

Influencia del gasto energético en la obesidad infantil

M. Paz Cerezo, C. Sierra Salinas, L. del Río Mapelli, A. Barco Gálvez, C. Delgado Utrera y A. Jurado Ortiz

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Departamento de Pediatría. Hospital Materno-Infantil. Málaga. España.

Objetivos

Estudiar las diferencias en el gasto energético en reposo (GER) en función de sus determinantes (sexo, peso, masa grasa, masa magra) y la oxidación de los sustratos energéticos entre niños obesos y no obesos.

Pacientes y métodos

Se ha estudiado una muestra de 71 niños, 39 obesos y 32 controles, con rango de edad entre 4,1 y 13,6 años, de los cuales 37 eran mujeres y 34 varones, a los que se realiza medida del gasto energético mediante calorimetría indirecta de circuito abierto. La oxidación de sustratos se calculó a partir del consumo de oxígeno, producción de anhídrido carbónico y excreción de nitrógeno ureico urinario. Se determinó la composición corporal por antropometría.

Resultados

El GER (kcal/día) ajustado en función de los parámetros antropométricos y de composición corporal es superior en niños que en niñas. El GER en valor absoluto es significativamente superior en los obesos ($1.512,82 \pm 234,47$ frente a $1.172,59 \pm 190,20$), y al expresarlo en función de sus determinantes, sigue siendo mayor en los obesos o se iguala en ambos grupos. Los obesos presentan mayor porcentaje de oxidación de grasas ($57,15 \pm 10,68$ frente a $51,08 \pm 13,61$; $p = 0,04$), menor porcentaje de oxidación de hidratos de carbono ($30,10 \pm 9,85$ frente a $36,34 \pm 13,61$; $p = 0,03$) y menor cociente respiratorio ($0,79 \pm 0,03$ frente a $0,82 \pm 0,04$; $p = 0,02$). No existen diferencias en los porcentajes de oxidación de hidratos de carbono, grasas y proteínas según el sexo.

Conclusiones

Del estudio se han extraído las siguientes conclusiones: a) el GER ajustado en función de los parámetros antropométricos y de composición corporal es significativamente superior en el sexo masculino que en el femenino; b) el GER es superior en los obesos, y sigue siéndolo al estandarizarlo en función de la masa corporal magra, y c) los niños obesos presentan mayor porcentaje de oxidación de grasas, menor porcentaje de oxidación de hidratos de carbono y un cociente respiratorio menor que los niños no obesos.

Palabras clave: Gasto energético. Gasto energético en reposo. Cociente respiratorio. Oxidación de sustratos.

Palabras clave:

Gasto energético. Gasto energético en reposo. Cociente respiratorio. Oxidación de sustratos.

INFLUENCE OF ENERGY EXPENDITURE ON CHILDHOOD OBESITY

Objectives

To study differences in resting energy expenditure (REE) according to its determining factors (sex, weight, body fat mass, lean body mass) and in the oxidation of energy substrates in obese and non-obese children.

Patients and methods

We studied 71 children (39 obese and 32 non-obese) aged from 4.1 to 13.6 years. The male/female ratio was 34/37. Energy expenditure (EE) was measured by using open circuit indirect calorimetry. The oxidation of energy substrates was calculated from oxygen consumption, carbon dioxide production, and urinary nitrogen excretion from urea. Body composition was determined by anthropometry.

Results

REE (kcal/day), adjusted for anthropometric parameters and body composition, was higher in boys than in girls. The absolute REE was significantly higher in obese than in non-obese children (1512.82 ± 234.47 vs 1172.59 ± 190.20) and was higher or the same when adjusted for its determinants. Compared with the non-obese group, the obese group presented a significantly higher percentage of fat oxidation (57.15 ± 10.68 vs 51.08 ± 13.61 , $p = 0.04$), a lo-

Correspondencia: Dr. C. Sierra Salinas.

Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil.

Hospital Materno-Infantil. Málaga. España.

Correo electrónico: csierra@hch.sas.junta-andalucia.es

Recibido en abril de 2002.

