

Original

Estudio comparativo de la eficacia del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal como métodos para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en población pediátrica

M.^a J. Aguilar Cordero¹, E. González Jiménez¹, C. J. García García², P. García López³, J. Álvarez Ferre⁴, C. A. Padilla López⁴ y N. Mur Villar⁴

¹Departamento de Enfermería. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Granada. ²Laboratorio de Antropología Física. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. ³Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. ⁴Grupo PAI de Investigación CTS-367. Junta de Andalucía. España.

Resumen

La OMS considera la obesidad como uno de los problemas de salud pública más importantes en el mundo, especialmente entre la población infantil y juvenil. Según esto, resulta prioritario mejorar y profundizar en el estudio de las diferentes metodologías de diagnóstico y valoración del estado nutricional en población pediátrica y adolescente. Actualmente, son utilizados como indicadores del estado nutricional el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal. Ahora bien, respecto del segundo, existe cierta controversia por considerar que tiende a sobreestimar el sobrepeso y la obesidad. Los objetivos a alcanzar con el desarrollo de este estudio fueron determinar la prevalencia de sobrepeso y obesidad en una población de escolares de entre 9 y 17 años de edad pertenecientes a 13 centros educativos de la ciudad de Granada y provincia. En segundo lugar, verificar posibles diferencias significativas a nivel de la precisión del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal para diagnosticar sobrepeso y obesidad.

(*Nutr Hosp.* 2011;27:185-191)

DOI:10.3305/nh.2012.27.1.5482

Palabras clave: *Sobrepeso. Obesidad. Niños. Adolescentes.*

COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF BODY MASS INDEX AND THE BODY-FAT PERCENTAGE AS METHODS FOR THE DIAGNOSIS OF OVERWEIGHT AND OBESITY IN CHILDREN

Abstract

The World Health Organization (WHO) regards obesity as one of the most serious public health problems in the world that can affect young children and adolescents. Accordingly, a major priority is to find ways to more effectively study and analyze the various methods used to diagnose and evaluate the nutritional state of the pediatric and adolescent population. The nutritional indicators currently employed for this purpose are the body mass index and body-fat percentage. However, there is a certain controversy related to the body-fat percentage since it tends to overestimate overweight and obesity. The main objectives of this study were the following: (i) to determine the prevalence of overweight and obesity in a population of primary and secondary school children between 9-17 years of age at 13 educational centers in the city and province of Granada; (ii) to verify possible differences regarding the accuracy of the body mass index and the body-fat percentage in the diagnosis of overweight and obesity.

(*Nutr Hosp.* 2012;27:185-191)

DOI:10.3305/nh.2012.27.1.5482

Key words: *Overweight. Obesity. Children. Adolescents.*

Correspondencia: María José Aguilar Cordero.
Departamento de Enfermería.
Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Granada.
Av. Madrid, s/n.
18071 Granada. España.
E-mail: mariaaguilar@telefonica.net

Recibido: 9-IX-2011.
Aceptado: 21-IX-2011.

Introducción

La OMS considera la obesidad como uno de los problemas de salud pública más importante en el mundo por las graves consecuencias para la salud a corto y largo plazo¹. En la actualidad en Europa 1 de cada 6 niños o su equivalente el 20% tiene sobrepeso, mientras que 1 de cada 20 adolescentes (el 5%) es obeso^{2,3}. En España, 4 hijos de cada 10 (42,7%) con edades de entre 6 a 10 años tienen sobrepeso y 1 de ellos ya es obeso⁴. En el caso de los adolescentes, las cifras son algo menores, pero preocupantes en cierto modo, ya que 1 de cada 3 presenta sobrepeso y 1 de cada 20 es obeso⁵. Ahora bien, la evidencia epidemiológica existente muestra como el sobrepeso y la obesidad constituyen factores de riesgo para el desarrollo de patologías crónicas entre los más jóvenes como la hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo II^{6,7}, colestiriasis, esteatohepatitis no alcohólica^{8,9}, artrosis y algunos tipos de cáncer^{10,11}. Según esto, el sobrepeso y la obesidad representan un importante problema de salud pública entre la población general aunque de modo especial entre el colectivo de niños y adolescentes^{12,13}.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, resulta evidente la necesidad de mejorar y precisar aún más los diferentes métodos de diagnóstico y valoración del estado nutricional en población pediátrica y adolescente¹⁴. Las evidencias disponibles hasta el momento indican que el índice de masa corporal (expresado en percentiles) constituye una poderosa herramienta para determinar con precisión el grado de sobrepeso u obesidad en población infantil y adolescente^{15,6}. Si bien, existe otro posible instrumento, no tan conocido ni estandarizado como el índice de masa corporal, pero presumiblemente válido a la hora de estimar el grado de sobrepeso u obesidad en esta misma población. Dicha herramienta es el denominado porcentaje de grasa corporal^{17,18}. No obstante, existe entre la comunidad científica cierto grado de controversia respecto de la validez de dicho parámetro para tal fin por considerar que puede sobreestimar el sobrepeso y la obesidad entre un 2% y un 4%¹⁹.

