

Introducción, definición y medida del exceso de peso en adolescentes

ALFONSO CALAÑAS-CONTINENTE, JUAN JOSÉ ARRIZABALAGA, ASSUMPTA CAIXÀS, GUILLEM CUATRECASAS, M. JESÚS DÍAZ-FERNÁNDEZ, PEDRO PABLO GARCÍA-LUNA, ALBERT GODAY, LLUÍS MASMIQUEL, SUSANA MONEREO, M. JOSÉ MORALES, JOSÉ MOREIRO, BASILIO MORENO, WILFREDO RICART, JOSEP VIDAL Y FERNANDO CORDIDO

Grupo de Trabajo sobre Obesidad. Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Madrid. España.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica, compleja y multifactorial que puede iniciarse en la infancia y la adolescencia, y se caracteriza por un exceso de grasa corporal que coloca al individuo en una situación de riesgo para la salud. En las últimas décadas, la obesidad ha alcanzado proporciones epidémicas, es la enfermedad metabólica más prevalente y, por primera vez, en el planeta hay más población con exceso de peso que con desnutrición.

Diferentes estudios realizados en España y en la Unión Europea han demostrado un aumento significativo de la incidencia, la prevalencia y la gravedad del exceso ponderal en niños y adolescentes en la mayoría de los países desarrollados y en los que están en transición económica, lo que hace que sea una de las enfermedades crónicas más frecuentes en este grupo de edad¹⁻⁹. La adolescencia es la etapa del desarrollo humano en que se produce el paso de la infancia a la edad adulta. Es un período transicional de crecimiento somático acelerado y de desarrollo físico en el que la persona se forma en todos los aspectos: biológicos, cognitivos, psicológicos, emocionales y sociales; por lo tanto, es un período decisivo de la vida debido a estos múltiples cambios. Generalmente comienza con la pubertad, por término medio a los 9-10 años, y finaliza entre los 18 y 21, si bien la mayoría de los adolescentes de las sociedades occidentales completan su desarrollo puberal entre los 16 y los 18 años¹⁰⁻¹³. La pubertad es el principal determinante neurohormonal de los cambios fisiológicos y psicológicos del adolescente, aunque también intervienen en este proceso otros factores sociales y de conducta¹⁴. Según la Academia Americana de Pediatría, la adolescencia puede subdividirse en tres etapas:

- Primera adolescencia o preadolescencia, que abarca aproximadamente desde los 9-10 años a los 13, caracterizada fundamentalmente por los cambios puberales.

- Adolescencia media, entre los 14 y los 17 años, caracterizada sobre todo por conflictos familiares debido a la importancia que adquiere el grupo.

- Adolescencia tardía, desde los 18 a los 21 años, caracterizada por la reaceptación de los valores paternos y la asunción de tareas y responsabilidades de la madurez.

En esta revisión nos centraremos en las primeras dos etapas, es decir, en el intervalo de 9 a 17 años.

La adolescencia se caracteriza, en general, por una buena salud física. Sin embargo, es en esta época cuando se pueden adoptar hábitos y

Correspondencia: Dr. F. Cordido.
Servicio de Endocrinología.
Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo.
As Xubias, s/n. 15006 A Coruña. España.
Correo electrónico: fernando_cordido@canalejo.org