Aceptado para su publicación en enero de 2003.

wer percentage of carbohydrate oxidation (30.10 ± 9.85 vs 36.34 ± 13.61 , $p = 0.03$) and a lower respiratory quotient (0.79 ± 0.03 vs 0.82 ± 0.04 , $p = 0.02$). No differences were found between male and female subjects in the percentages of carbohydrate, fat, and protein oxidation.

Conclusions

We obtained the followings conclusions: *a)* When adjusted for anthropometric measurements and body composition, REE was significantly higher in boys than in girls; *b)* REE was higher in obese than in non-obese children, after adjustment for lean body mass; and *c)* Compared with the control group, obese children presented a higher percentage of fat oxidation, a lower percentage of carbohydrate oxidation, and a lower respiratory quotient.

Key words:

Energy expenditure. Resting energy expenditure. Respiratory quotient. Substrate oxidation.

INTRODUCCIÓN

La obesidad puede considerarse el resultado del desequilibrio prolongado entre ingreso y gasto de energía, que conduce a un balance energético positivo en el que el exceso de energía ingresada se acumula en forma de tejido graso. Diversos estudios han intentado definir, con resultados contradictorios, si el factor primario que determina la disregulación que conduce a la obesidad es el aumento de la ingesta energética o la disminución del gasto energético¹.

En general, no se ha podido demostrar que los niños obesos tengan de forma sistemática una mayor ingesta energética². Por otro lado, tampoco se han encontrado defectos importantes en ninguno de los componentes del gasto energético total, incluyendo el gasto energético basal, energía para la actividad física, energía para el crecimiento y efecto termogénico del alimento³⁻⁷.

El objetivo de este estudio es la investigación del gasto energético en niños obesos en comparación con niños sanos no obesos, en función de sus determinantes (sexo, peso, masa grasa y masa magra), analizando el efecto de la composición corporal y la oxidación de los diversos sustratos energéticos.

PACIENTES Y MÉTODOS

Muestra y grupos de estudio

Se estudió una muestra de 71 niños sanos, con rango de edad comprendido entre 4,1 y 13,6 años, obtenida de forma aleatoria en la Zona Básica de Salud Ciudad Jardín. La naturaleza y propósito de la prueba fueron explicados a los padres, que dieron su consentimiento para la realización del estudio.

La población de estudio se compuso de 34 niños (47,9%) y 37 niñas (52,1%). En función del índice de masa corporal (IMC) la muestra se dividió en 2 grupos:

39 niños obesos ($IMC \geq P_{90}$) y 32 niños no obesos, que forman el grupo control.

Parámetros antropométricos

Se midieron los siguientes parámetros: peso, talla, circunferencia braquial y pliegues cutáneos bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco. Todas las medidas fueron realizadas por el mismo investigador. La estimación de la composición corporal se realizó a partir de los parámetros antropométricos. Mediante la suma de los 4 pliegues se calculó la densidad corporal utilizando la fórmula de Brook⁸ en niños de 1 a 11 años y la fórmula de Durnin y Rahaman⁹ en niños de 12 a 16 años. Una vez conocida la densidad corporal, se calculó la masa corporal grasa y la masa corporal magra mediante la ecuación de Siri¹⁰.

Determinación del gasto energético

Se realizó medida del gasto energético mediante técnica de calorimetría indirecta de circuito abierto, utilizando para ello el monitor metabólico DELTATRAC-II (Datex Division of Instrumentarium Corp., Helsinki). Los criterios estrictos de la medida del gasto energético basal son impracticables en niños, por lo que esta técnica se efectúa en condiciones de reposo (GER) que incluye gasto energético basal y teóricamente cierto efecto termogénico de la alimentación. El cálculo de la oxidación de sustratos energéticos se obtiene por el consumo de oxígeno y producción de CO₂ por calorimetría indirecta y determinación del nitrógeno ureico urinario en orina de 24 h por método de Kjeldahl.