Según esto, los objetivos de este trabajo fueron realizar una estimación precisa de la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre una población de escolares comprendida por 977 niños y adolescentes de entre 9 y 17 años de edad pertenecientes a 13 centros educativos públicos de la provincia de Granada y capital. En segundo lugar, verificar diferencias significativas a nivel de la precisión del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal para diagnosticar sobrepeso y obesidad.

Objetivos

Los objetivos a alcanzar con el desarrollo de este estudio fueron los siguientes:

- Determinar la prevalencia de sobrepeso y obesidad en una población de escolares de entre 9 y 17 años de edad pertenecientes a 13 centros educativos de la ciudad de Granada y provincia.
- Verificar diferencias significativas a nivel de la precisión del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal para diagnosticar sobrepeso y obesidad.

Muestra

Con el fin de obtener una población de estudio representativa de toda la provincia de Granada, fue necesario realizar un análisis previo sobre la situación demográfica actual en cuanto a la población existente de niños y adolescentes. Para ello y como fuente de datos en nuestra provincia se utilizó el Padrón Municipal de 2008, según el cual la población existente para ese intervalo de edad en ese período ascendía a 49.359 sujetos entre chicos y chicas. Distinguiendo entre sexos, 24.055 eran niños, esto es, el 48,7% del total de la población infantil en ese momento. En el caso de las niñas, su número ascendía hasta 25.304 o su equivalente, el 51,3% del total de la población objeto del estudio. Teniendo en cuenta estos datos y asumiendo un error del 3%, la población de estudio se concretó en 977 sujetos, de los cuales 524 fueron chicas y 452 varones todos ellos con edades comprendidas entre los 9 y los 17 años. La selección de las últimas unidades fue proporcional al tamaño del municipio de residencia y el área geográfica en la que éste se encontraba. Con esta premisa, se establecieron cinco zonas geográficas y tres tipos de municipios (menos de 10.000 habitantes, entre 10.000 y 50.000 y más de 50.000). De este modo y en base a todo lo anterior se tomaron de 13 centros educativos públicos distribuidos por toda la provincia y Granada capital haciendo de este modo representativa de la provincia la población de escolares participantes.

Como criterios de inclusión de la muestra cabría destacar que fueron considerados candidatos a participar en el estudio todos aquellos chicos y chicas carentes de patología endocrina ni física. Además, fue necesario contar con la autorización vía consentimiento informado por parte de los padres o tutores.

Metodología

Se llevó a cabo una valoración del estado nutricional de toda la población de alumnos correspondientes a los trece centros educativos. Para ello y haciendo uso de antropometría se valoraron las variables peso, talla y con ello el índice de masa corporal. Para su interpretación, fueron tomados como referencia los estándares internacionales de Cole y colaboradores (2000)²⁰. Asimismo, para el estudio de la distribución grasa corporal, y asumiendo el modelo de dos componentes, fueron valorados cuatro pliegues cutáneos, pliegue tricipital, bicipi-

Tabla I
Índice de masa corporal en ambos sexos

Edad (años)	Sexo					
	Femenino			Masculino		
	IMC			IMC		
	Recuento	Mediana	Desviación típica	Recuento	Mediana	Desviación típica
≤ 10	6	19,67	2,50	10	17,85	2,44
11	17	18,68	4,15	19	19,04	3,03
12	136	19,98	3,84	129	20,79	3,93
13	147	20,69	3,55	117	20,85	3,86
14	132	20,89	3,38	112	21,48	4,67
15	72	20,92	2,86	57	20,68	3,33
≥ 16	14	22,27	2,85	9	20,63	2,23

tal, subescapular y suprailíaco para, a partir de las ecuaciones de regresión múltiple de Brook²¹ y Siri²², obtener la densidad y con ello el volumen total de grasa corporal de cada sujeto.

