

Diagnóstico de la obesidad: actualización de criterios y validez clínica y poblacional

M.^aD. Marrodán Serrano^a, M.^aS. Mesa Santurino^a, J.A. Alba Díaz^a, B. Ambrosio Soblecher^a, P.A. Barrio Caballero^a, L. Drak Hernández^a, M. Gallardo Yepes^a, J. Lermo Castelar^a, J.M. Rosa Rosa^b y M. González-Montero de Espinosa^c

^aDepartamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid. ^bCentro Nacional de Investigaciones Oncológicas. Instituto de Salud Carlos III. ^cI.E.S. Santa Eugenia. Consejería de Educación de la CAM. Madrid. España.

Objetivos

Comparar la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes españoles aplicando referencias nacionales e internacionales para el índice de masa corporal (IMC). Establecer la relación entre criterios basados en el IMC y la composición corporal. Proponer estándares de porcentaje graso para aumentar la precisión diagnóstica en los casos de exceso ponderal.

Material y métodos

La muestra se compone de 7.228 sujetos de ambos sexos entre los 6 y 20 años. A partir de medidas antropométricas (talla, peso y pliegues subcutáneos) se obtuvo el IMC y el porcentaje de grasa según las expresiones de Durnin y Womersley, Siri y Slaughter et al. Como criterios diagnóstico de la obesidad y el sobrepeso se utilizaron los patrones nacionales de Hernández et al y las normas internacionales de Cole et al. Se estableció la correlación entre IMC y porcentaje de grasa mediante el método de Spearman y se estimó la variabilidad de este último en relación a los puntos de corte de IMC propuestos por IOTF (Internacional Obesity Task Force).

Resultados y conclusiones

El sobrepeso y la obesidad afectan en mayor proporción a los varones que a las mujeres y a los sujetos más jóvenes. De acuerdo a los patrones nacionales presentaron sobrepeso entre el 9,6% (de 6 a 12 años) y el 9,5% (de 13 a 20) de las chicas y entre 10,62% (de 13 a 20) y 12,50% (de 6 a 12) de los chicos. Respecto a las normas internacionales, se clasifican como obesos entre el 4,68% (de 13 a 20) y el 6% (de 6 a 12) de los varones y con sobrepeso entre el 18,83%

(de 13 a 20) y el 21,6% (de 6 a 12); en la serie femenina las cifras de obesidad oscilan entre el 2,81% (de 13 a 20) y el 5,9% (de 6 a 12), siendo el sobrepeso de 25,9% para el intervalo de 6-12 años y del 14,55% en el de 13-20.

El análisis efectuado muestra que las relaciones entre IMC y la adiposidad no son iguales en individuos normales que en los que presentan exceso ponderal, y que las referencias internacionales de Cole et al tienden a subestimar la obesidad y a sobreestimar el sobrepeso. Por ello, su validez se limita a estudios poblacionales comparativos, y no se recomienda su uso en el diagnóstico clínico, en el que resulta más eficaz la utilización de patrones propios, en particular los correspondientes al porcentaje de grasa.

Palabras clave:

IMC. Porcentaje graso. Composición corporal. Sobrepeso. Obesidad. Niños. Adolescentes.

OBSESITY SCREENING: UPDATED CRITERIA AND THEIR CLINICAL AND POPULATIONAL VALIDITY

Objectives

The primary aim of this study was to compare the frequency of overweight and obesity in Spanish children and teenagers by using national and international standards for the body mass index (BMI). The second aim was to establish the association between criteria based on BMI and body composition. The third aim was to propose new standards of fat percentages in order to increase diagnostic accuracy in patients with excess weight.

Este trabajo se incluye en el Proyecto *Condición Nutricional y Biodiversidad de las Poblaciones Humanas* financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (Ref: GCL2004-03157). Los autores agradecen el inestimable apoyo prestado para su realización por la Dirección del Área Territorial de Madrid Capital de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid.

Correspondencia: Dra. M.^aD. Marrodán Serrano.
Departamento de Zoología y Antropología Física.
Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.
José Novais, 2. 28040 Madrid. España.
Correo electrónico: marrodan@bio.ucm.es

Recibido en junio de 2005.
Aceptado para su publicación en marzo de 2006.

Material and methods

The sample was composed of 7,228 boys and girls aged between 6 and 20 years. Anthropometric measurements were taken (height, weight and subcutaneous skinfolds), and BMI and the percentage of fat were obtained using the methods of Durnin and Womersley, Siri and Slaughter et al. To classify obesity and overweight, the national standards of Hernández et al and the international standards published by Cole et al were used. The correlation between BMI and percentage of fat was established using Spearman's method and the variability fat percentage was estimated in relation to the BMI cut-off points proposed by the International Obesity Task Force (IOTF).

Results and conclusions

Overweight and obesity were more frequent in boys than in girls and in the youngest individuals. According to national standards, between 9.6% (6-12 years) and 9.5% (13-20 years) of girls and between 10.62% (13-20 years) and 12.50% (6-12 years) of boys were overweight. According to international standards, between 4.68% (13-20 years) and 6% (6-12 years) of boys were obese and between 18.83% (13-20 years) and 21.6% (6-12 years) were overweight. The proportion of obesity in girls ranged from 2.81% (13-20 years) to 5.9% (6-12 years); the prevalence of overweight was 25.99% in the group aged 6-12 years and was 14.55% in that aged 13-20 years.

The analysis carried out shows that the association between BMI and adiposity differs in normal individuals and in those with excess weight. The international standards of Cole et al tend to underestimate obesity and to overestimate overweight. Therefore, their usefulness is limited to comparative studies and their use cannot be recommended in clinical diagnosis, where it would be more effective to use of specific population standards, especially those for fat percentage.