Se efectúa medida del GER a las 18 h, 4 h después de la comida. La mañana del estudio los niños desayunaron a la hora habitual, y no realizaron ejercicio físico activo, y permanecieron en sus hogares hasta la hora de acudir al laboratorio. Posteriormente, tomaron el almuerzo sobre las 14 h, 4 h antes de la realización de la prueba. La comida fue similar en todos ellos, con un aporte calórico estimado de 350-400 kcal. Las condiciones de temperatura y humedad en el laboratorio eran constantes, y en ambiente tranquilo. Tras explicar al niño las características de la prueba, éste permanecía tendido en cama 15 min antes de iniciar la medida del gasto energético durante un tiempo de 30 min, en los que el niño se mantuvo en reposo absoluto. Los valores de GER medidos por calorimetría indirecta se compararon con las ecuaciones predictivas de gasto energético de Schofield y de WHO/FAO/UNU.

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media y desviación estándar (DE), considerándose estadísticamente significativos los valores de $p \leq 0,05$. En las comparaciones entre grupos de las variables cualitativas se ha utilizado la prueba de chi cuadrado (χ^2). La comparación de las distintas variables cuantitativas entre los 2 grupos, y entre sexos, se ha realizado mediante el test de la t de Student y

TABLA 1. Características antropométricas de ambos grupos

	Obesos (n = 39)	No obesos (n = 32)	P
Edad (años)	8,48 ± 2,28	8,14 ± 2,20	NS
Sexo (V/M)	20/19	14/18	-
Z peso	3,16 ± 1,14	-0,39 ± 0,80	< 0,000001
Z talla	0,94 ± 0,88	-0,35 ± 1,27	< 0,00003
IMC (kg/m ²)	24,08 ± 3,35	15,83 ± 1,36	< 0,000001
Porcentaje peso ideal (%)	153,21 ± 20,10	92,00 ± 14,37	< 0,000001
Masa corporal grasa (kg)	16,06 ± 6,59	4,62 ± 2,47	< 0,000001
Masa corporal magra (kg)	28,06 ± 7,18	20,35 ± 5,46	< 0,00001

V: varón; M: mujer; IMC: índice de masa corporal; NS: no significativo.

el test de análisis de la varianza (ANOVA), si las variables siguen una distribución normal, o mediante el test de Mann-Whitney y el test de Kruskal-Wallis si las variables no siguen una distribución normal.

La identificación de las variables predictivas del gasto energético se ha obtenido mediante la realización del test de correlación de Pearson. Para medir el tipo de relación existente entre el gasto energético y cada una de las variables predictoras, se utilizó el análisis de regresión lineal múltiple.

Para realizar comparaciones de los valores del gasto energético entre diferentes grupos de individuos, con distinta composición corporal o distinto sexo, es necesario realizar una normalización o estandarización del gasto energético en función de las distintas variables predictoras del mismo. Para ello, una vez obtenidas las ecuaciones de regresión lineal que relacionan el gasto energético con las distintas variables, éste debe calcularse ajustado a cada individuo mediante la siguiente ecuación¹¹:

$$GE \text{ ajustado} = [GE \text{ medio del grupo} + GE \text{ medido} - GE \text{ previsto}]$$

Donde *GE medio del grupo* es la media del gasto energético en el conjunto de la muestra en valor absoluto;

GE medido es el gasto energético medido en cada individuo; y *GE previsto* es el gasto energético calculado usando los valores de la variable estudiada de cada individuo en la ecuación de regresión lineal generada a partir de dicha variable en la población estudiada.

Los programas informáticos utilizados en el manejo de los datos del estudio han sido el paquete estadístico SPSS versión 7.5 para Windows y el programa Epi-Info versión 6.0 en español.

RESULTADOS

No hay diferencias significativas en la distribución por sexos y edades entre los grupos, por lo que son comparables entre sí. Las medidas antropométricas de peso, talla, IMC, porcentaje de peso ideal, masa corporal grasa y masa corporal magra son superiores en el grupo de obesos (tabla 1).