comportamientos de salud que se extenderán a la edad adulta. Esta etapa se considera como un período crítico de mayor susceptibilidad para el desarrollo de sobrepeso u obesidad^{15,16} y de sus comorbilidades en ambos sexos¹⁵. El exceso ponderal genera, además, problemas psicosociales y menor capacidad física¹⁷⁻¹⁹. La obesidad presente en la adolescencia se asocia con un aumento de la mortalidad total y, específicamente, con un incremento del riesgo cardiovascular y de diabetes mellitus en adultos de ambos sexos^{20,21}. El aumento de la morbimortalidad en el adulto se ha atribuido a la obesidad del adolescente directamente, más que a los efectos de ésta en el peso del adulto. La Organización Mundial de la Salud describe la obesidad como «uno de los problemas actuales de Salud Pública más descaradamente visibles, pero mayoritariamente descuidado»²². Estudios recientes ponen de manifiesto que los padres subestiman el exceso ponderal de sus hijos tanto en estudios poblacionales como de investigación clínica. Puede ser que en las sociedades occidentales nos estemos desensibilizando ante el incremento de obesidad, o que seamos reacios a conocer que nuestra población infantil y adolescente tiene un trastorno socialmente poco deseable y estigmatizante y, consciente o inconscientemente, neguemos lo que ocurre. Particularmente, es el caso si el exceso de peso se percibe con optimismo como un problema temporal que ya se resolverá o con pesimismo, como algo imposible de tratar. Si los padres no están preocupados por su hijo obeso, es poco probable que acudan al sistema sanitario por este problema²³⁻²⁹. Las asociaciones observadas entre obesidad adulta y sus comorbilidades con el peso al nacimiento, rebote adiposo y obesidad durante la adolescencia indican que esos períodos pueden ser muy importantes a la hora de priorizar las medidas preventivas. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud, la Unión Europea, el Gobierno de España y los gobiernos autonómicos, así como la Federación Internacional de Sociedades de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (FISPSGHN), la Asociación Internacional de Pediatría (IPA), la Asociación Internacional para el Estudio de la Obesidad (IASO) y el Grupo Europeo de Obesidad en la Infancia (European Childhood Obesity Group, ECOG) consideran una prioridad el desarrollo de planes estratégicos orientados a la prevención del sobrepeso y la obesidad en la edad infantojuvenil. Teniendo en cuenta que la obesidad en la adolescencia es una enfermedad crónica de elevada prevalencia y difícil tratamiento, cuya comorbilidad puede ocasionar graves consecuencias para la salud, su prevención constituye en el momento actual un importante objetivo sanitario nacional, de acuerdo con la estrategia NAOS (nutrición, actividad física y prevención de la obesidad) liderada por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Ministerio de Sanidad y Consumo³⁰. Su finalidad principal es sensibilizar a la población sobre este problema y proponer acciones concretas que involucren a todos los sectores. Esta estrategia es aplicable a toda la población a partir de los 2 años. Entre sus objetivos destaca la conveniencia de ofrecer guías alimentarias que sirvan de referencia para la promoción de una alimentación saludable.

Se trata, por tanto, de un grave problema de salud pública que requiere una intervención urgente para prevenir futuros incrementos de la prevalencia de obesidad y para el manejo adecuado de la enfermedad establecida. En conjunto, los datos disponibles señalan la necesidad de más estudios que permitan identificar los factores que contribuyen al inicio de obesidad en la infancia y la adolescencia y los que contribuyen a su mantenimiento más allá de estos períodos de desarrollo. La adolescencia ofrece una ventana terapéutica única

para modificar el riesgo de obesidad futura, de diabetes mellitus y de enfermedad cardiovascular, y para conseguir una prevención a largo plazo.

DEFINICIÓN Y MEDIDA DEL EXCESO DE PESO EN ADOLESCENTES

Composición corporal del adolescente

Los cambios en la composición corporal durante la adolescencia están bien caracterizados y muestran una divergencia de género³¹. Mientras en los chicos la masa muscular tiende a aumentar y la grasa corporal, como porcentaje del peso corporal, tiende a disminuir, en las chicas la masa grasa y la muscular aumentan, y esta última, como porcentaje del peso corporal, disminuye. Estas diferencias sexuales con relación a la masa grasa son claras incluso antes de que la pubertad comience^{31,32}. Los patrones de distribución adiposa también se modifican durante la adolescencia, y muestran igualmente este dimorfismo sexual. En los chicos se produce una centralización de los depósitos adiposos, con aumento de la grasa subcutánea y visceral en la zona abdominal. En las chicas, este patrón es similar, aunque menos intenso. Además, la grasa tiende a depositarse periféricamente en mamas, caderas y nalgas^{14,33}. Estos cambios de composición corporal en el adolescente determinan ciertos requerimientos nutricionales y modificaciones de la actividad física y la alimentación^{14,33}.

