

Gasto energético en reposo en niños y adolescentes sanos y afectados de obesidad

Cristina Azcona San Julián¹, Gema Frühbeck²

¹Departamento de Pediatría. Unidad de Endocrinología Pediátrica;

²Laboratorio de Investigación Metabólica.

Clínica Universidad de Navarra. Pamplona

Correspondencia: Cristina Azcona San Julián

Clínica Universidad de Navarra

Avda. Pío XII s/n (31080 Pamplona)

Correo electrónico: cazcona@unav.es

Fundamento y objetivos: El gasto energético en reposo (GER) constituye uno de los factores determinantes del almacenamiento de energía, y su interpretación tanto en niños como en adultos es controvertida. El objetivo de este estudio es determinar el GER en niños y adolescentes sanos y afectados de obesidad y analizar sus factores determinantes.

Pacientes, material y métodos: Se estudia una muestra de 214 niños y adolescentes de 5 a 22 años (105 obesos y 109 no obesos). El análisis de la composición corporal se realiza mediante pletismografía por desplazamiento de aire mediante BOD-POD y del GER mediante calorimetría indirecta.

Resultados: El GER se correlaciona de forma estadísticamente significativa con la edad, sexo, talla, peso, estadio puberal, IMC, masa magra y masa grasa. Es mayor en niñas y adolescentes afectas de obesidad que en las niñas y adolescentes de control, diferencia que

se acentúa cuando se comparan las medias ajustadas por masa magra. En chicos obesos es superior al de no obesos, pero no muestra diferencias estadísticamente significativas.

Conclusiones: El GER en los sujetos estudiados está principalmente determinado por la masa magra así como por la edad y sexo, y es superior en obesos que en no obesos.

Palabras clave: Obesidad. Masa grasa. Gasto energético. Niños.

Resting caloric expenditure in healthy and obese children and adolescents

Background and aim: Resting energy expenditure (REE) is one of the factors that determine the energy storing. Its meaning in children and adults is controversial. The aim of this study is to determine REE in healthy and obese children and adolescents and to assess some of its determinant factors.

Patients, material and methods: Two hundred and fourteen children and adolescents were studied, age range 7 to 22 years (105 obese and 109 healthy). Body composition analysis was measured by air displacement pletismography and REE by indirect calorimetry.

Results: REE was significantly correlated with age, sex, height, weight, puberty, body mass index, lean mass and fat mass. REE is significantly higher in girls with obesity than in healthy girls, and this difference was even higher when REE was adjusted by lean mass. REE is also higher in obese boys than in healthy boys without reaching statistical significance.

Conclusions: REE in the subjects studied depends mainly on lean mass, age, and sex, and is higher in obese than in non-obese children.

Key words: Obesity. Fat mass. Energy expenditure. Children.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es un trastorno metabólico que conduce a una excesiva acumulación de energía en forma de grasa corporal en relación con el valor esperado según el sexo, talla y edad⁽¹⁾. Este trastorno metabólico constituye la enfermedad nutricional más frecuente en niños y adolescentes en países desarrollados y su prevalencia está aumentando rápidamente en el mundo entero.

Considerando como criterio de definición de obesidad las recomendaciones de The International Obesity Task Force⁽²⁾, en Europa la prevalencia de sobrepeso en niños de 7 a 11 años

oscila entre el 10-35%; en tanto que en adolescentes la prevalencia se cifra entre el 9-23%⁽³⁾. En Estados Unidos la prevalencia de sobrepeso y obesidad se ha duplicado en las últimas dos décadas, siendo actualmente del 15%⁽⁴⁾.

En España la prevalencia de obesidad es del 13,9% y, si se consideran de forma conjunta la obesidad y el sobrepeso, esta cifra asciende al 26,4%⁽⁵⁾. En Navarra, el estudio *PECNA* describe una prevalencia de obesidad del 14,7%⁽⁶⁻⁸⁾. En el resto de España se observa un fenómeno similar, así como en estudios de prevalencia realizados en Estados Unidos y Reino Unido⁽⁹⁻¹¹⁾.

El gasto energético en reposo (GER) representa el 65-75% del gasto energético total en la mayor parte de los sujetos se-

dentarios⁽¹²⁾. Son muchos los estudios que demuestran que el GER depende mayoritariamente de la cantidad de masa libre de grasa, aunque también la edad, el estadio puberal y el sexo son factores determinantes⁽¹³⁻¹⁸⁾.

