

El índice de masa corporal, ¿predice adecuadamente el nivel de adiposidad y el riesgo cardiovascular en niños y adolescentes?

G. Rodríguez Martínez^{1,2}, S. Gallego Vela², L.A. Moreno Aznar³, J. Fleta Zaragoza^{2,3}

¹Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física. Universidad de Zaragoza. ²Servicio de Pediatría. Hospital Clínico Universitario «Lozano Blesa». Zaragoza. ³E.U. Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza

Resumen

El índice de masa corporal (IMC) varía considerablemente durante la infancia y la adolescencia según la edad y el sexo. El IMC es el parámetro que más frecuentemente se utiliza para predecir el exceso de grasa corporal porque se determina fácilmente y se correlaciona bien con la adiposidad. Recientemente, se han propuesto los puntos de corte internacionales de IMC (International Obesity Task Force) para la definición de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes, para cada edad y sexo. Además de con el exceso de grasa corporal, el IMC se correlaciona con varios componentes del síndrome metabólico: dislipemia, hipertensión, resistencia a la insulina/hiperinsulinismo e intolerancia a los carbohidratos/diabetes mellitus tipo 2. El IMC no es capaz de predecir con fiabilidad el porcentaje de masa grasa específicamente en un individuo, pero es un buen indicador indirecto de adiposidad. Por otro lado, pese a su aceptable sensibilidad y especificidad, puede clasificar como obesos o con sobrepeso a los individuos que no tengan realmente exceso de grasa corporal.

Palabras clave

Obesidad, sobrepeso, índice de masa corporal, masa grasa

Introducción

La obesidad es más que una acumulación excesiva de grasa corporal. La adiposidad, especialmente la intrabdominal, se asocia con complicaciones metabólicas, problemas físicos y alteraciones psicológicas a corto y a largo plazo, y, en conjunto, todos ellos pueden incluirse dentro del concepto de obesidad¹. Los valores del índice de masa corporal (IMC), determinado por la relación peso/talla² (en kg/m²), varían durante la infancia y la adolescencia, según la edad y el sexo. El IMC es el parámetro que más frecuentemente se usa para el cribado de exceso de grasa corporal, ya que es muy fácil de determinar y tiende a correlacionarse bastante bien con la grasa corporal. Los puntos de corte del IMC que generalmente se aceptan para la definición de sobrepeso y obesidad en adultos son >25 y >30, respectivamente. En la actualidad no hay consenso respecto a los puntos de corte para el porcentaje de masa grasa

Abstract

Title: Is the body mass index a good predictor of excess body fat and cardiovascular risk in children and adolescents?

Body mass index (BMI) values vary during childhood and adolescence depending on age and gender. The BMI is the parameter most frequently used for the screening of excess body fat because it is easy to determine and it tends to correlate well with body fat. International Obesity Task Force (IOTF) BMI cutoff points for the definition of excess weight and obesity have recently been proposed for each age and sex, corresponding to adult BMI values of 25 and 30 at the age of 18 years. In addition to excess body fat, the BMI has been correlated with various components of metabolic syndrome: dyslipidemia, hypertension, insulin resistance/hyperinsulinemia and impaired glucose tolerance/type 2 diabetes. The BMI is not a reliable predictor of the percent fat mass at the individual level, but is a good index of adiposity. Nevertheless, despite its acceptable sensitivity and specificity, the BMI may classify as obese or overweight individuals who do not really have excess adiposity.

Keywords

Obesity, overweight, body mass index, fat mass

(PMG) en niños y adolescentes obesos². El IMC, al igual que otros parámetros antropométricos, también se utiliza para identificar los posibles riesgos nutricionales en niños y adolescentes. El exceso de grasa corporal y la aparición de alteraciones metabólicas asociadas están ya presentes durante la infancia y la adolescencia, pero, sobre todo, aumentan el riesgo de morbimortalidad posteriormente, en la edad adulta.