Resultados

Los resultados obtenidos muestran como en el caso del índice de masa corporal, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la variable sexo ($p = 0,182$). Respecto de la variable edad, destacó la existencia de significación estadística ($p < 0,05$) para aquel grupo de chicos y chicas de edad igual o inferior a 12 años frente al resto de grupos.

En el sexo femenino las puntuaciones aumentaron en proporción a la edad, a excepción del pequeño grupo de chicas de edad inferior o igual a 10 años en las que partió de una mediana de 19.67 para luego descender a los 11 años y continuar su ascenso progresivo de los 12 años en adelante. Estos resultados se muestran más claramente en la tabla I.

Respecto del sexo masculino y a diferencia de las chicas, los valores de índice de masa corporal describieron un continuo patrón ascendente. Será a partir de los 11 años cuando los valores de dicho índice incre-

menten su ascenso hasta la edad de los 12 años, período en el tendrá lugar un franco detenimiento en este ascenso hasta llegada la edad de los 13 años. A partir de ese punto, su incremento continuará en ascenso hasta los 14 años, momento a partir del cual comenzaría su descenso hasta los 16 años y en adelante. Las chicas mostraron mayores puntuaciones de IMC desde las edades más tempranas valoradas, partiendo dicho incremento de una puntuación próxima a 20 y describiendo una estabilidad hasta los 11 años de edad. Esta tendencia al alza coincide con el período de crecimiento y desarrollo puberal. A continuación, en la figura 1, se muestra la distribución de los valores de índice de masa corporal en ambos sexos.

En lo que respecta a la prevalencia de sobrepeso y obesidad para ambos sexos y tomando como referencia el percentil 85 para definir sobrepeso y el 95 para definir obesidad se observa como en el caso del sexo femenino destaca la existencia de un 23,01% de chicas con sobrepeso. Por su parte, y para el sexo masculino se observó una prevalencia de sobrepeso del 20,81%, ligeramente inferior al encontrado en el sexo opuesto. Sin embargo, será con la obesidad cuando las diferencias entre sexos cobren su mayor significación, destacando un 4,98% de prevalencia de obesidad entre el sexo masculino frente al 12,70% encontrado entre las chicas.

Analizando la prevalencia de sobrepeso entre el sexo femenino y distinguiendo por grupos de edad, se observa cómo las mayores tasas de sobrepeso se presentaron entre los 12 y los 14 años de edad. Este incremento se vio fuertemente reforzado a la edad de los 13 años.

Ahora bien, en el caso del cálculo del porcentaje de grasa corporal, los resultados obtenidos a partir de las ecuaciones de Brook (1971) y Siri (1961) confirman la existencia de significación estadística respecto de la variable sexo en función de la edad ($p < 0,05$), con un coeficiente de interacción sexo/edad ($p < 0,05$). Respecto de la edad, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,677$), aunque es cierto que sus valores resultaron por lo general superiores entre el sexo femenino a excepción del grupo de chicos de 12 años, quienes mostraron un mayor porcentaje de grasa corporal.

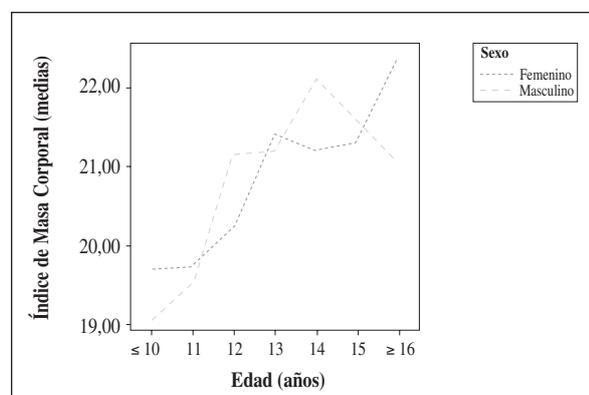


Fig. 1.