La obesidad es atribuida a un exceso de ingesta con relación al gasto energético, especialmente reducido por falta de ejercicio físico⁽¹⁹⁾. En sujetos afectos de obesidad se ha descrito que el GER puede ser igual, superior o inferior al GER de niños no afectos de esta enfermedad⁽²⁰⁻²²⁾. Estas diferencias pueden ser explicadas por los diferentes métodos utilizados y por la dificultad que entraña determinar en verdaderas condiciones de reposo el GER en los niños, ya que es muy costoso conseguir que el niño se mantenga en reposo absoluto durante media hora.

OBJETIVOS

El propósito de este estudio se centra en valorar el GER en niños y adolescentes obesos y con normopeso a fin de poder evaluar la contribución de conocidos factores determinantes tales como son la edad, el sexo, el estadio puberal y la composición corporal, y más concretamente en:

- Valorar el GER mediante calorimetría indirecta en sujetos pediátricos de la provincia de Navarra de 7 a 22 años.
- Examinar la relación entre GER y composición corporal, edad, sexo y estadio puberal.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Los sujetos se incorporaron al ensayo de forma voluntaria tras invitación enviada por correo interno a los padres de trabajadores de la Clínica Universitaria y de la Universidad de Navarra, que tuvieran hijos de edades comprendidas entre 5 y 22 años; de esta forma se enviaron 1.250 cartas y se seleccionó a 214 niños y adolescentes sanos (88 varones y 126 mujeres). Para el reclutamiento de los sujetos de 17 a 22 años se realizó también una invitación al estudio en las aulas del primer ciclo de carrera de la Facultad de Medicina.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Clínica Universidad de Navarra. Se obtuvo consentimiento informado de todos los sujetos mayores de 12 años. Los padres dieron el consentimiento de participación en el estudio cuando sus hijos eran menores de 12 años y, asimismo, asintieron en el consentimiento otorgado por los hijos mayores de 12 años.

Material y métodos

Protocolo del estudio

Los sujetos acudieron durante dos días en ayunas a primera hora de la mañana para la realización, según el orden que se describe, de las siguientes exploraciones, mediciones y recogida de datos personales de interés:

- **Primer día:** anamnesis para descartar patología, exploración física, mediciones antropométricas (peso, talla y perímetro de la cintura y de la cadera).
- **Segundo día:** determinación del GER y análisis de composición corporal.

Las mediciones antropométricas se realizaron por el mismo investigador con experiencia en auxología pediátrica en la consulta del Departamento de Pediatría de la Clínica Universidad de Navarra. El análisis de composición corporal mediante Bod Pod® (Life Measurement: California, Estados Unidos) y la calorimetría indirecta se realizaron por personal especializado en el manejo de dichas técnicas en el Área de Nutrición del Departamento de Endocrinología de la Clínica Universidad de Navarra.

Determinaciones antropométricas

- **Peso:** la determinación del peso se realizó con el paciente en ayunas descalzo y en ropa interior utilizando la medición del peso por el sistema de impedanciometría modelo TBF-410 (Tanita, Tokio, Japan).
- **Talla:** la determinación de la talla se realizó también en ayunas mediante el estadiómetro de Harpenden. El niño se sitúa de pie, erecto, descalzo, con la parte media superior de la espalda apoyada sobre la guía vertical del tallímetro. Los tobillos han de permanecer juntos, los brazos con las palmas hacia dentro y el borde inferior de la órbita debe estar en el mismo plano horizontal del conducto auditivo externo.
- **Índice de masa corporal:** fue calculado a partir de las mediciones antropométricas de peso y talla según la fórmula:

$$\text{IMC (kg)} = \text{peso (kg)} / [\text{talla (m)}]^2$$

- **Cociente perímetro cintura/perímetro cadera:** el perímetro de la cintura se mide en la línea media entre el reborde costal inferior y la cresta iliaca (espinia iliaca anterosuperior), y el perímetro de la cadera es la mayor circunferencia entre los trocánteres mayores. El aumento de ese cociente señala un aumento relativo de la grasa visceral sobre la grasa subcutánea.