Key words:

BMI. Fat percentage. Body composition. Overweight. Obesity. Children. Adolescents.

INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil es cada día más frecuente tanto en los países desarrollados como en los de economía emergente^{1,2} y, sin descartar un condicionamiento genético, las causas de su aparición son complejas^{3,4}. Sus efectos abarcan un espectro que va desde alteraciones hormonales y metabólicas a ortopédicas, incluso psicológicas. Además, se ha observado la relación positiva de la obesidad infantil con la morbimortalidad del adulto^{4,5}, así como la importancia de su prevención a través de un oportuno diagnóstico^{6,7}.

El problema fundamental consiste en cómo identificar al niño candidato a ser obeso, ya que la obesidad se vincula no tanto con un aumento ponderal como con un exceso de tejido adiposo. De hecho, su importancia y evolución van a depender sobre todo de la grasa acumulada y de su distribución⁸⁻¹⁰. Parámetros clásicos de eva-

luación de sobrepeso y obesidad son el peso relativo (o peso real dividido entre el peso ideal para la talla multiplicado por 100) y otros índices estatura-ponderales, así como los pliegues cutáneos grasos. El índice de masa corporal (IMC) es el más difundido en el diagnóstico pediátrico. Sin embargo, no existe consenso a la hora de establecer puntos de corte para las distintas categorías de insuficiencia ponderal, sobrepeso u obesidad en el niño y adolescente. Existen estándares, elaborados con series nacionales como internacionales que se utilizan con este propósito. Entre éstos están los publicados por Must et al¹¹ en 1991 y los elaborados por Cole et al¹² en el año 2000, cuyo empleo proponen comités de expertos como la Internacional Obesity Task Force (IOTF). Estos últimos aún están sujetos a la crítica de algunos expertos que han propuesto su revisión o han recalculado sus valores¹³.

Otro aspecto que hay que considerar son los puntos que mejor definen los estadios de insuficiencia o exceso ponderal durante el crecimiento y desarrollo. En la población española se ha utilizado el percentil 85 como límite de sobrepeso y el percentil 95 como punto de corte para definir la obesidad, como recomienda el Grupo Europeo de Obesidad Infantil (ECOG)¹⁴. Sin embargo, otros autores han preferido utilizar el percentil 90 y el percentil 97, respectivamente^{15,16}.

El objetivo de este trabajo es comparar la prevalencia de sobrepeso y obesidad infanto-juvenil española, aplicando distintos criterios y referencias basados en el IMC. También, establecer su relación con el porcentaje de grasa corporal y hacer un análisis comparativo con otros estudios con la finalidad de hacer un análisis crítico de los resultados según las distintas metodologías aplicadas. De acuerdo con los resultados obtenidos se planteará la conveniencia de realizar nuevas propuestas de diagnóstico que aporten una mayor precisión para la evaluación del exceso ponderal en la población española.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado 7.228 sujetos de ambos sexos (3.661 chicos y 3.567 chicas) con edades comprendidas entre los 6 y los 20 años. La toma de datos se llevó a cabo entre los años 1999 y 2002 en 32 centros docentes públicos, privados y concertados de la Comunidad de Madrid. Se trataba de escuelas de enseñanza primaria e institutos de enseñanza secundaria, así como de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense. Cada uno de los participantes mayores de edad, así como los padres de los menores, dieron su consentimiento informado para participar en el estudio. Aunque el 89% de los niños y jóvenes analizados han nacido en Madrid, en el 62% de los casos los 4 abuelos proceden de otras regiones españolas, motivo por el que la muestra puede considerarse representativa de la población general.

De cada individuo se tomó una serie de variables antropométricas directas con aparatos homologados y si-

guiendo la metodología del Programa Internacional de Biología. Dicho programa, fue elaborado por el Internacional Council of Scientific Unions y recoge los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas en el texto *Practical Human Biology*¹⁷.

A partir del peso, la talla y los pliegues subcutáneos bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco se obtuvo el IMC (peso [kg]/talla²[m]) y se estimó la densidad D (relación masa/volumen corporal) mediante las ecuaciones de Durnin y Womersley¹⁸:

$$\text{Varones: } D = 1,1620 - 0,0630 \times \log(t + b + sb + sp)$$

$$\text{Mujeres: } D = 1,1549 - 0,0678 \times \log(t + b + sb + sp)$$

Entre paréntesis figuran los pliegues subcutáneos tricípital (t), bicipital (b), subescapular (sb) y suprailíaco (sp) expresados en milímetros.

Una vez obtenida la densidad corporal se aplicó el método de Siri¹⁹ para estimar el porcentaje de grasa, de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Porcentaje de grasa} = [(4,95 / D) - 4,50] \times 100$$

La densidad corporal es D y se calcula en kg/cm³.

Por otra parte, también se utilizó para estimar el porcentaje de grasa una metodología diferente, mediante el uso directo de los pliegues grasos subcutáneos, de acuerdo con las ecuaciones de Slaughter et al²⁰:

$$\text{Varones: porcentaje de grasa} = 1,21(t + b) - 0,008(t + b)^2 - 1,7$$

$$\text{Mujeres: porcentaje de grasa} = 1,33(t + b) - 0,013(t + b)^2 + 2,5$$

En el caso particular de que la suma de los pliegues tricípital y subescapular fuera mayor de 35 mm, la expresión que se utilizaba era distinta:

$$\text{Varones: porcentaje de grasa} = 0,735(t + b) + 1$$

$$\text{Mujeres: porcentaje de grasa} = 0,546(t + b) + 9,7$$

Para conocer la prevalencia de sobrepeso y obesidad se utilizaron dos criterios fundamentados en el IMC. En primer

lugar, los puntos de corte establecidos por los percentiles 90 y 97 de las tablas de referencia nacionales de Hernández et al²¹ y, en segundo lugar, las tablas internacionales para uso pediátrico publicadas por Cole et al¹², que establecen, para niños y niñas entre 2 y 18 años, valores de IMC derivados de los límites propuestos para adultos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (25 kg/m² para el sobrepeso y 30 kg/m² para la obesidad).