Medida del exceso ponderal en el adolescente

Índice de masa corporal

Revisiones sistemáticas recientes, revisiones críticas rigurosas y guías para el manejo de la obesidad basadas en pruebas³⁴⁻³⁷, así como recomendaciones de comités de expertos y revisiones no sistemáticas³⁸⁻⁴⁶, demuestran la conveniencia del uso del índice de masa corporal (IMC) para el diagnóstico/definición de sobrepeso u obesidad en el adolescente, tanto en la clínica como en estudios poblacionales^{38,39,42,47}.

Limitaciones

– En niños y adolescentes no existe un consenso tan amplio como en los adultos para la definición de sobrepeso u obesidad, ya que la media de IMC varía con la edad y el sexo en las primeras dos décadas de la vida. En consecuencia, los puntos de corte tienen que establecerse como porcentaje de la media, como *z-score* o como percentiles, y todas son esencialmente definiciones estadísticas, que no deben ser confundidas con diagnósticos clínicos.

– El IMC puede ser comparado con una serie de datos de referencia, y expresado como *z-score* siempre que la variable siga una distribución normal. Al igual que ocurre con otras variables, el *z-score* permite comparar a un individuo o una población específica con una población de referencia, y aporta una información más estadística del individuo, sobre todo de los que están en los extremos de distribución del IMC. El *z-score* de IMC se calcula así: (IMC observado) – (mediana de IMC de una población de referencia) / desviación estándar de la población referencia. El *z-score* igual a 0 equivale a la mediana o percentil 50 (p50); el *z-score* igual a +1,00 equivale aproximadamente al p84; el *z-score* igual a +2,00 equivale al p98 (aproximadamente un 125% del peso ideal); el *z-score* igual a +2,85 es > p99; *z-score* igual a +1,04 se corresponde con el p85; el *z-score* igual a +1,65, con el p95, y *z-score* igual a +2, con el p97,⁷⁴⁸. La definición de obesidad extrema o grave en niños o adolescentes no está estandarizada. Los *z-scores* de IMC más o menos

TABLA 1. Definición internacional de sobrepeso y obesidad entre 2 y 18 años: puntos de corte de índice de masa corporal

Edad (años)	Sobrepeso		Obesidad	
	Chicos	Chicas	Chicos	Chicas
2	18,41	18,02	20,09	19,81
2,5	18,13	17,76	19,80	19,55
3	17,89	17,56	19,57	19,36
3,5	17,69	17,40	19,39	19,23
4	17,55	17,28	19,29	19,15
4,5	17,47	17,19	19,26	19,12
5	17,42	17,15	19,39	19,17
5,5	17,45	17,20	19,47	19,34
6	17,55	17,34	19,78	19,65
6,5	17,71	17,53	20,23	20,08
7	17,92	17,75	20,63	20,51
7,5	18,16	18,03	21,09	21,01
8	18,44	18,35	21,60	21,57
8,5	18,76	18,69	22,17	22,18
9	19,10	19,07	22,77	23,46
9,5	19,46	19,45	23,39	23,46
10	19,84	19,86	24,00	24,11
10,5	20,20	20,29	24,57	24,77
11	20,55	20,74	25,10	25,42
11,5	20,89	21,20	25,58	26,05
12	21,22	21,68	26,02	26,67
12,5	21,56	22,14	26,43	27,24
13	21,91	22,50	26,84	27,76
13,5	22,27	22,98	27,25	28,20
14	22,62	23,34	27,63	28,57
14,5	22,96	23,66	27,98	28,87
15	23,29	23,94	28,30	29,11
15,5	23,60	24,17	28,60	29,29
16	23,90	24,37	28,88	29,43
16,5	24,19	24,54	29,14	29,56
17	24,46	24,70	29,41	29,69
17,5	24,73	24,85	29,70	29,84
18	25,00	25,00	30,00	30,00

Modificada de Cole et al³⁹.

consensuados para este grado de obesidad en dicha población son más de +3, +4.