Sistemas de análisis de composición corporal. Pletismografía por desplazamiento de aire

Se utilizó el sistema Bod-Pod siguiendo las instrucciones del fabricante. La determinación de la masa grasa por esta técnica se realiza habitualmente en unos 10 minutos. La técnica se basa en la aplicación de las leyes de presiones y volúmenes en un pletismógrafo de dos cámaras⁽²³⁾. De esta forma, la cámara detecta cambios en el volumen de aire cuando el sujeto se introduce en la misma y el correspondiente cambio en la presión es medido. El volumen corporal se obtiene restándole del volumen de la cámara vacía. La medida del volumen corporal se utiliza para calcular la densidad corporal (masa/volumen), y el porcentaje de masa grasa se calcula mediante la fórmula de Siri⁽²⁴⁾ y Lohman⁽²⁵⁾.

Calorimetría indirecta

Se realizó también con el paciente en ayunas de 12 horas a primera hora de la mañana, en condiciones de reposo absoluto media hora antes de la prueba y en un ambiente termoestable (20 °C a 21 °C). Los sujetos acudieron a la prueba en coche y subieron hasta el lugar de la prueba en ascensor. Se determinó mediante el calorímetro VMAX-29 (SensorMedics Corporation: California, Estados Unidos). El GER teórico se obtuvo por la fórmula de Harris-Benedict.

Desarrollo puberal

La valoración del desarrollo puberal se realizó de acuerdo con los estadios de Tanner⁽²⁶⁾, que mediante una escala de 1 a 5 valoran el desarrollo de las mamas y del vello pubiano en la mujer y el desarrollo de los genitales externos y del vello pubiano en el varón.

Análisis estadístico

El análisis estadístico y la recogida de datos se efectuó mediante el paquete estadístico SPSS para Windows, v. 15.0.1 (2006. Chicago: SPSS Inc.) y la normalidad de las variables se comprobó mediante el test de Shapiro-Wilk. Se realizó la estadística descriptiva obteniendo las medias e intervalos de confianza de los datos antropométricos y de estimación de la masa grasa y gasto energético. Las variables de peso, talla e índice de masa corporal fueron tipificadas con relación a los valores

de referencia de la población pediátrica española de Hernández *et al.*⁽²⁷⁾ obteniendo la puntuación de desviación típica.

Las correlaciones entre dos variables fueron analizadas mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r). Se utilizó la distribución t de Student para dos muestras independientes con el fin de analizar las diferencias de una variable entre grupos de sujetos.

A través de un análisis de regresión lineal múltiple se estudiaron las variables que influyen en el gasto energético, así como un análisis de la covarianza para obtener las medias de gasto energético ajustadas según la masa magra.

Se consideró significación estadística el valor de p bilateral inferior a 0,05.

RESULTADOS

Las **Tablas 1 y 2** resumen las características antropométricas, composición corporal, gasto energético y desarrollo puberal de los sujetos estudiados. Los datos se expresan como media e intervalo de confianza al 95%.

No se observan diferencias estadísticamente significativas entre mujeres y varones de cada grupo con relación al peso, talla, edad e IMC. Sin embargo, sí que las hemos encontrado, como era de esperar, en el cociente cintura/cadera ($p < 0,0001$), GER ($p < 0,01$), masa libre de grasa ($p < 0,001$) y masa grasa ($p < 0,001$).

Al comparar las chicas obesas con las de control se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) en todas las variables expuestas en la **Tabla 1** salvo en la talla ($p = 0,31$). En los chicos ocurre lo mismo y, además, tampoco se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la edad ($p = 0,63$).

El GER se correlaciona con el sexo ($r = 0,31$; $p < 0,001$), la talla ($r = 0,62$; $p < 0,001$), el peso ($r = 0,70$; $p < 0,001$), el estadio puberal ($r = 0,39$; $p < 0,001$), el IMC ($r = 0,49$; $p < 0,001$), la masa magra (kg) ($r = 0,67$; $p < 0,001$) (**Figura 1**) y la masa grasa (kg) ($r = 0,40$; $p < 0,001$) y con la edad ($r = 0,40$; $p < 0,001$) (**Figura 2**). No hemos observado correlación entre el GER y el índice cintura/cadera ($r = 0,08$; $p = 0,245$).