Gasto energético

El GER medido en valor absoluto es superior en los niños que en las niñas (1.420,55 ± 278,44 kcal/día y 1.303,32 ± 260,50 kcal/día, respectivamente), pero las diferencias no son estadísticamente significativas. Sin embargo, el GER ajustado en función de los parámetros antropométricos y de composición corporal sí es significativamente superior en varones que en mujeres (tabla 2).

Al comparar los grupos de niños obesos y no obesos, el GER en valor absoluto es significativamente superior en los obesos (1.512 kcal/día frente a 1.172 kcal/día). Al estandarizarla en función de la superficie corporal o de la masa corporal magra sigue siendo mayor en los obesos. Sin embargo, al ajustar por peso, masa grasa o combinaciones de varios de estos parámetros, las diferencias en el GER entre ambos grupos desaparecen. En ningún caso el GER es menor en los niños obesos (tabla 3).

En el grupo de niños obesos la ecuación predictiva del gasto energético basal que más se aproxima al GER medido es la de WHO/FAO/UNU-peso (106,39 %) seguida de la ecuación de Schofield-peso (109,01 %) (tabla 4).

Oxidación de sustratos

Se comprueba que los obesos tienen un consumo de oxígeno y una producción de CO₂ significativamente su-

TABLA 2. Gasto energético en reposo medido en valor absoluto y en función de los parámetros antropométricos. Resultados globales y comparación entre sexos

Variabes	Sexo femenino	Sexo masculino	Significación estadística
GER medido (kcal/día)	1.303,32 ± 260,50	1.420,55 ± 278,44	NS
GER ajustado por peso (kcal/día)	1.316,45 ± 120,03	1.406,32 ± 121,89	p = 0,003
GER ajustado por superficie corporal (kcal/día)	1.319,68 ± 114,94	1.402,79 ± 117,25	p = 0,003
GER ajustado por masa grasa (kcal/día)	1.293,47 ± 157,23	1.427,61 ± 164,96	p = 0,0009
GER ajustado por masa magra (kcal/día)	1.335,96 ± 127,30	1.383,81 ± 130,26	p = 0,04

GER: gasto energético en reposo; NS: no significativo.

TABLA 3. Gasto energético en reposo medido en valor absoluto y en función de los parámetros antropométricos: comparación entre los grupos de niños obesos y no obesos

VARIABLES	No obesos	Obesos	Significación estadística
Gasto energético medido (kcal/día)	1.172,59 ± 190,20	1.512,82 ± 234,47	p < 0,000001
GER ajustado por peso (kcal/día)	1.347,18 ± 105,39	1.369,58 ± 144,99	NS
GER ajustado por superficie corporal (kcal/día)	1.326,34 ± 95,31	1.386,67 ± 136,31	p = 0,04
GER ajustado por masa grasa (kcal/día)	1.341,35 ± 161,48	1.374,43 ± 183,65	NS
GER ajustado por masa magra (kcal/día)	1.303,25 ± 92,04	1.405,45 ± 139,30	p = 0,0003

GER: gasto energético en reposo; NS: no significativo.

periores siendo el cociente respiratorio inferior como consecuencia de un mayor porcentaje de oxidación de grasas y un menor porcentaje de oxidación de hidratos de carbono. No existen diferencias en la oxidación de proteínas (tabla 5).

DISCUSIÓN

La investigación del GER realizada en nuestro estudio proporciona una adecuada información sobre el gasto en condiciones de reposo, parte constituyente del gasto energético total. Existen trabajos que comprueban que la determinación del GER por la tarde sin el requisito del ayuno previo es comparable a la determinación clásica en estado postabsortivo y a primera hora de la mañana¹²⁻¹⁴. Figueroa-Colon et al¹⁵ determinan el efecto sobre el GER en niñas prepuberales pasando la noche anterior en el hogar o en el centro clínico de investigación, sin encontrar ninguna diferencia apreciable en la medida del gasto energético. Pencharz y Azcue¹⁶ han comprobado que manteniendo al niño en reposo durante 30 min antes de comenzar la medida energética, es posible obtener un gasto energético similar al obtenido tras el descanso nocturno.