La significación de las diferencias entre los porcentajes de sobrepeso y obesidad obtenidos por ambos criterios se evaluó mediante pruebas de ji cuadrado. Para conocer la asociación entre IMC y porcentaje de grasa se elaboró un análisis de correlación ordenada no paramétrica de Spearman. Igualmente, se estimó la variabilidad del porcentaje de grasa en la muestra, atendiendo a la clasificación de sobrepeso y obesidad dada por los puntos de corte de las tablas de Cole et al¹², anteriormente reseñadas, y recomendadas por el IOTF. A partir de los datos individuales se calcularon los parámetros descriptivos fundamentales (media, desviación estándar y percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97) del porcentaje de grasa en cada sexo y edad, elaborando los correspondientes estándares. El análisis estadístico se ha llevado a cabo mediante el programa SPSS 12.0.

RESULTADOS

Como queda patente en la tabla 1, con independencia del criterio de clasificación utilizado, los resultados señalan que, en general, la obesidad y el sobrepeso afectan en mayor proporción a los varones que a las mujeres. Esta situación se ha descrito en diversas investigaciones precedentes en muestras españolas, entre las que cabe mencionar las realizadas en el País Vasco²², Zaragoza²³, Alicante²⁴ o Navarra²⁵, así como en el denominado estudio *enKid* de carácter nacional¹⁶.

En la misma tabla 1 se advierte que la proporción de sobrepeso y obesidad es mayor entre los niños y niñas más pequeños, de 6 a 12 años, que entre los adolescentes y jóvenes con edades comprendidas entre los 13 y 20. Las diferencias entre grupos de edad son significativas para ambos sexos al adoptar la clasificación de Cole et al¹² y sólo para los varones al usar como límites los percentiles 90 y 97 correspondientes a los patrones nacionales de

TABLA 1. Prevalencia de obesidad y sobrepeso según estándares aplicados

Edad (años)	Varones (%)				Mujeres (%)			
	Referencias nacionales Hernández et al ²¹		Referencias internacionales Cole et al ¹²		Referencias nacionales Hernández et al ²¹		Referencias internacionales Cole et al ¹²	
	SB	OB	SB	OB	SB	OB	SB	OB
6-12	12,50	14,90	21,6	6,00	9,6	11,9	25,9	5,9
13-20	10,62	10,34	18,83	4,68	9,5	12,22	14,55	2,81

OB: obesidad; SB: sobrepeso.

Hernández et al²¹. Cabe llamar la atención sobre esta circunstancia, que, por sí sola, pone de manifiesto que el exceso de peso en nuestra población se presenta a edades cada vez más tempranas.

Por otra parte, hay que señalar que utilizando como criterio las curvas nacionales²¹, los porcentajes globales de sobrepeso y obesidad en ambos grupos de edad y sexo resultan semejantes. Sin embargo, como también se refleja en la tabla 1, al utilizar como herramienta los valores de IMC propuestos por el estándar internacional¹² la proporción de sobrepeso es, a todas las edades y tanto en los varones como en las mujeres, significativamente mayor que la de la obesidad ($p < 0,001$).

A fin de situar los presentes resultados en un panorama general, en la tabla 2 se reseñan los obtenidos por otros autores en distintas regiones españolas. Como puede observarse, tanto la amplitud de las muestras como los criterios de evaluación utilizados por los autores son diver-

sos, lo que dificulta la comparación. Con todo, los índices de prevalencia de sobrepeso y obesidad hallados en el presente estudio se encuentran muy próximos a los obtenidos a finales de la década de 1990 en Bilbao²² y son superiores a los obtenidos en una amplísima serie analizada en Zaragoza hace 10 años¹⁴, lo cual apunta un incremento secular del exceso ponderal en nuestro país. Por el contrario, las frecuencias resultan inferiores a las descritas para la actual década en escolares andaluces de Granada²⁶ y Almería²⁷. Finalmente, las cifras de sobrepeso y obesidad obtenidas en el presente estudio, respecto a los patrones nacionales²¹ particularmente en las edades más tempranas, resultaron cercanas a las descritas por Serra Majem et al¹⁶ en el estudio enKid para el conjunto del país.

Con relación a otros países europeos, analizados con posterioridad al año 2000 (tabla 3), se presentan unos porcentajes relativamente más bajos que Gran Bretaña²⁸, Suiza²⁹ o Alemania⁹ y similares a Italia³⁰ Francia³¹ y Chi-