El GER es mayor en las niñas y adolescentes afectas de obesidad que en las del grupo de control ($p < 0,001$), diferencia que se acentúa cuando se comparan las medias ajustadas por masa magra utilizando el análisis de la covarianza. En los chicos obesos el GER es superior al de los chicos no obesos, pero no muestra diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,423$). Estas diferencias se acentúan cuando se comparan las medias ajustadas por masa magra utilizando el análisis de la

Tabla 1. **CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES Y RESULTADOS DE MASA GRASA Y GER**

	Obesidad, n = 105		No obesos, n = 109	
	Chicas, n = 62	Chicos, n = 43	Chicas, n = 64	Chicos, n = 45
Edad	11,6 (10,7; 12,6)	11,9 (10,9;12,9)	14,5 (12,9; 16,2)	13,2 (11,2; 15,1)
Peso-SDS	1,82 (1,6; 2,1)	1,8 (1,5; 2,2)	0,17 (-0,1; 0,4)	0,3 (0,3; 0,6)
Talla-SDS	0,8 (0,4; 1,2)	0,5 (0,1; 0,8)	0,5 (0,2; 0,9)	0,9 (0,4; 1,4)
IMC-SDS	2,4 (2,0; 2,8)	2,6 (2,0; 3,1)	0,1 (-0,1; 0,37)	-0,2 (-0,6; 0,1)
Masa grasa (%)	36,8 (35,2; 38,5)	35,4 (32,8; 37,9)	24,6 (22,5; 26,7)	13,8 (10,4; 17,1)
Masa magra (%)	63,1 (61,5; 64,8)	65,0 (62,5; 67,5)	75,4 (73,3; 75,2)	86,2 (82,8; 89,6)
GER real (kcal/día)	1.626 (1.535; 1.716)	1.730 (1.608; 1.815)	1.424 (1.360; 1.487)	1.681 (1.631; 1.929)
GER calculado (kcal/día) (Harris-Benedict)	1.411 (1.350; 1.472)	1.537 (1.425; 1.649)	1.321 (1.268; 1.373)	1.430 (1.285; 1.576)
GER (% respecto al teórico)	116 (111; 120)	113 (109; 118)	108 (104; 111)	126 (119; 133)
GER ajustado s/ masa magra (kcal)	1.650 (1.603; 1.696)	1.709 (1.653; 1.764)	1.456 (1.410; 1.501)	1636 (1581; 1691)

Datos expresados en media e intervalo de confianza 95%. SDS ('standard deviation score'): puntuación de desviación típica.

Tabla 2. **CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES CON RELACIÓN AL DESARROLLO PUBERAL**

Estadios de Tanner	Chicas (%) n = 126	Chicos (%) n = 88
1	26	37
2	17	21
3	14	16
4	18	15
5	25	11

covarianza, pero tampoco son estadísticamente significativas las diferencias.

También hemos observado que el GER es significativamente superior en los chicos respecto de las chicas ($p < 0,01$) y que aumenta con la edad.

Para analizar la relación entre el GER y sus variables predictoras se realizó una regresión lineal múltiple, observándose que la edad ($p < 0,001$) y el sexo ($p < 0,0001$), la masa magra ($p < 0,0001$) y la obesidad ($p < 0,0001$) son las variables que determinan con mayor significación estadística el GER ($R^2 = 0,57$).

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\text{GER} = 1038,906 - 18,948 \times (\text{edad}) + 94,407 \times (\text{sexo: V}) + 120,789 \times (\text{grupo: obesidad}) + 18,962 \times (\text{masa magra (kg)})$$

DISCUSIÓN

El GER es uno de los factores determinantes del almacenamiento de la energía en forma de masa grasa, y su interpretación tanto en niños como en adultos es objeto de controversia^(14,18-20). Así, en sujetos afectados de obesidad se ha descrito que el GER puede ser igual, superior o inferior al GER de niños no afectados por esta enfermedad^(18,20-22). Estas diferencias pueden ser explicadas por los diferentes métodos utilizados y por la dificultad que existe para determinar en verdaderas condiciones de reposo el GER en los niños, ya que es muy costoso conseguir que el niño se mantenga en reposo absoluto durante media hora, así como cumplir los requisitos previos para considerar que la calorimetría se realiza realmente en condiciones basales.