En el grupo de niños obesos la ecuación predictiva del gasto energético basal que más se aproxima al GER medido es la de WHO/FAO/UNU-peso (106,39 %) seguida de la ecuación de Schofield-peso (109,01 %). Este porcentaje puede ser explicado por la termogénesis inducida por la dieta que puede permanecer durante 3 a 4 h tras la ingesta. No existe unanimidad para aconsejar la ecuación predictiva de GER en niños obesos, y probablemente

TABLA 4. Ecuaciones de predicción del gasto energético basal: comparación con el GER medido en el grupo de niños obesos

Ecuaciones de predicción del GE basal	GE calculado (kcal/día)	Porcentaje del GE medido sobre el calculado (%)
Fleish	1351,62 ± 199,06	112,23 ± 9,54
Harris-Benedict	1281,56 ± 183,87	118,33 ± 10,54
Schofield peso	1396,23 ± 229,67	109,01 ± 10,04
Schofield peso-talla	1343,67 ± 224,37	113,27 ± 10,04
WHO/FAO/UNU peso	1429,23 ± 223,36	106,39 ± 10,41

GER medido = 1512,82 ± 231,45.

GER: gasto energético en reposo; GE: gasto energético.

te sería más útil la aplicación de ecuaciones predictivas más en función de la edad y de la masa magra¹⁷. Se ha podido comprobar la reproducibilidad del método, puesto que nuestros resultados concuerdan, con variaciones mínimas, con los calculados mediante las ecuaciones propuestas por Goran¹⁸, que fueron obtenidas mediante calorimetría indirecta en estado posprandial, de forma muy similar a nuestra investigación; a partir de los valores obtenidos, mediante un análisis de regresión, este autor propuso ecuaciones predictivas del gasto energético en función de la masa magra, masa grasa y sexo. En nuestro estudio, los valores del GER tanto de forma global como fragmentados por sexo o por composición corporal (obesos y no obesos) se correlacionan estrechamente con los datos de Goran.

TABLA 5. Consumo de oxígeno, producción de CO₂, cociente respiratorio y porcentaje de oxidación de sustratos: comparación entre los grupos obesos y no obesos

VARIABLES	No obesos	Obesos	Significación estadística
Producción de CO ₂ (ml/min)	142,31 ± 24,30	178,05 ± 29,56	p = 0,000001
Consumo de oxígeno (ml/min)	171,89 ± 26,88	221,12 ± 34,40	p < 0,000001
Cociente respiratorio	0,82 ± 0,04	0,79 ± 0,03	p = 0,02
Cociente respiratorio no proteico	0,82 ± 0,04	0,79 ± 0,04	p = 0,02
Oxidación de hidratos de carbono (%)	36,34 ± 13,61	30,10 ± 9,85	p = 0,03
Oxidación de grasas (%)	51,08 ± 13,61	57,15 ± 10,68	p = 0,04
Oxidación de proteínas (%)	12,67 ± 3,00	13,26 ± 4,02	NS

NS: no significativo.

En relación al sexo, el GER es significativamente superior en niños que en niñas tras ajustarlo por sus principales determinantes. Los datos de otros estudios en este sentido son contradictorios, existiendo bibliografía con resultados similares a los nuestros¹⁹ y otros trabajos en que el GER se iguala en ambos sexos²⁰. Es evidente que las diferencias en composición corporal existentes entre los sexos no son causa de esta desigualdad, pues el GER permanece superior en los niños cuando se igualan ambos sexos por diferencias en composición corporal. En adultos se ha intentado explicar este hecho por la influencia de las hormonas sexuales, pero en nuestro estudio, al tratarse de niñas prepuberales, esta explicación no es factible.