Correlación entre el índice de masa corporal y la masa grasa

La obesidad es el resultado del aumento excesivo de tejido adiposo. Desgraciadamente, la medición de masa grasa corporal requiere un material sofisticado y casi siempre caro, por lo que se ha limitado su uso en la práctica habitual. En el ámbito clínico y en los estudios «de campo», se suelen utilizar ecua-

TABLA 1

Correlaciones entre el porcentaje de masa grasa y el índice de masa corporal en niños y adolescentes

<i>Autores</i>	<i>Muestra</i>	<i>Edad</i>	<i>Método de referencia</i>	<i>Correlaciones</i>
Goulding et al. ²	196 mujeres	4-16 años	DXA	Mujeres: 0,83
Daniels et al. ³	92 mujeres 100 varones	7-17 años	DXA	Mujeres: 0,83 Varones: 0,50
Pietrobelli et al. ⁴	98 mujeres 90 varones	5-19 años	DXA	Mujeres: 0,83 Varones: 0,79
Sarría et al. ⁵	175 varones	7-17 años	Hidrodensitometría	Varones de 7-10 años: 0,80; de 11-13 años: 0,65; de 14-16 años: 0,59
Ellis et al. ⁶	573 mujeres 406 varones	3-18 años	DXA	Mujeres: 0,84 Varones: 0,58
Lindsay et al. ⁷	520 mujeres 465 varones	5-20 años	DXA	Mujeres de 5-9 años: 0,92; de 10-14 años: 0,86; de 15-19 años: 0,83 Varones de 5-9 años: 0,94; de 10-14 años: 0,84; de 15-19 años: 0,89
Maynard et al. ⁸	186 mujeres 201 varones	8-18 años	Hidrodensitometría	Mujeres de 8 años: 0,37; de 9 años: 0,43; de 10 años: 0,52; de 11 años: 0,51; de 12 años: 0,57; de 13 años: 0,64; de 14 años: 0,66; de 15 años: 0,72; de 16 años: 0,67; de 17 años: 0,78; de 18 años: 0,68 Varones de 8 años: 0,82; de 9 años: 0,67; de 10 años: 0,75; de 11 años: 0,85; de 12 años: 0,76; de 13 años: 0,73; de 14 años: 0,68; de 15 años: 0,64; de 16 años: 0,68; de 17 años: 0,81; de 18 años: 0,73
Rodríguez et al. ⁹	163 mujeres 119 varones	13-17 años	DXA	Mujeres: 0,82 Varones: 0,73

DXA: densidad corporal con absorciometría dual de RX.

ciones predictivas que calculan la masa grasa a partir del peso y la talla y, por supuesto, del IMC^{3,4}. De hecho, el IMC es el parámetro antropométrico más comúnmente utilizado para medir el exceso de grasa, ya que es muy sencillo de aplicar y tiene un bajo coste económico; sin embargo, puede presentar ciertos inconvenientes que más adelante se detallarán.

Otras técnicas confinadas a estudios de investigación, como la medición de la densidad corporal con hidrodensitometría o absorciometría dual de RX (DXA), proporcionan medidas muy reales sobre la adiposidad, pero no se suelen utilizar en la práctica clínica diaria debido al gasto económico que suponen y a su complejidad tecnológica.

En los últimos años, varios estudios han intentado describir la relación existente entre el IMC y el PMG en niños y adolescentes utilizando casi siempre como método de referencia o validación la densitometría (DXA o hidrodensitometría). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1²⁻⁹. En líneas generales, las correlaciones eran mucho más altas en las mujeres que en los hombres, y también más elevadas en las niñas en estadio prepuberal que en las que habían iniciado la pubertad. Las correlaciones en todos los casos eran inferiores a 0,90; en algunas edades, y según el sexo, llegaban a ser de 0,60. Maynard et al.⁸, en el Fels Longitudinal Study, observaron que los valores medios del IMC a lo largo de la infancia eran similares en niños y en niñas, excepto para la edad de 12-13 años, en la cual los valores eran significativamente mayores en los varones; sin embargo, los patrones de la masa grasa/talla² y la

masa libre de grasa/talla², cuando varía la edad, son diferentes entre sexos. En ambos sexos, el incremento anual del IMC se debió principalmente a aumentos de la masa libre de grasa/talla² hasta bien entrada la adolescencia. Los aumentos del índice masa grasa/talla² también contribuyeron en parte al incremento del IMC, pero en mayor grado en las niñas que en los niños. Así pues, podemos considerar que los cambios anuales en el IMC durante la infancia se deben generalmente a aumentos de la masa magra, más que de la masa grasa corporal.