Tabla II
Prevalencia de sobrepeso y obesidad según IMC

	Femenino					Masculino				
	N	Sobrepeso		Obesidad		N	Sobrepeso		Obesidad	
		n	%	n	%		n	%	n	%
Edad (años)										
≤ 10	6	1	16,67	1	16,67	10	2	20,00	0	0,00
11	17	4	23,53	4	23,53	19	5	26,32	0	0,00
12	136	32	23,53	18	13,24	129	36	27,91	11	8,53
13	147	49	33,33	22	14,97	117	28	23,93	10	8,55
14	132	25	18,94	14	10,61	112	29	25,89	14	12,50
15	72	17	23,61	2	2,78	57	6	10,53	3	5,26
≥ 16	14	3	21,43	1	7,14	9	1	11,11	0	0,00
Total	75	19	23,01	9	12,70	65	15	20,81	5	4,98

Tabla III
Porcentaje de grasa corporal a partir de las ecuaciones de Brook y Siri

	Sexo					
	Femenino			Masculino		
	Porcentaje de grasa (ecuaciones de Brook y Siri)					
	Recuento	Media	Desviación típica	Recuento	Media	Desviación típica
Edad (años)						
≤ 10	6	27,67	7,38	10	27,59	7,40
11	17	26,96	10,90	19	26,46	6,85
12	136	27,90	8,17	129	29,06	7,97
13	147	30,08	7,54	117	26,85	8,36
14	132	29,68	6,79	112	26,91	8,90
15	72	30,51	7,31	57	24,37	7,11
≥ 16	14	32,05	7,26	9	23,43	4,05

Para el resto de edades, los valores de grasa corporal resultaron ser mayores en las chicas. Respecto de la edad, tal y como puede observarse en la tabla III, el porcentaje de grasa corporal en el caso del sexo femenino mantiene un crecimiento ascendente. Entre el sexo masculino, los valores del porcentaje de grasa corporal mantuvieron un progresivo descenso a medida que avanzaban en edad.

A partir de los resultados obtenidos con esta ecuación, se procedió a la categorización de los valores de porcentaje de grasa y con ello de los sujetos (chicos y chicas) de acuerdo a los estándares de referencia españoles de porcentaje de grasa corporal propuestos por Marrodán y cols. (2006)²³.

Con respecto al sexo femenino tal y como puede observarse en la tabla IV, los valores de porcentaje de

Tabla IV
Clasificación en normopeso, sobrepeso y obesidad según el porcentaje de grasa corporal

	Femenino						
	Normopeso		Sobrepeso		Obesidad		Total
	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento
Edad (años)							
≤ 10	3	50,0%	2	33,3%	1	16,7%	6
11	8	47,1%	4	23,5%	5	29,4%	17
12	89	65,4%	19	14,0%	28	20,6%	136
13	90	61,2%	25	17,0%	32	21,8%	147
14	96	72,7%	23	17,4%	13	9,8%	132
15	45	62,5%	14	19,4%	13	18,1%	72
≥ 16	7	50,0%	4	28,6%	3	21,4%	14

Tabla V
Clasificación en normopeso, sobrepeso y obesidad según el porcentaje de grasa corporal

Edad (años)	Masculino						
	Normopeso		Sobrepeso		Obesidad		Total
	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento
≤ 10	2	20,0%	1	10,0%	7	70,0%	10
11	8	42,1%	1	5,3%	10	52,6%	19
12	43	33,3%	20	15,5%	66	51,2%	129
13	59	50,4%	20	17,1%	38	32,5%	117
14	59	52,7%	9	8,0%	44	39,3%	112
15	38	66,7%	7	12,3%	12	21,1%	57
≥ 16	7	77,8%	1	11,1%	1	11,1%	9

grasa corporal encontrados en las diferentes edades estudiadas muestran niveles de normopeso considerables a las edades de 12, 13 y 14 años. Esta circunstancia disminuía a medida que las chicas avanzaban en edad. En relación con el porcentaje de chicas con sobrepeso, los datos obtenidos en este estudio muestran valores de porcentaje de grasa corporal elevados a las edades de 13 y 14 años, esto es, coincidiendo con la menarquia y el período puberal en las chicas.