– El IMC es una aproximación relativa, no perfecta, al exceso de adiposidad. No es una medida adecuada para sujetos bajos, altos o con una distribución de la grasa corporal inusual y puede clasificar erróneamente a sujetos con gran masa muscular.

– El uso del IMC para diagnosticar el exceso de peso durante la pubertad es especialmente complejo. Esta medida aumenta en adolescentes de ambos sexos, principalmente por aumento de la masa libre de grasa más que del compartimento graso⁴⁹, por lo que podemos clasificar erróneamente a algunos adolescentes con obesidad, sin que tengan un exceso real de adiposidad. Si se elige puntos de corte adecuados para la definición de obesidad, el IMC tiene una elevada especificidad, es decir, identifica a pocos niños no obesos como niños obesos, y una sensibilidad ligeramente elevada, es decir, falla de forma moderada en la identificación de niños con grasa corporal excesiva.

– La precisión diagnóstica de los puntos de corte pediátricos de IMC y la relación entre IMC y morbilidad podrían depender de la etnia, la raza o la población.

– El IMC no suministra información sobre la distribución regional de la grasa corporal.

– Aunque la correlación entre IMC y grasa corporal es muy alta, es mayor en adolescentes prepúberes que en los púberes y mejor en chicas que en chicos⁵⁰⁻⁵³. Distintos autores han observado que el IMC identifica adecuadamente a

niños y adolescentes con exceso de grasa de ambos sexos entre 10 y 15⁵⁴, 7 y 16⁵⁵, 13 y 18¹⁴ y 8,5 y 15,5 años de edad³².

Terminología. Los términos sobrepeso y obesidad son a menudo intercambiables en la población pediátrica. Dadas las limitaciones del IMC para definir la adiposidad, y los aspectos psicosociales relacionados con la estigmatización o preocupación por ser etiquetado como obeso, se dice que el término «sobrepeso» es más preciso que el de obesidad cuando el diagnóstico se hace sólo con el valor del IMC. Un informe reciente del Instituto de Medicina Americano⁵⁶ ha usado específicamente el término obesidad en niños y adolescentes en parte para afirmar de manera más efectiva la seriedad, la urgencia y la extensión de este problema de salud.