El GER depende principalmente de la masa magra, dado que la masa grasa tiene una tasa metabólica más baja. Como los sujetos obesos tienen un exceso de masa grasa, cabría esperar encontrar que su GER fuera más bajo. Sin embargo, en este estudio y en otros⁽²⁸⁻³³⁾, se observa que los sujetos con mayor porcentaje de grasa presentan un mayor GER. Este fenómeno puede ser debido a que la masa grasa, a pesar de ser metabólicamente menos activa que la masa magra, al estar presente en mayor cantidad contribuye a incrementar el GER, así como a la mayor cantidad de masa magra que también suelen presentar los sujetos obesos. Molnár *et al.* (1997)⁽³⁴⁾ observan que el GER es superior en obesos y que al ajustar por masa magra las diferencias desaparecen. Estas discrepancias podrían ser debidas al diferente sistema utilizado para determinar la masa grasa, así como para determinar el GER.

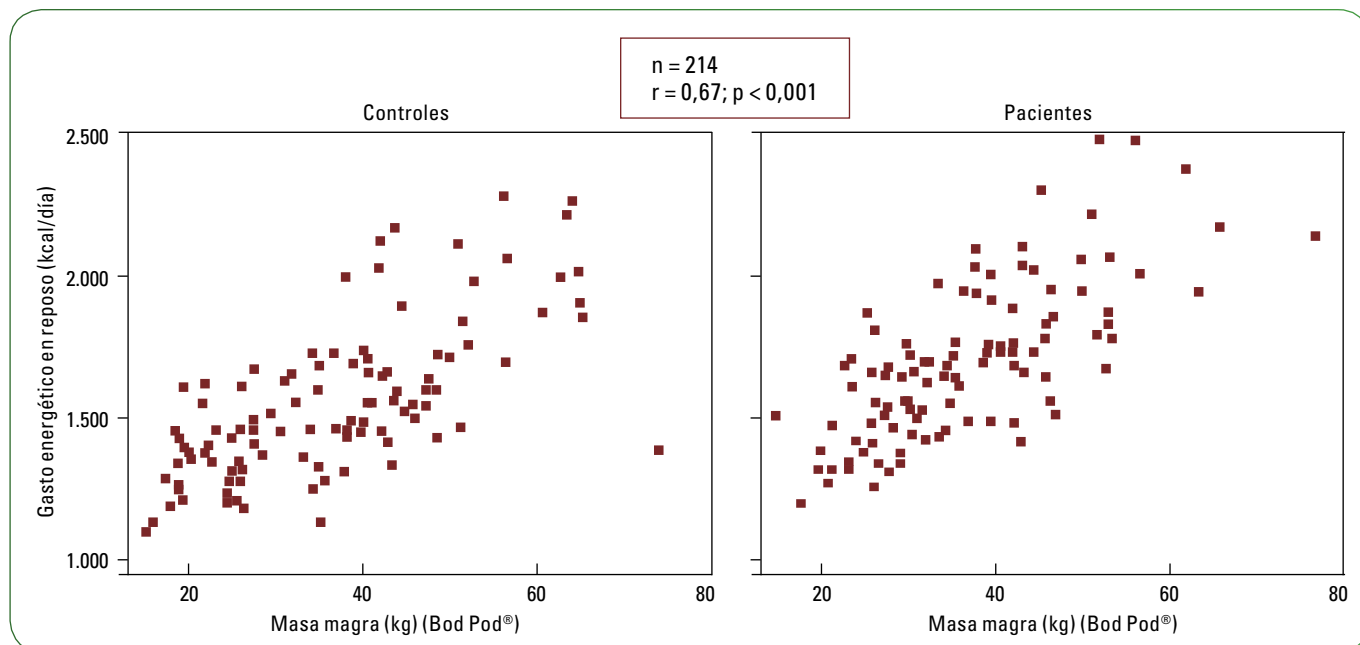


Figura 1. Correlación del gasto energético en reposo con la masa magra.