El uso del IMC para identificar a los niños con excesiva adiposidad durante la pubertad conlleva limitaciones importantes⁹. Una de ellas es que podemos clasificar de forma errónea a algunos adolescentes sin sobrepeso como sujetos con exceso de adiposidad. Las curvas estandarizadas poblacionales muestran que los valores del IMC se incrementan progresivamente durante la adolescencia tanto en los hombres como en las mujeres. Este incremento del IMC puede asociarse mucho más al aumento de la masa no grasa que a las variaciones en el patrón de la masa grasa corporal durante la adolescencia, período en que es característico el descenso de la grasa corporal, sobre todo en varones¹⁰.

Como parte de los resultados obtenidos del estudio AVENA^{11,12}, en 280 adolescentes zaragozanos (167 niñas y 113 niños), con edades comprendidas entre 13 y 17,9 años, se describieron las correlaciones entre el IMC y el PMG valoradas mediante DXA. Los adolescentes fueron clasificados según los puntos de corte de la International Obesity Task Force (IOTF)¹³ para el IMC en

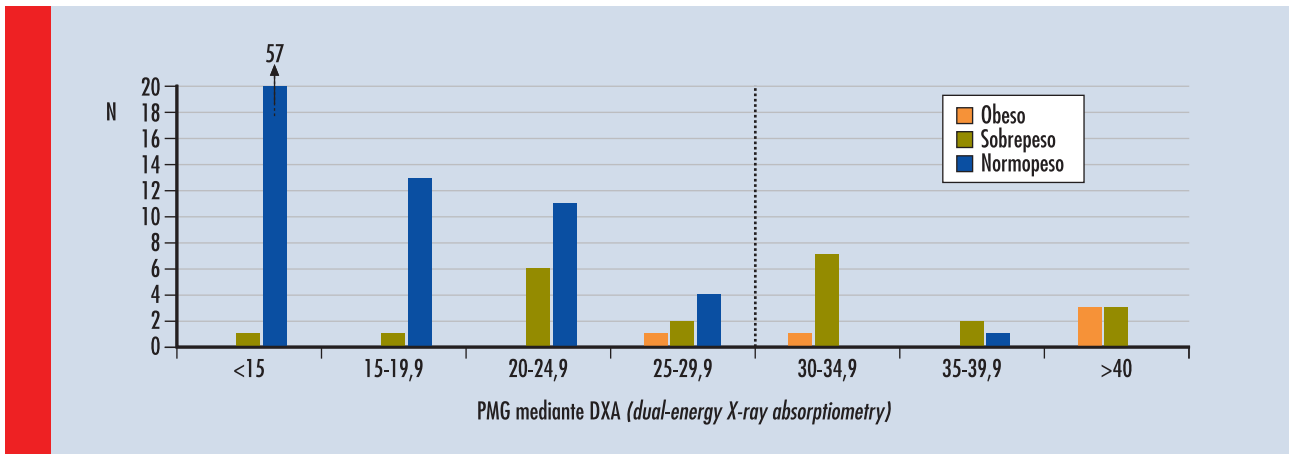


Figura 1. Número de varones adolescentes clasificados según el IMC como obesos, con sobrepeso o normopeso, distribuidos de acuerdo con su PMG valorado mediante DXA. La línea de puntos es el percentil 85 para el PMG, considerado como punto de corte para el exceso de adiposidad