Respecto de la obesidad, según la variable porcentaje de grasa corporal encontramos cifras importantes de obesidad entre la población escolar estudiada, principalmente a las edades de 12 y 13 años.

En el sexo masculino, tal y como se observa en la tabla V, los valores de porcentaje de grasa corporal estimados describen una situación diferente. En relación con la variable normopeso, cabe apreciar un significativo menor número de sujetos en dicha situación, siendo las edades de 13 y 14 años los dos puntos de mayor confluencia en este sentido para nuestra población. Esta circunstancia marca una diferencia considerable respecto del sexo opuesto, en donde destaca una mayor prevalencia de normopeso para las mismas edades y con extensión a otras superiores e inferiores. Respecto del sobrepeso, vemos cómo entre el colectivo

masculino existen tasas menores (a diferencia del sexo opuesto) con respecto a las diferentes edades analizadas, aunque distinguiendo un claro repunte a los 12 y 13 años de edad.

Finalmente, en relación con la variable obesidad y de acuerdo al porcentaje de grasa corporal, tenemos cómo los varones muestran tasas de prevalencia de obesidad superiores a las encontradas entre las chicas para iguales edades. Así, cabría destacar las edades de 12 y 14 años como los períodos en los que el porcentaje de grasa corporal destaca por su importancia como elemento constitucional.

A continuación, en la figura 2 se muestran representados los valores de las tablas IV y V de porcentaje de grasa corporal por edad, sexo y su categorización en las variables de normopeso, sobrepeso y obesidad.

Respecto de la asociación entre los valores del porcentaje de grasa corporal y las cifras obtenidas en el índice de masa corporal, en la figura 3 se puede observar la existencia de una correlación muy alta entre ambas variables ($r = 0,831$; $p < 0,0001$). Estos datos indican que a medida que los valores del índice de masa corporal se incrementan entre los sujetos, las cifras de porcentaje de grasa expresadas entre éstos mostraron un incremento en modo paralelo.

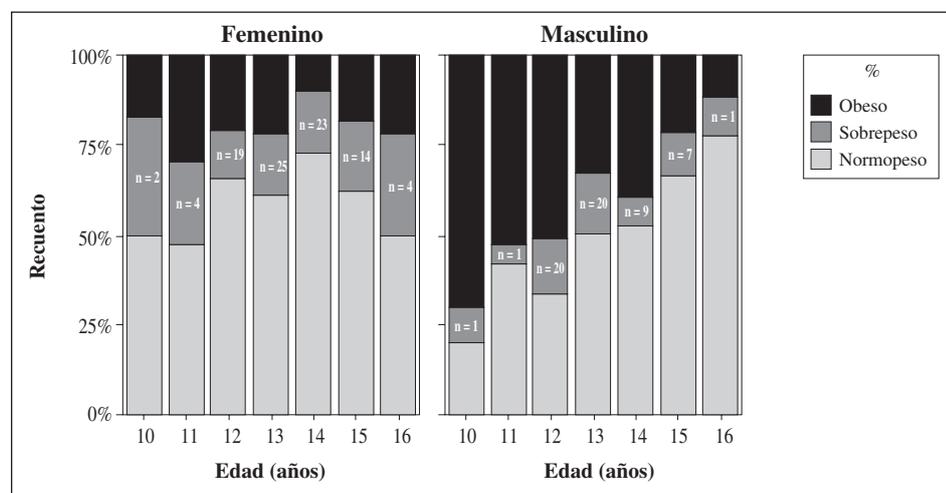


Fig. 2.—Porcentaje de sujetos en situación de normopeso, sobrepeso y obesidad de acuerdo al porcentaje de grasa corporal.