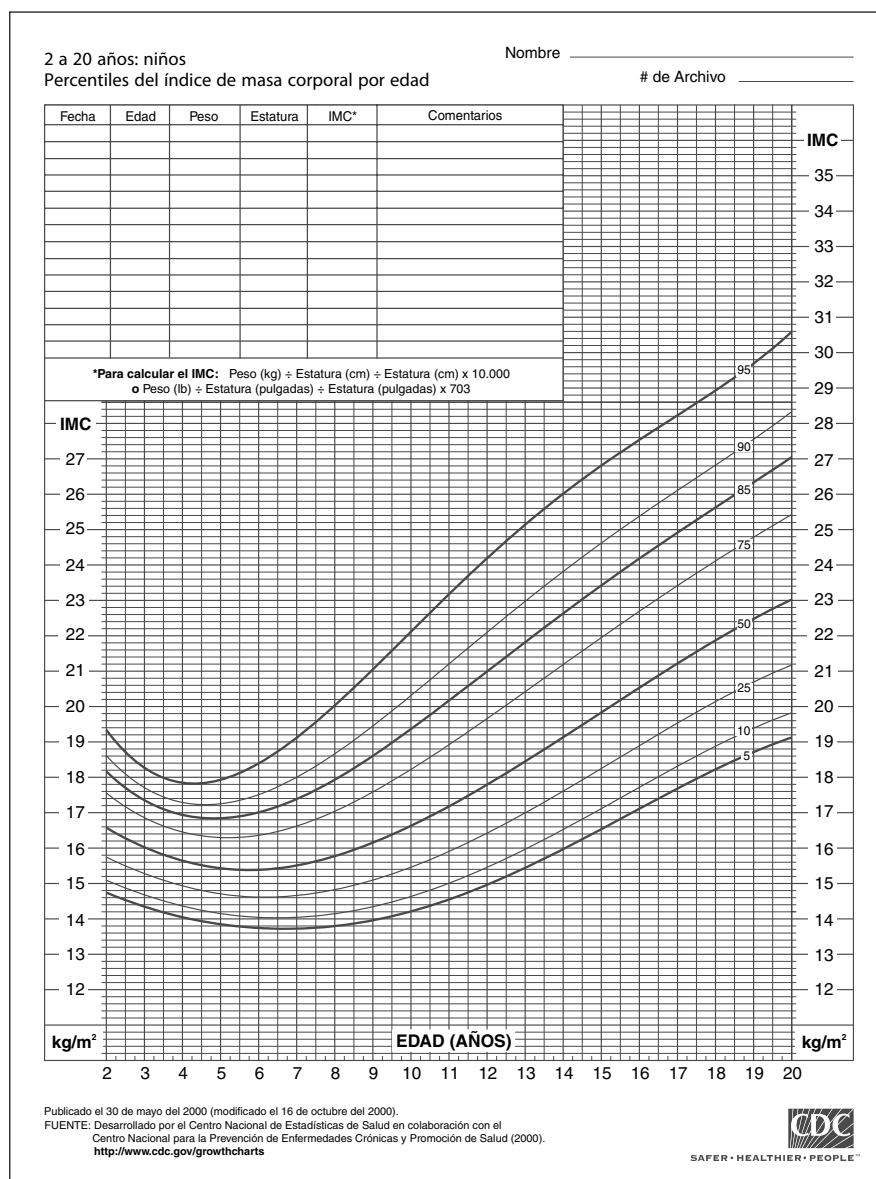
Definiciones en la práctica clínica y en la epidemiología. Mediante valores de referencia internacionales, el Grupo de Trabajo sobre Obesidad Infantil del International Obesity Task Force (IOTF) ha propuesto una definición estandarizada basada en puntos de corte específicos para la edad (desde 2 a 18 años, a intervalos semestrales) y el sexo de las dos curvas cuyos IMC a los 18 años de edad se corresponden con los puntos de corte utilizados para definir sobrepeso y obesidad en el adulto, es decir, con los puntos correspondientes a IMC igual a 25 e IMC igual a 30, respectivamente (tabla 1)³⁹. Estos puntos de corte pueden tener menor sensibilidad y condicionar una estimación a la baja de la prevalencia de obesidad (no de sobrepeso)⁵⁷ en comparación con la prevalencia hallada tras la utilización de los estándares específicos de población, como ya se ha demostrado en algunos países de Europa^{57,58-60}, en América del Sur⁶¹ y en Asia⁶². Estas referencias fueron propuestas para realizar comparaciones internacionales. Pueden ser útiles en la investigación epidemiológica y para monitorizar y evaluar cambios entre poblaciones a escala mundial, pero no para ser utilizadas en la clínica o en estudios epidemiológicos⁶³. No obstante, una revisión sistemática³⁴ ha puesto de manifiesto pruebas lo suficientemente firmes como para recomendar la definición pediátrica de obesidad utilizando datos de referencia nacionales en la práctica clínica y epidemiológica, ya que:

– Proporciona un abordaje seguro, práctico y basado en la evidencia y ha sido ampliamente recomendada por comités de expertos³⁸.

– Muchos países disponen ya de datos de referencia nacionales de IMC, habiéndose establecido las definiciones de sobrepeso si el IMC \geq p85 y \leq p94 y de obesidad si el IMC \geq p95.

– La capacidad de esta definición para identificar con éxito a los niños más obesos es alta, con bajos porcentajes de falsos positivos y con una sensibilidad moderadamente elevada, similar en ambos sexos⁶⁴.