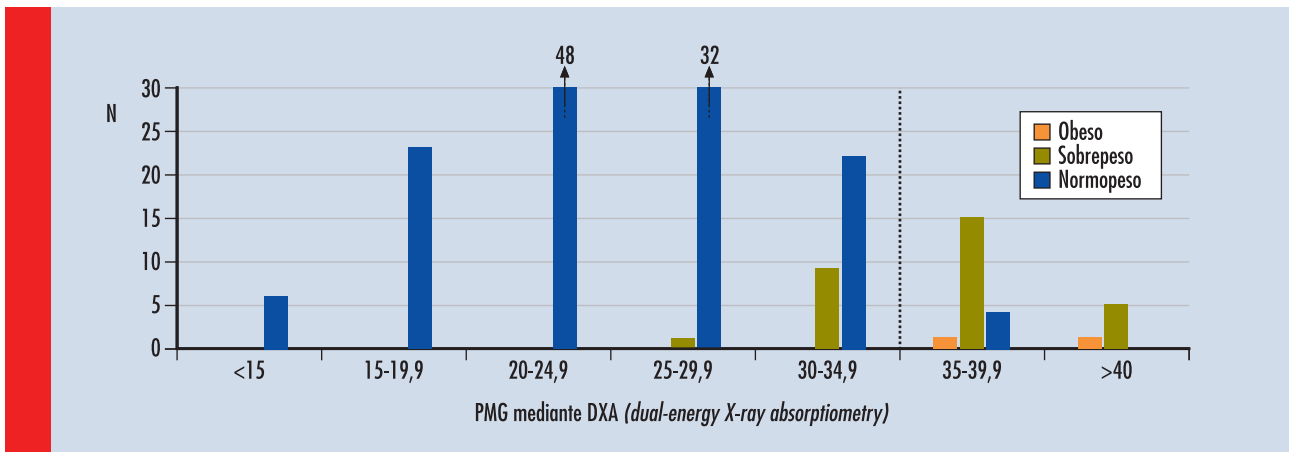


Figura 2. Número de mujeres adolescentes clasificadas según el IMC como obesas, con sobrepeso, o normopeso, distribuidas de acuerdo con su PMG valorado mediante DXA. La línea de puntos es el percentil 85 para el PMG, considerado como punto de corte para el exceso de adiposidad

3 grupos: peso normal, sobrepeso y obesidad. En este estudio, las correlaciones entre el IMC y el PMG se mostraron fuertemente positivas para ambos sexos: 0,73 en varones y 0,82 en niñas ($p < 0,0001$). Cuando los adolescentes, clasificados a partir de su IMC en los diferentes grupos, fueron distribuidos según su valor real de la masa grasa (figuras 1 y 2), el porcentaje de sujetos que el IMC había clasificado como con sobrepeso u obesidad y que realmente tenían exceso de PMG era sólo del 67,9% en mujeres y el 58% en varones (valor predictivo). El p85 para el valor del PMG fue considerado como punto de corte para el exceso de adiposidad (>30% para varones y >35% para mujeres). El 94% de los varones y el 84% de las mujeres con excesiva adiposidad fueron correctamente identificados por el IMC (sensibilidad o verdaderos positivos), y el 88% de los varones y el 93% de las mujeres sin exceso de adiposidad fueron también correctamente clasificados por el IMC (especificidad o verdaderos negativos). En un estudio similar realizado por

Taylor et al.¹⁴ en sujetos de 8,5 a 15,5 años, el 86% de mujeres y varones con alta adiposidad (masa grasa >25% en varones y >35% en mujeres) fueron correctamente identificados por los puntos de corte del IMC. Así pues, los valores de los puntos de corte del IMC son útiles para el cribado del exceso de grasa corporal en adolescentes, al tener una alta sensibilidad y especificidad, pero un elevado porcentaje de los individuos clasificados como obesos o con sobrepeso no tienen verdaderamente un exceso de grasa corporal⁹.

También se han hecho estudios en los que el IMC ha mostrado buenos resultados cuando se emplea para identificar el exceso de grasa corporal en niños. Sardinha et al.¹⁵ observaron que en niños de 10-15 años, utilizando curvas ROC (*receiver operating characteristic*), el área bajo la curva para el IMC oscilaba entre 0,89-0,95 en las niñas y 0,61-0,97 en los niños. Sarría et al.⁵ encontraron, en niños de 7-16 años, que el área

bajo la curva ROC para el IMC era de 0,86. Estas curvas ROC representan gráficamente la relación entre los verdaderos positivos y los falsos positivos, obtenidos a partir de los puntos de corte de IMC para el cribado del exceso de adiposidad^{5,15}. El área bajo la curva ROC se calcula por integración. Los valores para cada área de la curva ROC pueden estar entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que la medida para el cribado no es buena. El área bajo la curva ROC se ha descrito como la probabilidad de un test de identificar correctamente una pareja de pacientes con/sin enfermedad. Un área bajo la curva de 0,5 indica que el test diagnóstico no es mejor que el debido al azar.