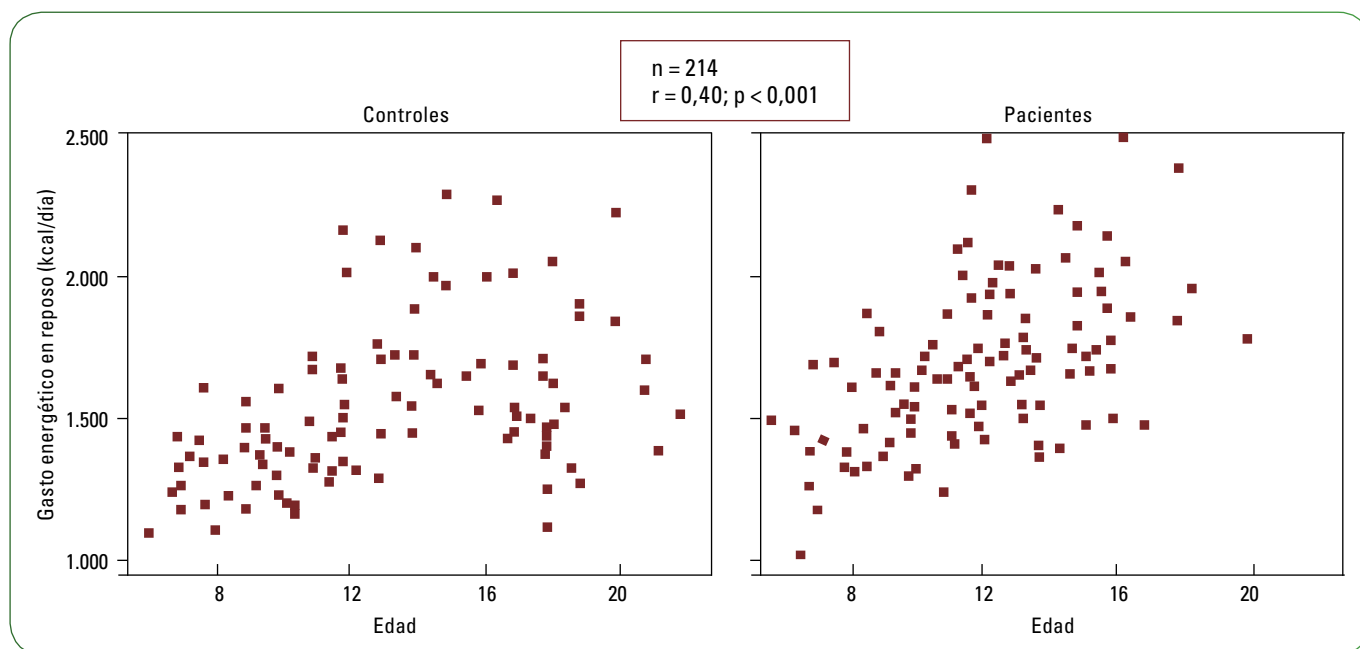


Figura 2. Correlación del gasto energético en reposo con la edad.

En el grupo de pacientes obesos estudiado, el porcentaje de masa magra es inferior a la masa magra de los sujetos de control y, por el contrario, el porcentaje de masa grasa es superior. Por ello, hay que analizar de distinta manera el GER según la composición corporal de un sujeto. El GER no sólo depende

de la composición corporal de un sujeto, sino también de la edad y de la actividad física^(17-18,21,35-36). El GER es el principal componente del gasto energético total, y el gasto energético relacionado con el ejercicio es la parte del gasto que más modifica el gasto energético total⁽²¹⁾.

El GER es también superior en niños que en niñas, incluso realizando las comparaciones tras ajustarlo por la masa magra, según el análisis de la covarianza, por lo que parece que son otros factores dependientes del sexo los que contribuyen a este mayor GER en varones. Sin embargo, el estadio puberal no contribuye a modificar el GER tal y como ha sido descrito por otros autores⁽¹⁷⁾.

El GER en el grupo de sujetos estudiado depende de la edad, el sexo y la composición corporal del sujeto, siendo el principal determinante la masa magra.

