
37. Aili Low JF, Barrow RE, Mittendorfer B, Jeschke MG, Chinkes DL, Herndon DN. The effect of short-term growth hormone treatment on growth and energy expenditure in burned children. *Burns* 2001; 27(5): 447-52.
38. Butte NF, Wong WJ, Hopkinson JM, Smith EO, Ellis KJ. Infant feeding mode affects early growth and body composition. *Pediatrics* 2000; 106(6): 1355-66.
39. Bertheke PG, de Vente W, Kemper HC, Twisk JW. Longitudinal trends in and tracking of energy and nutrient intake over 20 years in a Dutch cohort of men and women between 13 and 33 years of age: The Amsterdam growth and health longitudinal study. *Br J Nutr* 2001; 85(3): 375-85.
40. Uauy R, Mize CE, Castillo-Duran C. Fat intake during childhood: metabolic responses and effects on growth. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(5 Suppl): 1354S-1360S.
41. Deheeger M, Akrouf M, Bellisle F, Rossignol C, Rolland-Cachera MF. Individual patterns of food intake development in children: a 10 months to 8 years of age follow-up study of nutrition and growth. *Physiol Behav* 1996; 59(3): 403-7.
42. Davies PS. Energy requirements for growth and development in infancy. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(4): 939S-943S.
43. Roemmich JN, Clark PA, Mai V, Berr SS, Weltman A, Veldhuis JD, Rogol AD. Alterations in growth and body composition during puberty: III. Influence of maturation, gender, body composition, fat distribution, aerobic fitness, and energy expenditure on nocturnal growth hormone release. *J Clin Endocrinol Metab* 1998; 83(5): 1440-7.
44. Gill M, France J, Summers M, McBride BW, Milligan LP. Simulation of the energy costs associated with protein turnover and Na⁺, K⁺-transport in growing lambs. *J Nutr* 1989; 119(9): 1287-99.
45. Hay WW, Groothuis JR, Hayward AR, Levin MJ. *Diagnóstico y tratamientos pediátricos*. 10ª ed. Editorial Manual Moderno, 1999: 261-262.