Por tanto, los resultados de Sardinha et al.¹⁵ y Sarría et al.⁵ demostraron que el IMC es un buen parámetro para identificar el exceso de adiposidad en los niños. El IMC por sí mismo puede utilizarse como una aproximación para clasificar el estado de obesidad o de sobrepeso, aunque no permite predecir el porcentaje específico e individual de masa grasa. Sin embargo, el IMC utilizado como test de cribado en adolescentes puede clasificar como obesos o con sobrepeso a individuos que no tengan verdaderamente un exceso de adiposidad. Si se pretende estimar el PMG usando métodos más precisos y exactos, habrá que utilizar técnicas más específicas, como la DXA^{1,16}.

Índice de masa corporal y factores de riesgo cardiovascular

El principal problema asociado a la obesidad son los trastornos metabólicos que aparecen en niños y adolescentes obesos, los cuales, en conjunto o por separado, aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular. La obesidad, ya en edades infantiles, se asocia con dislipemia, hipertensión, resistencia a la insulina/hiperinsulinismo y diabetes tipo 2. Una de las prioridades más importantes para el buen tratamiento de la obesidad es la identificación eficaz de la población de riesgo y de sus alteraciones asociadas en función de la edad, especialmente buscando relaciones entre algún parámetro o medición simple y la aparición de complicaciones metabólicas^{17,18}. El exceso de masa grasa en niños y adolescentes influye de forma significativa en el desarrollo de trastornos metabólicos en la edad adulta. La historia natural de la diabetes tipo 2 está relacionada con obesidad, resistencia a la insulina, incremento de la grasa visceral y, sobre todo, exceso de masa grasa corporal¹⁹⁻²².

Se ha observado que, en relación con el metabolismo lipídico, el mejor factor predictivo para la concentración de HDL en niños es el IMC²³. Lauer et al.²⁴, en un grupo de 2.446 niños de 8-18 años que fueron reevaluados en la edad adulta (a los 20-25 y los 26-30 años), demostraron que los aumentos del IMC se relacionaban con cambios adversos en los niveles de colesterol. Srinivasan et al.²⁵ observaron que la tasa de incremento del IMC estaba relacionada, independientemente de la edad y del propio valor basal del IMC, con cambios no deseables en la presión sistólica y diastólica, LDL, HDL, triglicéridos e insulina.

Steinberger et al.²⁶ demostraron la existencia de correlaciones positivas entre el IMC infantil y el colesterol total y el LDL en la edad adulta. He et al.²⁷ observaron que los valores sistólicos y diastólicos de la presión arterial en niños chinos preescolares estaban relacionados con el IMC y la obesidad, comparados con grupos de niños no obesos. Vanhala et al.²⁸ determinaron que en los niños de 7 años con percentiles altos de IMC, la *odds ratio* para la aparición de síndrome metabólico en la vida adulta era de 4,4 (intervalo de confianza del 95%: 2,1-9,5) comparada con controles. Eriksson et al.²⁹, en un estudio longitudinal efectuado en 8.760 niños, mostraron que la incidencia posterior de diabetes tipo 2 en la edad adulta descendía progresivamente desde el 8,6% en los niños con un IMC alto hasta un 1,8% en los que tenían un índice de adiposidad bajo. Bhargava et al.³⁰ demostraron un mayor riesgo de diabetes tipo 2 en relación con el aumento del IMC en el periodo de los 2 a los 12 años de edad.

También se ha asociado con la obesidad el aumento del riesgo hemostático. Valle et al.³¹ demostraron que los niños obesos presentaban valores significativamente más altos de actividad del plasminógeno tisular, inhibidor de la actividad del plasminógeno (PAI) y fibrinógeno. En sujetos obesos, el PAI₁ y las fracciones 1 y 2 de protrombina estaban relacionados con el IMC. La producción de PAI₁ para los adipocitos puede contribuir a una elevación de PAI₁ en plasma observado en el síndrome metabólico^{32,33}. Este incremento determina un descenso de la actividad fibrinolítica del plasma, la cual puede tener un papel importante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, fijando la relación entre obesidad, resistencia insulínica y enfermedad cardiovascular.