TABLA 2. Obesidad y sobrepeso en diversas regiones españolas

Edad (años)	N	Criterio	Prevalencia (%)	Provincia	Autor y año
12-14	106.284	IMC > P85 IMC > P95 RN	SB: 16,7 (v)-12,0 (m) OB: 2,1 (v)-3,3 (m)	Zaragoza	Moreno et al (2000) (datos para 1995)
4-24	3.889	IMC relativo	OB: 10,17 (v)-9,40 (m)	Bilbao	Rosique et al (1998)
10-17	484	IMC > P90 RN	SB: 12,9 (v)-10,2 (m)	Navarra	Reparaz et al (1993)
14-15	278	IMC > 27	SB: 8,6 (a.s.)	A Coruña	Vidal-Ríos et al (1999)
6-11	266	IMC > 2 DS RN	OB: 18,2 (v)-17,8 (m)	Alicante	Ruiz et al (2003)
7-14	499	Cole et al (2000)	SB: 1,03 (a.s.) OB: 10,22 (a.s.)	Almería	López-Ruzafa et al (2004)
4-12	487	IMC > P85 IMC > P97 RN	SB: 8,4 (v)-9,8 (m) OB: 15,3 (v)-16,9 (m)	Granada	Meléndez (2002)
4-14	493	IMC > P97 RN	OB: 9,52 (v)-7,05 (m)	Cádiz	Failde-Martínez et al (1998)
2-24	3.543	IMC > P85 IMC > P97 RN	SB: 12,4 (a.s.) OB: 13,90 (a.s.) OB: 15,6 (v)-12,0 (m)	España (nacional)	Serra Majem et al (2001)
6-12	1.656	a) IMC > P90 IMC > P97 RN b) Cole et al (2000)	SB: 12,50 (v)-9,6 (m) OB: 14,90 (v)-11,90 (m) SB: 21,60 (v)-25,90 (m) OB: 6,00 (v)-5,90 (m)	Madrid	Presente estudio
13-20	5.572 RN	a) IMC > P90 IMC > P97 b) Cole et al (2000)	SB: 10,60 (v)-9,5 (m) OB: 10,34 (v)-12,22 (m) SB: 18,83 (v)-14,55 (m) OB: 4,68 (v)-2,81 (m)	Madrid	Presente estudio

RN: referencias nacionales; v: varones; m: mujeres; a.s.: ambos sexos; SB: sobrepeso; OB: obesidad.

TABLA 3. Obesidad y sobrepeso en diversas poblaciones europeas

Edad (años)	N	Criterio	Prevalencia (%)	País	Autor y año
6 y 15	2.630	IMC > P ₈₅ IMC > P ₉₅ RN	SB: 22 (6); 31 (15) OB: 10 (6); 17 (15)	Reino Unido	Reilly et al (2000)
6-12	595	Diversos	SB: 21,7 a 34,2 (a.s.) OB: 9,7 a 16,11 (a.s.)	Suiza	Zimmermann et al (2000)
3-17	40.068	IMC > P ₉₀ a) Tanner-Whitehouse b) RN	a) OB: 12 (a.s.) b) OB: 8 (a.s.)	Italia	Luciano et al (2001)
7-9	–	Diversos	SB: 16,3 a 23,9 (a.s.) OB: 3,81 a 9,31 (a.s.)	Francia	Rolland-Cachera et al (2002)
12-18	64.147	IMC > P ₈₅ IMC > P ₉₅ RN	SB: 7,2 a 16,7 (v) SB: 4,0 a 9,8 (m) OB: 1,1 a 2,7 (v) OB: 0,4 a 1,4 (m)	Finlandia	Kartairen et al (2002)
5-7	1.643	a) IMC > P ₉₀ RN b) Cole et al (2000)	a) OB: 21 (a.s.) b) OB: 9 (a.s.)	Alemania	Danielzik et al (2002)
7-10	3.362	IMC > P ₉₇ RN	OB: 5,6 (m) OB: 6,0 (v)	República Checa	Kovárová et al (2002)
6-17	2.467	a) IMC > P ₈₅ IMC > P ₉₅ NHANES I b) Cole et al (2000)	a) OB: 9,1 (m) OB: 10,3 (v) b) OB: 6,9 (v) OB: 5,7 (m)	Chipre	Savva et al (2002)
6-18	6.883	IMC > P ₈₅ IMC > P ₉₅ NHANES III	SB: 10,0 (a.s.) OB: 6,0 (a.s.)	Rusia	Wong y Wang (2002)

RN: referencias nacionales; v: varones; m: mujeres; a.s.: ambos sexos; SB: sobrepeso; OB: obesidad.

pre³². En cambio los resultados para Rusia³³ y República Checa³⁴ permanecen algo inferiores. Se destaca por su escasa incidencia de obesidad la población finlandesa³⁵.

DISCUSIÓN

Analizando las cifras concretas que se comunican en los trabajos reseñados en las tablas 2 y 3, se pone de manifiesto que, por lo general, la prevalencia de la obesidad resulta bastante inferior cuando se diagnostica mediante las recomendaciones del IOTF –estándares internacionales¹²– que cuando se hace a partir de los puntos de corte percentilares que corresponden a las distintas referencias locales o nacionales. Esto es particularmente evidente en aquellas investigaciones en las que, como en la presente, se han aplicado simultáneamente ambas metodologías, como son los casos de Chipre³² y Alemania¹³. También, los resultados obtenidos en la población de Almería con la metodología de Cole et al¹² se orientan en la misma línea.

Por lo que respecta a los porcentajes que aquí se presentan, la discrepancia entre los valores de obesidad ob-

tenidos mediante las referencias nacional e internacional posiblemente tenga que ver, al menos en parte, con la evolución secular que la población española ha sufrido en las dos últimas décadas^{14,36}. Cabe preguntarse hasta qué punto el estudio semilongitudinal de crecimiento patrocinado por la Fundación Orbegozo en la década de 1980 sigue vigente como referente nacional y si la utilización de sus percentiles 90 o 97 como puntos de corte puede sobreestimar el exceso de peso en la población contemporánea. Por el contrario, la aplicación de los puntos de corte propuestos por el IOTF (referencias internacionales)¹² para el sobrepeso, arrojan en nuestras series porcentajes significativamente más elevados que el percentil 90 de las referencias nacionales²¹. Estos resultados ponen de relieve la importancia de los criterios metodológicos aplicables al sobrepeso y la obesidad en individuos no adultos. En este sentido siempre que se han aplicado los criterios internacionales de Cole et al¹² se ha observado que el porcentaje de obesidad resulta muy bajo mientras que el sobrepeso alcanza cifras llamativamente elevadas³⁷⁻³⁹ aspecto que está siendo muy crítica-

do por los expertos. En este sentido, nuestros resultados cuestionan de nuevo la conveniencia de utilizar dicha metodología en el diagnóstico clínico.