Mediante valores de referencia norteamericanos (Centers for Disease Control and Prevention [CDC]). Las tablas de referencia más aceptadas y recomendadas por la Organización Mundial de la Salud⁶⁵, hasta hace muy poco tiempo⁶⁶, fueron las que elaboraron Must et al^{67,68} a partir de los resultados del NHANES I (US National Health and Nutrition Examination Survey) recopilados entre 1971 y 1974. Es un sistema que incluye información anual de algunos percentiles específicos según sexo, desde los 6 hasta los 19 años, en el que el sobrepeso y la obesidad (o el riesgo de exceso ponderal y el exceso ponderal, respectivamente) se definen por valores de IMC superiores a los percentiles p85 y p95. El CDC publicaba en 2000 las «2000 CDC Growth Charts», o «NHANES-United States Growth Charts», para su aplicación en población infantil y juvenil tras la revisión de las tablas del National Center for Health Statistics (HCHS)⁶⁹. Es-



Puntos de corte de índice de masa corporal. En Estados Unidos y Canadá^{72,73} hay un acuerdo unánime en utilizar el percentil ≥ 85 para la edad y el sexo como punto de corte para definir el «riesgo de llegar a tener peso excesivo» y el

En Europa se han propuesto valores distintos para aplicar a las curvas de referencia nacionales de IMC. En España, en el estudio semilongitudinal realizado por el Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo de la Fundación Faustino Orbegozo⁸⁰, Francia^{5,60,81,82}, Italia⁸³, Alemania⁷ y Suiza⁸⁴ se utiliza el $IMC \geq p97$ para definir la obesidad y el $IMC \geq p90$ para definir el sobrepeso, utilizando curvas de IMC nacionales. La Asociación Alemana de Obesidad ha adoptado el punto de corte de $IMC \geq p99,5$ para la edad como definición de obesidad extrema²⁰. En el estudio es-