El GER, en valor absoluto, es superior en los niños obesos en relación con los de peso normal. No es correcto por razones matemáticas, la expresión del gasto energético en forma de un cociente entre éste y el peso o superficie corporal o masa magra, pues de ese modo se induce a errores al comparar sujetos de distinta composición corporal, edad o sexo; al dividir el gasto energético por peso o superficie corporal estamos asumiendo de forma incorrecta que todos los individuos tienen la misma cantidad de tejido metabólicamente activo, y al dividir por la masa magra, asumimos también de forma errónea que todos los tejidos son igualmente activos. El método más apropiado para realizar comparaciones es la realización de un análisis de regresión para estandarizar los valores del GER en función de sus determinantes. Cuando se estandariza en función de sus principales determinantes, el GER continúa siendo mayor en los niños obesos o se iguala en ambos grupos. En ningún caso resulta ser inferior en obesos que en no obesos. Los resultados de nuestro estudio no apoyan la hipótesis de que una disminución del metabolismo en reposo contribuya al mantenimiento de la obesidad en niños. No obstante, puesto que nuestro trabajo ha sido realizado cuando la obesidad ya está establecida, no podemos excluir la posibilidad de que exista un gasto energético disminuido durante el período de inicio de la obesidad y que posteriormente varíe a valores normales o elevados cuando el niño ya sea obeso.

Estos resultados son compatibles con la mayor parte de los estudios realizados en niños, adolescentes y adultos²¹, aunque en la mayoría de ellos el GER se iguala entre obesos y no obesos al ajustarlo por masa corporal magra. Posiblemente puede justificar esta diferencia los cambios notables en la masa grasa entre obesos y no obesos, teniendo en cuenta que el metabolismo graso de los obesos no es despreciable. De hecho, al ajustar por masa magra y masa grasa, el GER se iguala en obesos y no obesos. Dado que la termogénesis inducida por los alimentos en los pacientes obesos es igual o discretamente inferior a la de niños de peso normal⁴, puede asumirse que los mayores determinantes del desarrollo de la obe-

sidad son los asociados al gasto energético inducido por la actividad física y a la ingesta energética alimentaria²².

Los niños obesos presentan un mayor porcentaje de oxidación de grasas y un menor porcentaje de oxidación de hidratos de carbono, lo que se refleja también en un menor cociente respiratorio. Estos resultados son similares a los encontrados en otros trabajos²³⁻²⁵. El mayor grado de oxidación de grasa observado en nuestros pacientes obesos puede estar determinado por la mayor masa grasa, como productor de ácidos grasos libres, y por la mayor masa no grasa, como utilizador de estos ácidos grasos libres³. No obstante, otros factores no evaluados en el presente trabajo pueden explicar las variaciones en la oxidación grasa, como el balance energético diario, la composición de macronutrientes o la resistencia a la insulina.

Se ha propuesto la hipótesis de que el menor cociente respiratorio en niños obesos constituye un mecanismo compensatorio para lograr un equilibrio en la grasa corporal mediante una mayor oxidación grasa, lo que se opondría a la ganancia adicional de más tejido adiposo. Este proceso podría contribuir a la regulación a largo plazo del equilibrio de la grasa y de la energía en individuos obesos. Puede considerarse que nuestros hallazgos son compatibles con la teoría del balance de sustratos. Según ésta, el aumento de grasa corporal produce resistencia a la insulina y un elevado flujo de ácidos grasos libres hacia el hígado y músculos, con lo que se reduce la oxidación de hidratos de carbono y se incrementa la oxidación grasa²⁶.

Podemos establecer las siguientes conclusiones: el gasto energético en reposo es superior en los niños que en las niñas cuando se ajusta en función de sus principales determinantes. El gasto energético en reposo en valor absoluto es superior en los niños obesos que en los no obesos y continúa siendo superior o se hace igual al de los no obesos cuando se estandariza en función de sus principales determinantes. Por tanto, una disminución del gasto energético en reposo no contribuye al mantenimiento de la obesidad en niños. Los niños obesos presentan mayor porcentaje de oxidación de grasas, menor porcentaje de oxidación de hidratos de carbono y un cociente respiratorio menor que los niños no obesos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Roberts SB, Vinken AG. Energy and substrate regulation in obesity. En: Walker WA, Watkins JB, editors. Nutrition in Pediatrics. 2.^a ed. Hamilton: Decker, 1997; p. 181-95.
2. Maffei C, Schultz Y, Zaffanello M, Piccoli R, Pinelli L. Elevated energy expenditure and reduced energy intake in obese prepubertal children: Paradox of poor dietary reliability in obesity? *J Pediatr* 1994;124:348-54.
3. Molnar D, Schutz Y. The effect of obesity, age, puberty and gender on resting metabolic rate in children and adolescents. *Eur J Pediatr* 1997;156:376-81.