A fin de aclarar cuál es el criterio de diagnosis más apropiado en pediatría, se procedió a analizar con mayor profundidad la relación entre las categorías de sobrepeso y obesidad, establecidas a partir del IMC por los distintos métodos, y el porcentaje de grasa. El exceso de adiposidad es lo que, a nuestro juicio, puede aportar mayor precisión a la determinación de los límites de lo que se considera sobrepeso y obesidad. Para establecer dicha relación, se procedió al cálculo de los coeficientes de

correlación ordenada de Spearman, entre el IMC y el porcentaje de grasa (tabla 4). Dada la gran variabilidad de la composición corporal durante la ontogenia, para estos cálculos la muestra sigue dividida en dos grupos de edad: de 6 a 12 años y de 13 a 20. En cada uno de ellos se separaron las correspondientes subseries de normopeso, sobrepeso y obesidad en ambos sexos, aplicando tanto las referencias internacionales de Cole et al¹² como las nacionales de Hernández et al²¹.

Como puede apreciarse en las tablas 4 y 5, en la categoría de normopeso se obtuvieron coeficientes de correlación significativos en todos los casos, con independen-

TABLA 4. Correlación entre el IMC y porcentaje de grasa

Edad (años)	Variables	Varones			Mujeres		
		NO	SB	OB	NO	SB	OB
6-12	IMC-% G (Método de Siri) RN	0,668*	0,610*	0,698*	0,654**	0,367**	0,421*
	IMC-% G (Método de Slaughter et al) RN	0,465*	0,579*	0,513*	0,681**	0,320**	0,430*
	IMC-% G (Método de Siri) RI	0,699*	0,778*	0,898*	0,743*	0,635*	0,823*
	IMC-% G (Método de Slaughter et al) RI	0,772*	0,704*	0,703*	0,664*	0,543*	0,654*
13-20	IMC-% G (Método de Siri) RN	0,661*	NS	NS	0,786*	0,325**	0,281**
	IMC-% G (Método de Slaughter et al) RN	0,622*	NS	NS	0,788*	0,354**	0,293**
	IMC-% G (Método de Siri) RI	0,673*	0,221**	0,229**	0,765*	0,224**	NS
	IMC-% G (Método de Slaughter et al) RI	0,672*	0,221**	0,227**	0,764*	0,224**	NS

NO: con normopeso; SB: con sobrepeso; OB: obesos; RN: referencias nacionales (Hernández et al 1988); RI: referencias internacionales (Cole et al 2000). Coeficiente de correlación de Spearman: *valor significativo al nivel 0,01; **valor significativo al nivel 0,05; NS: no significativo.

TABLA 5. Proporción de sujetos con sobrepeso u obesidad, en cada categoría percentilar del porcentaje de grasa (método de Siri)

	Varones (%)				Mujeres (%)			
	Con sobrepeso (n = 709)		Obesos (n = 184)		Con sobrepeso (n = 606)		Obesos (n = 125)	
	6-12 años	13-20 años	6-12 años	13-20 años	6-12 años	13-20 años	6-12 años	13-20 años
> P ₉₇	1,06	–	81,48	83,84	24,28	15,19	93,47	91,13
P ₉₀ -P ₉₇	37,96	34,09	11,11	12,30	63,10	77,20	6,52	5,06
< P ₉₀	60,96	65,89	7,4	3,84	12,62	7,5	–	3,81

cia de la ecuación de composición corporal utilizada. Las correlaciones descienden apreciablemente entre los sujetos que presentan sobrepeso y obesidad y, de hecho, la significación se pierde en algunos casos en el grupo de adolescentes. En particular, las correlaciones son bajas entre el IMC y el porcentaje de grasa obtenido por el método de Siri¹⁹ y Slaughter et al²⁰ en los varones con sobrepeso u obesidad y en las mujeres diagnosticadas con obesidad de acuerdo a las referencias internacionales¹². De hecho, el IMC no tiene por qué tener una relación absolutamente directa con la grasa y, como parece desprenderse de estos resultados, su relación con el peso no es estable a lo largo de la ontogenia. Ténganse en cuenta las grandes variaciones musculoesqueléticas que se producen durante la adolescencia y de manera diferencial en ambos sexos, que suponen alteraciones en las relaciones estatura-ponderales, como el IMC, con independencia de la adiposidad.

Ahondando en dicha perspectiva de análisis, se contrastó la variabilidad del componente adiposo en relación con los puntos de corte internacionales. Con la finalidad de simplificar la situación y dado que no se observaron diferencias significativas al cuantificar el grado de adiposidad, con los métodos de Siri¹⁹ y Slaughter²⁰ et al, se eligió el primero de ellos, de carácter más general, para proseguir el razonamiento. Así, en la tabla 5, se comparan las frecuencias de individuos clasificados en las categorías de IMC que definen los intervalos de sobrepeso y obesidad de acuerdo con los estándares internacionales¹² con la proporción de sujetos ubicados en los intervalos percentilares del porcentaje de grasa, que corresponden a la distribución de la propia muestra. Como se expone en dicha tabla de contingencia, poco más del 80% de los varones clasificados como obesos de acuerdo con las normas del IOTF presentan un porcentaje de grasa por encima del percentil 97, quedando por debajo del percentil 90 el 7,4% de los niños entre 6 y 12 años y el 3,84% de los jóvenes con edades comprendidas entre los 13 y los 20. Respecto al sexo femenino, más del 90% de las niñas y jóvenes con un IMC equivalente a más de 30 kg/m², presentan un porcentaje de grasa superior al percentil 97, y sólo quedan por debajo del percentil 90 el 3,81% de las chicas entre 13 y 20 años. Estos resultados, que también se reflejan en la figura 1, indican que los puntos de corte que definen la obesidad según el método de Cole et al¹² presentan una notable concordancia con el grado de adiposidad, sobre todo en el sexo femenino. Dicho de otro modo, la práctica totalidad de las chicas y una gran mayoría de los chicos diagnosticados por el IMC como obesos presentan una adiposidad extrema.