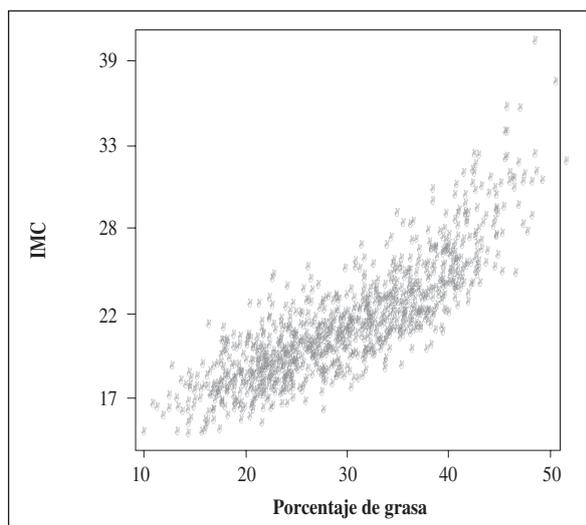


Fig. 3.

Discusión/conclusión

Respecto de la variable índice de masa corporal, los datos obtenidos en este estudio muestran una más que preocupante tendencia al sobrepeso entre la población escolar valorada. La existencia de una tasa del 23,01% de sobrepeso entre las chicas seguida de una prevalencia de obesidad del 12,70%, implica replantearse qué está ocurriendo en términos de alimentación y ejercicio físico entre nuestra población infantil y juvenil. En el sexo masculino se observa una prevalencia de sobrepeso del 20,81%, aunque las mayores diferencias respecto del sexo opuesto se observaron con la prevalencia de obesidad estimada en un 4,98%.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos por Meléndez en Granada (2002)²⁴, cabe resaltar, al igual que con el estudio ENKID²⁵, un incremento tanto de sobrepeso como de obesidad entre nuestra población valorada. Teniendo en cuenta que la población valorada por este estudio comprendía niños de entre 4 y 12 años de edad se estimó una prevalencia de sobrepeso en chicos del 8,4% y del 9,8% en chicas frente a una tasa de obesidad en chicos del 15,3% y del 16,9% en chicas. Estos resultados contrastan igualmente con los obtenidos en nuestro estudio en donde la prevalencia de sobrepeso superó considerablemente estos valores. En el caso de la prevalencia de obesidad la situación resultó ser a la inversa, esto es, las tasas de obesidad encontradas en nuestro estudio resultaron inferiores a las descritas por Meléndez en 2002. No obstante, hemos de tener en consideración las diferencias en cuanto a los intervalos de edades valoradas, circunstancia que implica la necesidad de interpretar estos datos y sus diferencias con cautela.

En relación con la utilización del porcentaje de grasa como procedimiento de categorización de los sujetos con sobrepeso y obesidad, se ha podido constatar una menor eficacia que en el caso de la utilización del

índice de masa corporal en valores percentilados. Ello tiene su explicación en el hecho de cómo el porcentaje de grasa tiende a sobreestimar la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre la población valorada. Esta situación nos lleva a considerar junto con Marshall y cols. (1991)²⁶, al índice de masa corporal como el indicador antropométrico de estado nutricional en niños y adolescentes más apropiado aún por el momento en términos de efectividad y eficacia. Por otra parte, se encontró una alta correlación entre el porcentaje de grasa corporal y las puntuaciones obtenidas para el índice de masa corporal. Esta circunstancia justifica la especificidad y validez del índice de masa corporal como indicador de la adiposidad corporal total.

Estos resultados ponen de manifiesto el importante ascenso que las tasas de sobrepeso y de obesidad muestran entre nuestra población infantil y adolescente, de lo que se deduce en principio la dudosa eficacia de los programas de prevención de sobrepeso y obesidad existentes en el momento presente.