4. Tounian P, Girardet JP, Carlier L, Frelut ML, Veinberg F, Fontaine JL. Resting energy expenditure and food-induced thermogenesis in obese children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1993;16:451-7.
5. Maffei C, Schutz Y, Zocante L, Micciolo R, Pinelli L. Meal-induced thermogenesis in lean and obese prepubertal children. *Am J Clin Nutr* 1993;57:481-5.
6. Maffei C, Zaffanello M, Pinelli L, Schutz Y. Total energy expenditure and patterns of activity in 8-10-year-old obese and non-obese children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1996;23:256-61.
7. Dietz WH. Is reduced metabolic rate associated with obesity? *J Pediatr* 1996;129:621-3.
8. Brook CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child* 1971;46:182-4.
9. Durmin JVGA, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body measurement of skinfold thickness. *Br J Nutr* 1967;21:681-9.
10. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Science, 1961; p. 223-44.
11. Ravussin E, Bogardus C. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. *Am J Clin Nutr* 1989;49:968-75.
12. Goran MI, Kaskoun M, Johnson R. Determinants of resting energy expenditure in young children. *J Pediatr* 1994;125:362-7.
13. Turley KR, McBride PJ, Wilmore JH. Resting metabolic rate measured after subjects spent the night at home vs at a clinic. *Am J Clin Nutr* 1993;58:141-4.
14. Bandini LG, Morelli JA, Must A, Dietz WH. Accuracy of standardized equations for predicting metabolic rate in premenarcheal girls. *Am J Clin Nutr* 1995;62:711-4.
15. Figueroa-Colon R, Franklin FA, Goran MI, Lee JY, Weinsier RL. Reproducibility of measurement of resting energy expenditure in prepubertal girls. *Am J Clin Nutr* 1996;64:533-6.
16. Pencharz PB, Azcue MP. Measuring resting energy expenditure in clinical practice (editorial). *J Pediatr* 1995;127:269-71.
17. Rodriguez G, Moerno LA, Sarria A, Fleta J, Bueno M. Resting energy expenditure in children and adolescents: Agreement between calorimetry and prediction equations. *Clin Nutr* 2002; 21:255-60.
18. Goran MI, Johnson R. Techniques for measurement of resting energy expenditure in children. Reply. *J Pediatr* 1995;126: 679-80.
19. Arciero PJ, Goran MI, Poehlman ET. Resting metabolic rate is lower in women compared to men. *J Appl Physiol* 1993;75: 2514-20.
20. Zwiauer KF, Mueller T, Widhalm K. Resting metabolic rate in obese children before, during and after weight loss. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1992;16:11-6.
21. Salas-Salvado J, Barenys-Manent M, Recasens Gracia MA, Martí-Henneberg C. Influence of adiposity on the thermic effect of food and exercise in lean and obese adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993;17:717-22.
22. Koletzko B, Girardet JP, Klish W, Tabacco O. Obesity in children and adolescents worldwide: Current views and future directions. Working Group Report of the First World Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2002;35(Suppl): S205-S12.
23. Maffei C, Pinelli L, Schutz Y. Increased fat oxidation in prepubertal obese children: A metabolic defense against further weight gain. *J Pediatr* 1995;126:15-20.
24. Rueda-Maza CM, Maffei C, Zaffanello M, Schutz Y. Total and exogenous carbohydrate oxidation in obese prepubertal children. *Am J Clin Nutr* 1996;64:844-9.
25. Molnar D, Schutz Y. Fat oxidation in nonobese and obese adolescents: Effect of body composition and pubertal development. *J Pediatr* 1998;132:98-104.
26. Flatt JP. Importance of nutrient balance in body weight regulation. *Diabet Metab Rev* 1988;4:571-81.