Por lo que atañe al sobrepeso, observamos una gran disparidad entre ambos sexos, de modo que mientras la mayor proporción de niñas y jóvenes clasificadas por el IMC en esta categoría se ubican entre el percentil 90

y 97 para el porcentaje de grasa, en el caso de los varones la mayor frecuencia se localiza por debajo del percentil 90. Por otra parte, entre el 15,19 y el 24,28% de las chicas clasificadas en esta categoría poseen un porcentaje de grasa superior al percentil 97, frente a sólo el 1,06% de los niños entre 6 y 12 años. Estos datos ponen de manifiesto que, en ambos sexos, el criterio del IOTF sobrestima claramente la prevalencia del sobrepeso, por razones distintas. En el sexo masculino, porque entre los chicos diagnosticados con sobrepeso se incluyen individuos cuyo contenido de grasa no es elevado, y, en el sexo femenino, porque se incluye en esta clase una cierta proporción de niñas y jóvenes cuyo alto porcentaje de grasa es más acorde con la categoría de obesidad (fig. 1). Todo ello sin olvidar el desfase entre varones y mujeres en lo que respecta al desarrollo que todos los tejidos experimentan durante la pubertad y que incide de manera diferencial en los componentes magro y graso del organismo. De alguna manera, este hecho también podría reflejarse en las diferencias halladas entre varones y mujeres en las distintas categorías del sobrepeso.

Parece evidente, por tanto, que el IMC es útil, de entrada, para hacer una estimación general de la condición nutricional pero, como se ha puesto de manifiesto en este trabajo, no resulta adecuado para un diagnóstico preciso en todos los casos en los que se presenta sobre-

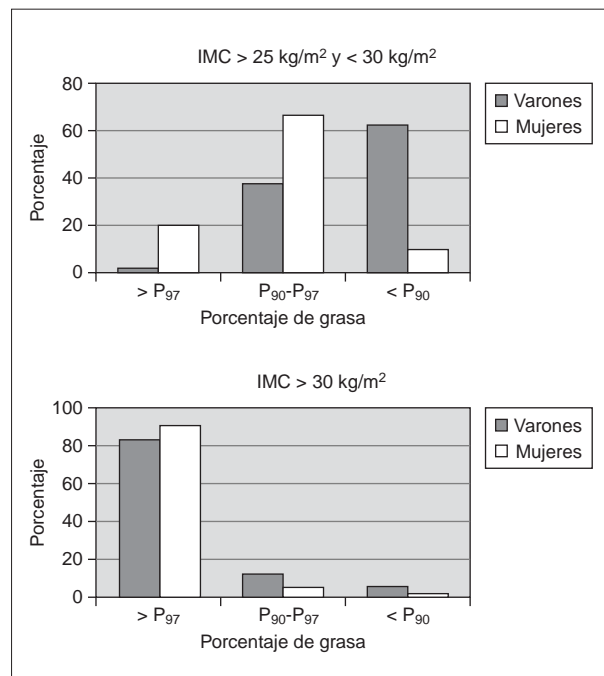


Figura 1. Proporción de individuos clasificados con sobrepeso ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$ e $IMC < 30 \text{ kg/m}^2$) y obesidad ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$) que se incluyen en las distintas categorías percentilares del porcentaje de grasa.

peso u obesidad. La justificación está relacionada con el hecho, aquí demostrado, de que no todas las chicas con sobrepeso por exceso de grasa tienen un valor elevado de IMC y, al contrario, hay chicos clasificados con sobrepeso de acuerdo con el IMC cuyo porcentaje de grasa no es suficientemente alto. Esto posiblemente, como se ha indicado, esté en relación con el marcado desarrollo diferencial de la masa grasa y sobre todo, de la masa esquelética y muscular, cuando comparamos ambos sexos^{40,41}. Además, como se desprende de algunos trabajos⁴² la variabilidad secular del tejido adiposo es mayor que la que afecta a las relaciones talla-peso. Teniendo en cuenta estas limitaciones del IMC a la hora de establecer un diagnóstico preciso del exceso ponderal, se recomienda la utilización añadida del porcentaje de grasa y se proponen, en la tabla 6, los correspondientes patrones actualizados para la población española.

CONCLUSIONES

Dada la gran variedad de criterios para el establecimiento de sobrepeso y obesidad, es preciso establecer un consenso que facilite estudios epidemiológicos comparativos. En este sentido, la propuesta de Cole et al¹² elaborada a partir de una muestra que reúne series de distintos países, puede ser una herramienta inicial válida de contraste poblacional.

Sin embargo, dichos estándares internacionales tienden a subestimar la obesidad y a sobrestimar el sobrepeso. Por ello, en particular en el sexo femenino, ciertos individuos con un importante exceso de grasa pueden no diagnosticarse como obesos por lo que, por ejemplo, podrían ser excluidos de programas de tratamiento. De ahí que en la práctica clínica sea más aconsejable, en todo caso, el uso de las referencias nacionales que deberían ser actualizadas.