Referencias

1. Van Dam RM, Willett WC, Manson JE, Hu FB. The relationship between overweight in adolescence and premature death in women. *Ann Intern Med* 2006; 145: 91-7.
2. Janssen I, Katzmarzyk PT, Óbice WF, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, Currie C, Pickett W. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev* 2005; 6 (2): 123-132.
3. Pelegrini A, Petroski EL, Da Silva Coqueiro R, Araujo Gaya AC. Overweight and obesity in Brazilian schoolchildren aged 10 to 15 years: data from a Brazilian sports project. *Arch Latinoam Nutr* 2008; 58 (4): 343-349.
4. Serra LL, Ribas L, Aranceta J. Epidemiología de la obesidad en España. Resultados del estudio Enkid (1998-2000). En: Obesidad Infantil y Juvenil. Estudio enkid. LL Serra, J Aranceta (eds.). Masson, Barcelona, 2001: 81-108.
5. Martínez JA, Moreno B, Martínez González A. Prevalence of obesity in Spain. *Obes Rev* 2004; 5: 171-172.
6. González-Cross M, Castillo MJ, Moreno L, Nova E, González Lamuño D, Pérez-Llamas F, Gutiérrez A, Garandet M, Joyanes M, Leiva A, Marcos A. Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (estudio AVENA). *Nutr Hosp* 2003; 23 (1): 15-28.
7. Weiss R, Dufour S, Taksali SE, Tamborlane WV, Petersen KF, Bonadonna RC, Boselli L, Barbeta G, Allen K, Rife F, Savoye M, Dziura J, Sherwin R, Shulman GI, Caprio S. 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.
8. Harrison SA, Diehl AM. Fat and the liver: a molecular overview. *Semin Gastrointest Dis* 2002; 13: 3-16.
9. Cicuttini FM, Baker JR, Spector TD. The association of obesity with osteoarthritis of the hand and knee in women: a twin study. *J Rheumatol* 1996; 23: 1221-1226.
10. Costa-Font J, Gil J. Obesity and the incidence of chronic diseases in Spain: a seemingly unrelated probit approach. *Economics & Human Biology* 2005; 3: 188-214.
11. Bras I Marquillas J. Prevención de la enfermedad cardiovascular. En: Manual de actividades preventivas en la infancia y adolescencia. 1ª ed., Exlibris Ediciones, Madrid 2004: 287-296.
12. Cummings S, Parham ES, Strain GW. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: weight management. *J Am Diet Assoc* 2002; 102 (8): 1145-1155.

13. Cañete E, Gil Campos M, Poyato Domínguez JL. Obesidad en el niño: nuevos conceptos en etiopatogenia y tratamiento. *Pediatr Integr* 2003; 7 (7): 480-490.
14. Aguilar Cordero MJ, González Jiménez E, García García CJ, García López PA, Álvarez Ferre J, Padilla López CA, González Mendoza JL, Ocete Hita E. Obesidad de una población de escolares de Granada: evaluación de la eficacia de una intervención educativa. *Nutr Hosp* 2011; 26 (3): 636-641.
15. Ge S, Kubota M, Nagai A, Mamemoto K, Kojima C. Retrospective individual tracking of body mass index in obese and thin adolescents back to childhood. *Asia Pac J Clin Nutr* 2011; 20 (3): 432-437.
16. Hendrie GA, Coveney J, Cox DN. Defining the complexity of childhood obesity and related behaviours within the family environment using structural equation modelling. *Public Health Nutr* 2011; 2: 1-10.
17. Leitao R, Rodrigues LP, Neves L, Carvalho GS. Changes in adiposity status from childhood to adolescence: a 6-year longitudinal study in Portuguese boys and girls. *Ann Hum Biol* 2011; 38 (4): 520-528.
18. Oyama M, Saito T, Nakamura K. Rapid weight gain in early infancy is associated with adult body fat percentage in young women. *Environ Health Prev Med* 2010; 15 (6): 381-385.
19. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. *Exerc Sports Sci Rev* 1988; 14: 325-357.
20. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1-6.
21. Brook CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child* 1971; 46: 182-184.
22. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A (Editors). *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Acad Sci National Res Council. (1961), pp. 223-244.
23. Marrodán MD, Mesa MS, Alba JA, Ambrosio B, Barrio PA, Drak L, Gallardo M, Lermo J, Rosa JA, González Montero de Espinosa M. Diagnósis de la obesidad: actualización de criterios y su validez clínica y poblacional. *An Pediatr* 2006; 65 (1): 5.
24. Serra LL, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P, Peña L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio ENKID (1998-2000). *Med Clin (Barc)* 2003; 121 (19): 725-732.
25. Meléndez JM. Evaluación nutricional y composición corporal en una población infantil de la vega de Granada. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada, 2002.
26. Marshall JD, Hazlett CB, Spady DW, Conger RP, Quinney HA. Validity of convenient indicators of obesity. *Hum Biol* 1991; 63 (2): 137-153.