BIBLIOGRAFÍA

- Pi-Sunyer, FX. Obesity: criteria and classification. *Proc Nutr Soc* 2000; 59 (4): 505-9.
- Dietz WH, Bellizzi MC. Assessment of childhood and adolescent obesity: results from an International Obesity Task-Force workshop, Dublin, 1997. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 117S-75S.
- Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight among children in Europe. *Obesity Reviews* 2003, 4: 195-200.
- Ogden CL, et al. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *JAMA* 2002, 288: 1728-32.
- Serra L, et al. Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000). *Med Clin (Barc)* 2003, 121 (19): 725-32.
- Elcarte R, Villa I, Sada J, Gascó M, Oyarzábal M, Sola A. Estudio de Navarra (PECNA). Prevalencia de hipertensión arterial, hiperlipidemia y obesidad en la población infanto-juvenil de Navarra. Asociación de estos factores de riesgo. *Acta Pediatr Esp* 1993; 38: 428-36.
- Repáraz F, et al. Evolución de la prevalencia de obesidad en la población infanto-juvenil de Navarra. *Acta Pediatr Esp* 1998; 56: 296-300.
- Repáraz F, et al. Obesidad infantil en Navarra: evolución, tendencia y relación entre obesidad infantil y adulta. Estudio PECNA. *Anales del Sistema Sanitario de Salud* 1998; 21 (3): 331-40.
- Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. Increasing prevalence of overweight among US adults: the National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991. *JAMA* 1994; 272: 205-11.
- Gortmaker SL, et al. Increasing pediatric obesity in the United States. *Am J Dis Child* 1987; 141: 535-41.
- Troiano RP, et al. Overweight prevalence and trends for children and adolescents: The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995; 149: 1085.
- Bandini LG, et al. Relation of body composition, parental overweight, pubertal stage, and race ethnicity to energy expenditure among premenarcheal girls. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 1040-7.
- Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 963-9.
- Owen OE. Restin metabolic requirements of men and women. *Mayo Clin Proc* 1988; 63: 503-10.
- Ravussin E, Bogardus C. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily expenditure and fuel utilization. *Am J Clin Nutr* 1989 49: 968-75.
- Rodriguez G, et al. Determinants of resting energy expenditure in obese and non-obese children and adolescents. *J Physiol Biochem* 2002; 58 (1): 9-15.
- 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.
- Goran MI, et al. Determinants of resting energy expenditure in young children. *J Pediatr* 1994; 125: 362-7.
- Maffeis C, et al. Elevated energy expenditure and reduced energy intake in obese prepubertal children: paradox of poor dietary reliability in obesity? *J Pediatr* 1994; 124: 348-54.
- Dietz WH, et al. Estimates of metabolic rate in obese and non obese adolescents. *J Pediatr* 1991; 118: 1733-6.
- Ekelund U, et al. Physical activity but not energy expenditure is reduced in obese adolescents: a case-control study. *Am J Clin Nutr* 2002; 76 (5): 935-41.
- Paz M, et al. Influencia del gasto energético en la obesidad infantil. *An Pediatr* 2003; 58 (4): 316-21. 76: 935-41.
- McCrorry MA, et al. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Am J Clin Nutr* 1995; 27: 1686-91.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A (eds.). *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy of Science; 1961. p. 223-44.
- Lohman TG. Aplicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci Rev* 1986; 14: 325-57.
- Tanner JM. Clinical longitudinal standard for height, weight, height velocity and stages of puberty. *Arch Dis Child* 1976; 51: 70-9.
- Hernández M, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigaciones sobre Crecimiento y Desarrollo. Fundación Faustino Orbegozo. Madrid: Garsi; 1988.

28. Tershakovec AM, Kuppler KM, Zemel B, Stallings VA. Age, sex, ethnicity body composition, and resting energy expenditure of obese African American and white children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 867-71.
29. Bandini LG, Schoeller DA, Dietz WH. Energy expenditure in obese and nonobese adolescents. *Pediatr Res* 1990; 27: 198-203.
30. Fontvieille AM, Dwyer J, Ravussin E. Resting metabolic rate and body composition of Pima Indian and Caucasian children. *Int J Obes* 1992; 16: 535-42.
31. Garrow JS, Webster J. Are pre-obese people energy thrifty? *Lancet* 1985; I: 670-1.
32. Maffeis C, Schutz Y, Micciolo R, Zoccante L, Pinelli L. Resting metabolic rate in six- to ten-year-old obese and non-obese children. *J Pediatr* 1993; 556-62.
33. Molnár D, et al. Food induced thermogenesis in obese children. *Eur J Pediatr* 1985; 144: 27-31.
34. Molnár 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.
35. Ball EJ, et al. Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9 year. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 524-8.
36. Salbe AD, et al. Assessing risk factors for obesity between childhood and adolescence: II. energy metabolism and physical activity. *Pediatrics* 2002; 110: 307-14.