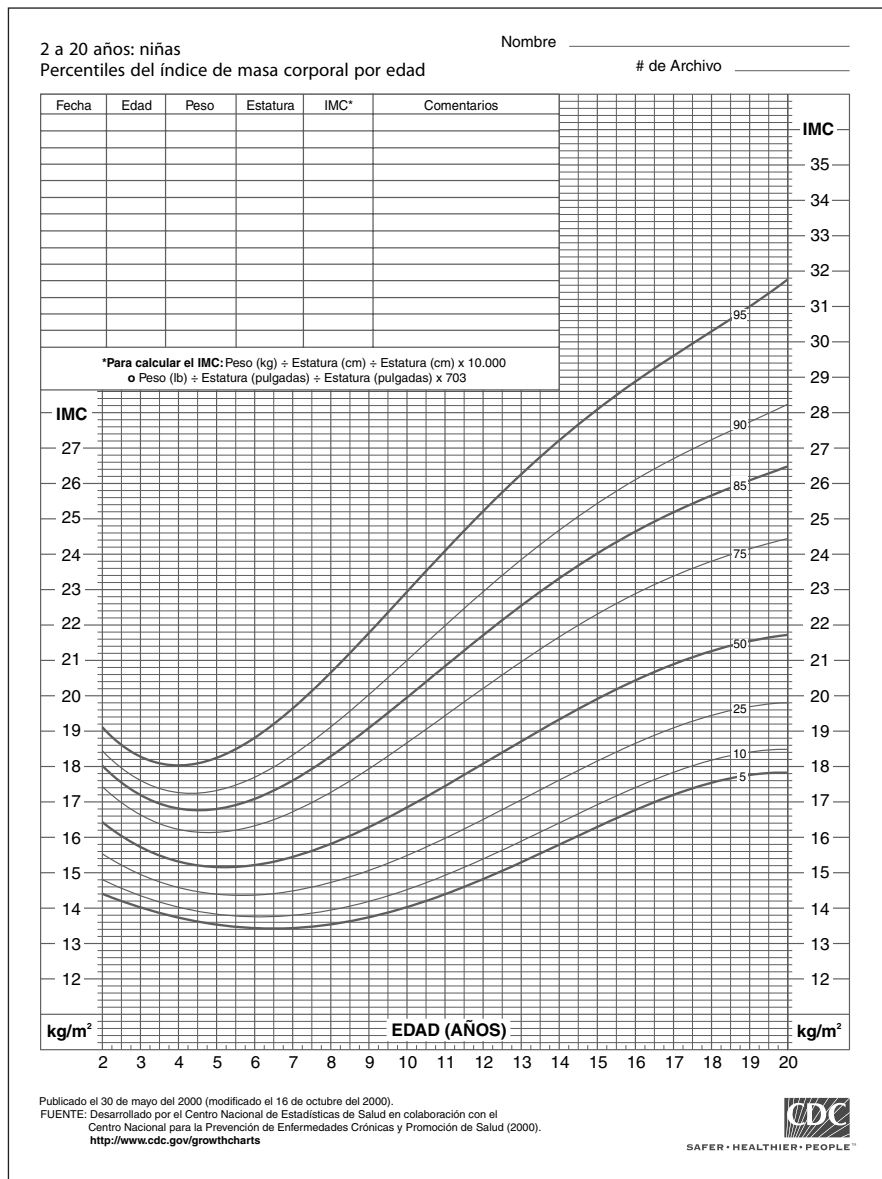


Fig. 2.

pañol enKid, los autores escogieron el $\text{IMC} \geq \text{p97}$ de la distribución del IMC de las curvas del Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo de la Fundación Faustino Orbeagozo⁸⁰ como punto de corte para la definición de obesidad, y para la del sobrepeso eligieron un punto $\geq \text{p85}^{58,85}$. Sin embargo, en las curvas y tablas de referencia de IMC del Estudio Longitudinal del Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo de la Fundación Faustino Orbeagozo⁸⁶, se resaltan los valores correspondientes al p85 y p95 de IMC para definir el sobrepeso y la obesidad, respectivamente. En los estudios de vigilancia de la evolución del IMC y de la prevalencia de sobrepeso realizados en Aragón, se definió el peso corporal excesivo (obesidad) como un $\text{IMC} \geq \text{p95}$ de las curvas de referencia del HCHS de 1977³.

El sobrepeso y la obesidad se establecen en los estudios epidemiológicos del Reino Unido cuando el IMC es $\geq p85$ y

≥ p95, respectivamente⁴⁰, mientras que los valores establecidos para el diagnóstico clínico de sobrepeso y obesidad son un IMC ≥ p91 e IMC ≥ p98, respectivamente⁸⁷.

En Finlandia y en Chipre también se aplican los mismos criterios epidemiológicos que en el Reino Unido^{8,88}. En Chipre se han adoptado, además, los criterios internacionales del IOTF.

El Grupo Europeo de Obesidad en la Infancia (ECOG) establece como puntos de corte del IMC correspondiente a la edad y el sexo el p85 para el sobrepeso y el p95 para la obesidad⁸⁹. También utiliza los mismos términos para referirse a los criterios internacionales del IOTF y se adhiere a ellos. Para la atención sanitaria propone la «definición nacional» de sobrepeso y obesidad utilizando el IMC, y la «definición internacional» cuando sea posible.

En un reciente estudio sobre IMC y prevalencia de peso corporal excesivo realizado en adolescentes de 13 países eu-

TABLA 2. Definición de sobrepeso u obesidad en la infancia y la adolescencia: puntos de corte de índice de masa corporal

	Sobrepeso	Obesidad
Estados Unidos y Canadá	$\geq p85$ – $\leq p94$ (riesgo)	$\geq p95$
Reino Unido, Finlandia, Chipre	$\geq p85$	$\geq p95$
European Childhood Obesity Group	$\geq p85$	$\geq p95$
Europa, Israel, Estados Unidos	$\geq p85$	$\geq p95$
España (estudio longitudinal de Sobradillo 2004)	$\geq p85$	$\geq p95$
España (estudio semilongitudinal de Hernández 1988), Alemania, Francia, Suiza, Italia	$\geq p90$ – $\leq p97$; $\geq p90$ – $\leq p96$	$> p97$; $\geq p97$
España (enKid)	$\geq p85$	$\geq p97$

p: percentil.

ropeos, Israel y Estados Unidos ($n = 29.242$), los autores escogieron el p85 y el p95 de las curvas de referencia internas de IMC específicas de sexo y edad construidas con los datos propios de la población estudiada para definir sobrepeso y obesidad⁹⁰. En la tabla 2, se resumen los diferentes puntos de corte para la definición de sobrepeso u obesidad en la infancia y la adolescencia.