El estado inmunoinflamatorio está también relacionado con el IMC, la obesidad y la enfermedad cardiovascular. En individuos obesos o con sobrepeso, el exceso de grasa puede condicionar un estado crónico proinflamatorio³⁴. Ford et al.³⁵, en 5.305 niños de 6-18 años de edad, observaron un aumento de la proteína C reactiva cuando el IMC era mayor del p95, en comparación con niños con un IMC normal. Los adipocitos, como células liberadoras de citocinas (factor de necrosis tumoral e interleucina 6), estimulan al hepatocito para que produzca reactantes de fase aguda.

Tounian et al.³⁶ han mostrado que la obesidad en niños, definida en términos de IMC, presentaba una *compliance* y una distensibilidad arterial bajas en comparación con los controles sanos. Paradójicamente, los niños obesos tenían valores más altos de elasticidad de la pared arterial. En niños adolescentes el IMC presenta cierta relación con los mecanismos aterotrombóticos promotores de la enfermedad cardiovascular, aunque en adultos estas relaciones son más relevantes.

Conclusiones

Los valores del IMC varían durante la infancia y la adolescencia en función de la edad y el sexo. Después del llamado «rebote adiposo», que se produce entre los 3 y los 7 años de edad, el IMC aumenta progresivamente hasta la edad adulta.

El IMC es el parámetro que se usa más frecuentemente para el cribado de exceso de grasa corporal, tanto en niños como en adolescentes, ya que es fácil su determinación y tiende a correlacionarse bastante bien con la grasa corporal; sin embargo, no es capaz de predecir el PMG específico de forma individual. Por otro lado, pese a una sensibilidad y una especificidad aceptables, el IMC puede clasificar como obesos o con sobrepeso a los individuos que no tengan verdaderamente un exceso de adiposidad.

El IMC, como marcador de exceso de grasa corporal, también se relaciona en niños y adolescentes con los diversos componentes del síndrome metabólico: dislipemia, hipertensión, resistencia a la insulina/hiperinsulinismo y diabetes tipo 2. ■■■