TABLA 6. Estándares para el porcentaje de grasa (calculado mediante el método de Siri) en varones y mujeres de edades entre 6 y 20 años

Edad (años)	P ₃	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₇	Media	DE
Varones									
6	6,12	7,07	8,26	10,14	13,23	15,48	20,90	10,89	3,52
7	6,36	7,27	8,93	11,38	15,11	17,68	21,47	12,09	3,99
8	5,15	7,22	8,54	10,54	14,56	19,04	21,67	11,86	5,15
9	5,15	7,22	8,54	10,54	14,56	19,05	21,02	11,86	4,85
10	6,12	7,96	10,29	14,27	19,16	22,40	24,03	14,66	5,27
11	6,43	8,43	10,34	15,04	18,50	22,00	26,42	15,05	6,30
12	6,20	8,82	12,05	15,64	21,34	25,25	28,81	16,61	6,20
13	6,42	9,57	12,65	17,65	22,89	26,75	30,64	17,98	6,42
14	7,08	8,60	11,55	16,13	20,95	25,98	29,22	16,45	7,08
15	6,67	8,60	13,22	16,69	20,95	25,86	29,96	16,91	6,67
16	6,40	9,65	13,24	16,82	21,40	25,65	30,33	17,33	6,40
17	6,54	8,90	13,22	17,30	20,95	25,31	29,71	16,93	6,54
18	6,39	7,46	12,11	16,69	20,07	24,29	27,56	15,97	6,39
19-20	5,23	10,63	13,22	16,60	20,04	24,96	29,92	17,09	5,23
Mujeres									
6	12,64	14,39	16,56	19,30	23,14	25,82	30,11	19,84	4,44
7	12,00	14,43	16,18	19,21	23,36	26,93	28,02	19,96	4,63
8	11,08	14,02	16,87	20,71	25,73	28,55	28,92	21,20	5,20
9	12,06	14,00	15,62	19,04	24,99	28,11	30,83	20,24	5,46
10	13,18	16,16	17,97	20,39	25,55	28,63	31,32	21,59	4,74
11	15,07	15,96	18,32	20,63	25,24	28,25	32,12	21,70	4,60
12	16,11	17,08	19,68	23,53	26,61	30,86	34,99	23,58	5,21
13	15,99	19,16	21,90	25,56	28,97	32,42	37,32	25,75	5,31
14	14,75	19,69	21,90	25,80	30,43	33,84	37,81	25,84	6,65
15	15,36	19,36	23,22	27,11	30,63	34,16	37,87	26,83	5,91
16	16,99	19,14	23,22	26,09	29,82	33,18	37,19	26,43	5,22
17	14,27	17,27	22,03	26,09	28,97	32,14	35,50	25,52	5,60
18	14,82	19,68	22,96	26,61	31,02	35,38	37,60	26,93	6,02
19-20	18,86	22,17	24,37	26,61	30,25	34,47	39,07	27,51	4,89

DE: desviación estándar.

Por otra parte, las relaciones entre IMC y la adiposidad, aunque evidentes, no suceden en igual grado en individuos normales y obesos, al menos respecto a las edades consideradas en este trabajo. Igualmente, el fenómeno de cambio secular provoca a corto plazo escasas variaciones del IMC asociadas a un aumento de la adiposidad. Por todo ello, los criterios diagnósticos que se basan de forma exclusiva en la relación peso/talla no parecen muy adecuados para indicar si un individuo con exceso ponderal presenta también un exceso de componente graso que aconseje su tratamiento. En consecuencia, sin menoscabar la utilidad de IMC, lo más recomendable sería recurrir a los estimadores de la composición corporal y, en concreto, al porcentaje de grasa especialmente durante la adolescencia.