Bibliografía

- Sarría A, Bueno M, Rodríguez G. Exploración del estado nutricional. En: Bueno M, Sarría A, Pérez-González JM, eds. Nutrición en pediatría, 2.^a ed. Madrid: Ergon, 2003; 11-26.
- Goulding A, Gold E, Cannan R, Taylor RW, Williams S, Lewis-Barned NJ. DEXA supports the use of BMI as a measure of fatness in young girls. *Int J Obes*. 1996; 20: 1.014-1.021.
- Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. *Pediatrics*. 1997; 99: 804-807.
- Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr*. 1998; 132: 204-210.
- Sarría A, Moreno LA, García-Llop LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Paediatr*. 2001; 90: 387-392.
- Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Monitoring childhood obesity: assessment of the weight/height² index. *Am J Epidemiol*. 1999; 150: 939-946.
- Lindsay RS, Hanson RL, Roumain J, Ravussin E, Knowler WC, Tataranni PA. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationship to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001; 86: 4.061-4.067.
- Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics*. 2001; 107: 344-350.
- Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarría A, et al., por el AVENA Zaragoza Study Group. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. *Int J Obes Relat Disord*. 2004; 28 Supl 3: 54-58.
- Hammer LD, Kraemer HC, Wilson DM, Ritter PL, Dornbusch SM. Standardized percentile curves of body-mass index for children and adolescents. *Am J Dis Child*. 1991; 145: 259-263.
- Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarría A, et al., por el AVENA Study Group. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition*. 2003; 19: 481-486.
- González-Gross M, Castillo MJ, Moreno LA, Nova E, González-Lamuño D, Pérez-Lamas F, et al, por el AVENA Group. Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (Estudio AVENA). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención (I). Descripción metodológica del proyecto. *Nutr Hosp*. 2003; 18: 15-28.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal M, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000; 320: 1.240-1.243.
- Taylor RW, Falorni A, Jones IE, Goulding A. Identifying adolescents with high percentage body fat: a comparison of BMI cutoffs using age and stage of pubertal development compared with BMI cutoffs using age alone. *Eur J Clin Nutr*. 2003; 57: 764-769.
- Sardinha LB, Going SB, Teixeira PJ, Lohman TG. Receiver operating characteristic analysis of body mass index, triceps skinfold thickness, and arm girth for obesity screening in children and adolescents. *Am J Clin Nutr*. 1999; 70: 1.090-1.095.
- Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18 y. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76: 1.416-1.421.
- 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: 205S-212S.
- World Health Organization. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Ginebra: World Health Organization, 1998.
- Csabi G, Torok K, Jeges S, Molnar D. Presence of metabolic cardiovascular syndrome in obese children. *Eur J Pediatr*. 2000; 159: 91-94.
- Moreno LA, Pineda I, Rodríguez G, Fleta J, Giner A, Juste MG, et al. Leptin and the metabolic syndrome in obese and non-obese children. *Horm Metab Res*. 2002; 34: 394-399.
- Moreno LA, Pineda I, Rodríguez G, Fleta J, Sarría A, Bueno M. Waist circumference for the screening of the metabolic syndrome in children. *Acta Paediatr*. 2002; 91: 1.307-1.312.
- Weiss S, Dufour S, Taksali SE, Tamborlane WV, Petersen KF, Bonadonna RC, et al. Prediabetes in obese youth: a syndrome of impaired glucose tolerance, severe insulin resistance, and altered myocellular and abdominal fat partitioning. *Lancet*. 2003; 362: 951-957.
- Leung SSF, Chan YL, Lam CWK, Peng XH, Woo KS, Metreweli C. Body fatness and serum lipids of 11-year-old Chinese children. *Acta Paediatr*. 1998; 87: 363-367.
- Lauer RM, Lee J, Clarke WR. Factors affecting the relationship between childhood and adult cholesterol levels: the Muscatine Study. *Pediatrics*. 1988; 82: 309-318.
- Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. Rate of change in adiposity and its relationship to concomitant changes in cardiovascular risk variables among biracial (black-white) children and young adults: the Bogalusa Heart Study. *Metabolism*. 2001; 50: 299-305.
- Steinberger J, Moran A, Hong CP, Jacobs DR, Sinaiko AR. Adiposity in childhood predicts obesity and insulin resistance in young adulthood. *J Pediatr*. 2001; 138: 469-473.
- He Q, Ding ZY, Fong DYT, Karlberg J. Blood pressure is associated with body mass index in both normal and obese children. *Hypertension*. 2000; 36: 165-170.
- Vanhala MJ, Vanhala PT, Keinanen-Kiukaanniemi SM, Kumpusalo EA, Takala JK. Relative weight gain and obesity as a child predict metabolic syndrome as an adult. *Int J Obes*. 1999; 23: 656-659.

29. Eriksson JG, Forsen T, Tuomilehto J, Osmond C, Barker DJ. Early adiposity rebound in childhood and risk of type 2 diabetes in adult life. *Diabetologia*. 2003; 46: 190-194.
30. Bhargava SK, Sachdev HS, Fall CH, Osmond C, Lakshmy R, Barker DJ, et al. Relation of serial changes in childhood body-mass index to impaired glucose tolerance in young adulthood. *N Engl J Med*. 2004; 350: 865-875.
31. Valle M, Gascón F, Martos R, Ruiz FJ, Bermudo F, Ríos R, Cañete R. Infantile obesity: a situation of atherothrombotic risk? *Metabolism*. 2000; 49: 672-675.
32. Lundgren CH, Brown SL, Nordt TK, Sobel BE, Fujii S. Elaboration of type-1 plasminogen activator inhibitor from adipocytes. A potential pathogenetic link between obesity and cardiovascular disease. *Circulation*. 1996; 93: 106-110.
33. Juhan-Vague I, Alessi MC, Vague P. Increased plasma plasminogen activator inhibitor 1 levels: a possible link between insulin resistance and atherothrombosis. *Diabetologia*. 1991; 34: 457-462.
34. Wärnberg J, Moreno LA, Mesana MI, Marcos A, por el AVENA Group. Inflammatory mediators in overweight and obese Spanish adolescents. The AVENA Study. *Int J Obes Relat Disord*. 2004; 28 Suppl 3: 59-63.
35. Ford ES, Galuska DA, Gillespie C, Will JC, Giles WH, Dietz WH. C-reactive protein and body mass index in children: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *J Pediatr*. 2001; 138: 486-492.
36. Tounian P, Aggoun Y, Dubern B, Varille V, Guy-Grand B, Sidi D, et al. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet*. 2001; 358: 1.400-1.404.