La aplicación de los patrones aquí elaborados resulta, pues, muy adecuada, no sólo por lo indicado anteriormente, sino también porque se cuenta con una muestra muy numerosa y representativa de la población española (> 7.000 individuos), aspecto esencial para que constituyan unos legítimos estándares referenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- Livingstone B. Epidemiology of childhood obesity in Europe. *Eur J Pediatr*. 2000;159:14-34.
- Wang Y, Tussing L. Culturally appropriate approaches are needed to reduce ethnic disparity in childhood obesity. *J Amer Diet Assoc*. 2004;104:1664-6.
- Sherry B, McDivitt J, Birch L, Cook FH, Sanders S, Prish JL, et al. Attitudes, practices and concerns about child feeding and child weight status among socioeconomic diverse white, Hispanic and African-American mothers. *J Am Diet Assoc*. 2004;104:215-21.
- Dalmau Serra J. Nuevos factores de riesgo cardiovascular detectables en la edad pediátrica. *An Esp Pediatr*. 2001;54:4-8.
- Cabriny N, Pisonero NJ, Armenteras A, Ajram J. Obesidad infantil: Riesgo de futuro. XXV Congreso de la Sociedad Española de Estudios Pediátricos. *An Pediatr (Barc)*. 2003; (Supl. 2) 58:139-84.
- Wabitsch M. Overweight and obesity in European Children: Definition and diagnostics procedures, risk factors and consequences for later health outcome. *Eur J Pediatr*. 2000;159:8-13.
- Kim-Choi N, Shih-Wei L. Application of anthropometric indices in childhood obesity. *South Med J*. 2004;97:566-70.
- Arciniega Sch. Definición y criterios de obesidad. *Nutr Clin*. 2002;5:236-40.
- Danielzik S, Bartel C, Raspe H, Mast M, Langnäse K, Spethmann C, et al. Problems in defining obesity in prepubescent children: Consequences for assessing the requirements for medical rehabilitation. *Gesundheitswesen*. 2002;64:139-44.
- Rebato E. Obésité. En: Susanne C, Rebato E, Chiarelli B, editors. *Anthropologie Biologique*. Bruselas: Ed. de Boeck; 2003.
- Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of Body Mass Index (Wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr*. 1991;53:839-46.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide international survey. *BMJ*. 2000;320:1240-3.
- Chinn S, Rona RJ. Internacional definitions of overweight and obesity for children: a lasting solution? *Ann Hum Biol*. 2002;29:306-13.
- Moreno L, Sarriá A, Fleta J, Rodríguez G, Bueno M. Trends in body mass index and overweight among children and adolescents in the region of Aragon (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes Metab Disord*. 2000;24:925-31.
- Failde-Martínez I, Zafra Mezcuca J, Novalbos Ruiz JP, Costa Alonso M, Ruiz Rodríguez E. Perfil Antropométrico y prevalencia de sobrepeso de los escolares de Ubrique. Cádiz. *Rev Esp Salud Pub*. 1998;72:357-64.
- Serra Majem I, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodríguez C, Saavedra Santana P. Epidemiología de la obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). En: Serra Majem I, Aranceta Bartrina J, editores. *Obesidad infantil y juvenil*. Barcelona: Masson; 2001.
- Weiner JS, Lourie JA. *Practical human biology*. London: Academic Press; 1981.
- Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements of 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Brit Jour Nutr*. 1974;32:77-97.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. En: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Sciences; 1961.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709-12.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza, JL, Rincon JM, Ruiz I, Sánchez E, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigaciones sobre Crecimiento y Desarrollo. Bilbao: Fundación Orbegozo; 1988.
- Rosique J, Rebato E, Salces I, San Martín L, Vinagre A. Estudio antropológico sobre la distribución de la grasa subcutánea en niños y jóvenes obesos. *Zainak*. 1998;16:73-82.
- Moreno L, Fleta J, Sarriá A, Rodríguez G, Gil C, Bueno M. Secular changes in body fat patterning in children and adolescents of Zaragoza (Spain). *Inter Jour Obes*. 2001;25:1-5.
- Ruiz L, Zapico M, Zubiaur A, Alfayete R, Sánchez J, Sanguino L, et al. Prevalencia de la obesidad infantil en la población escolar de Alicante. XXV Congreso de la S.E.E.P. *An Esp Pediatr*. 2003; (Supl 2) 58:139-84.
- Reparaz F, Chueca M, Elcarte R, Iñigo J. Obesidad infantil en Navarra: evolución, tendencia y relación entre obesidad infantil y adulta. Estudio PECNA. *Ann Sis San Navarra*. 2003;21:331-40.
- Meléndez J. Evaluación nutricional y composición corporal en una población infantil de la vega de Granada. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad de Granada, 2002.
- López Ruzafa E, Leyva Carmona M, García García EJ, Llamas Guisado MA, Aguirre Rodríguez FJ, Cortés Mora P, et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población escolar almeriense. 53 Congreso de la Asociación Española de Pediatría. *An Esp Pediatr*. 2004;60 (Supl 3):39-97.
- Reilly JJ, Dorosty AR. Epidemic of obesity in UK children. *Lancet*. 2000;354:1874-5.
- Zimmermann MB, Hess SY, Murrell RF. A national study of the prevalence of overweight and obesity in 6-12 years old Swiss children: Body mass index, body-weight perceptions and goals. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54:568-72.
- Luciano A, Bressan F, Bolognani M, Castellarin A, Zoppi G. Childhood obesity: Different definition criteria different prevalence rate. *Minerva Pediatrica*. 2001;53:537-41.
- Rolland-Cachera MF, Castetbon K, Arnault N, Bellisle F, Romano MC, Lehingue Y, et al. Body mass index in 7-9 years old

- French children: Frequency of obesity, overweight and thinness. *Int J Obes Metab Disord.* 2002;26:1610-6.
32. Savva SC, Kourides Y, Tornaritis M, Epiphaniou-Savva M, Chadjiorgioudis C, Kafatos A. Obesity in children and adolescents in Cyprus. Prevalence and predisposing factors. *Int J Obes Metab Disord.* 2002;26:1036-45.
33. Wong Y, Wang JQ. A comparison of international references for the assessment of child and adolescent overweight and obesity in different populations. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56:973-82.
34. Kovárová M, Vignerová J, Bláha P, Osanková K. Bodily characteristics and life style of Czech children aged 7.00 to 10.99 years, incidence of childhood obesity. *Cen Eur J Pub Health.* 2002;10:169-73.
35. Kartainen S. Secular trend in overweight and obesity among Finnish adolescent in 1977-1999. *Int. J Obes Metab Disord.* 2002;26:544-52.
36. Mesa MS, Marrodán MD, Fuster V. Transformación socioeconómica en España y su impacto sobre el crecimiento infantil y juvenil. Madrid. Ed. Complutense, 2002.
37. Martínez CA, Ibáñez JO, Paterno CA, Bustamante MSR. Sobre peso y obesidad en niños y adolescentes de la ciudad de Co rrientes. Asociación con factores de riesgo cardiovascular. *Medicina.* 2001;3:61.
38. Magarey AM, Daniels LA, Boulton TJC. Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescent: re-assessment of 1985 and 1995 data against new standards international definitions. *Med J Austr.* 2001;174:561-4.
39. Al-Haddad FH, Little BB, Ghafoor AGMA. Childhood obesity in United Arab Emirates schoolchildren: A national study. *Ann Hum Biol.* 2005. p. 72-9.
40. Gimeno Ballester J, Azcona San Julián C, Sierrasesúmaga Ariznabarreta L. Estudio de la densidad mineral ósea mediante osteonografía en niños y adolescentes sanos: valores de normalidad. *An Esp Pediatr.* 2001;54:540-6.
41. Crescente Pippi JL, Marín Acero R, Cadesín Villaverde JM, Romero Nieves JL, Pinto Guedes D. Estudio del riesgo de sobrepeso y sobrepeso en escolares de Galicia entre 6 y 17 años. *An Esp Pediatr.* 2003;58:523-8.
42. Flea Zaragoza J, Rodríguez Martínez G, Mur de Frenne L, Moreno Aznar L, Bueno Lozano M. Tendencia secular del tejido adiposo corporal en niños prepúberes. *An Esp Pediatr.* 2000;52:116-22.