Estándares nacionales. El grupo de trabajo sobre Obesidad de la Sociedad Española de Endocrinología aconseja, a la luz de los estudios publicados, la utilización de las curvas y tablas de IMC del estudio semilongitudinal realizado por el Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo de la Fundación Faustino Orbegozo⁸⁰ con datos recogidos justamente antes del aumento del IMC y de la prevalencia de obesidad en los niños y adolescentes de los países más industrializados, y los siguientes puntos de corte para la definición de sobrepeso y obesidad:

- En la práctica clínica, el p90 y el p97, que son los puntos contemplados en las citadas curvas y tablas: IMC $\geq p90$, sobrepeso; IMC $\geq p97$, obesidad.

- En los estudios epidemiológicos: 1) el p90 y el p97 (a efectos comparativos con países de nuestro entorno donde se emplean los mismo puntos, como Francia, Italia, Alemania o Suiza): IMC $\geq p90$, sobrepeso; IMC $\geq p97$, obesidad; 2) el p85 y el p95 (a efectos comparativos con los estudios epidemiológicos de otros países en los que se emplean esos mismos puntos): IMC $\geq p85$, sobrepeso; IMC $\geq p95$, obesidad, si bien en este supuesto los puntos correspondientes al p85 y al p95 no se hallan contemplados en las tablas del citado Instituto y sería necesario calcularlos.

Medida de pliegues

La medida del grosor de los pliegues en distintas localizaciones es sencilla y tiene la peculiaridad de poder usarse en ecuaciones que predicen la grasa corporal. Es capaz de predecir la grasa corporal mejor que el IMC porque la grasa subcutánea, que puede medirse directamente con un lipocalibrador, supone el 40-60% de la grasa corporal total^{50,91,92}. Los pliegues varían según edad, sexo y raza y las ecuaciones de predicción deben ser validadas para cada población. En el estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes) se demostró que la suma de pliegues no cambia significativamente con la edad. Sin embargo, cuando se considera el estadio de Tanner, se produce un descenso y un aumento de la suma de pliegues significativos en chicos y en chicas, respectivamente^{93,94}. Probablemente, lo más adecuado para definir la obesidad en la infancia y la adolescencia sea combinar un valor de IMC $> p95$ en unas tablas de referencia adecuadas junto con un pliegue tricípital anormalmente alto^{55,67}.

Circunferencia de la cintura

Se correlaciona positivamente con un patrón central de distribución adiposa en adolescentes. Los cocientes cintura/cadera y subescapular/tricípital, también^{81,91,92}. Está independientemente asociada con factores de riesgo cardiovascular⁹⁵. En un estudio epidemiológico a largo plazo en población de 5 a 17 años, se demostró una relación entre la adiposidad central medida mediante la circunferencia de la cintura y los pliegues con un perfil lipídico desfavorable y con hiperinsulinemia⁹⁶. Es un indicador precoz del riesgo de mantener el exceso de adiposidad y sus complicaciones metabólicas en la vida adulta⁹⁷. Parece ser el mejor y más simple predictor antropométrico para el cribado de síndrome metabólico en niños⁹⁸. Hay una relación directa entre la distribución central de la grasa en adolescentes y diferentes alteraciones metabólicas con implicaciones en la morbimortalidad cardiovascular⁹⁵, como: mayor concentración de factores hemostáticos; aumento del contenido lipídico intramiocelular, demostrado por espectroscopia de resonancia magnética nuclear –esta acumulación está emergiendo como modulador de la sensibilidad a la insulina⁹⁹–, y bajas concentraciones de colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (cHDL) y altas concentraciones de colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (cLDL), apolipoproteínas (apo)A-1 y apoB y triglicéridos^{88,92,95,100}.

Hipertensión arterial^{88,92,95,100}. Independientemente de la cantidad total de masa grasa, la acumulación intraabdominal de grasa medida mediante resonancia magnética tiene gran correlación con la resistencia a la insulina y la hiperglucemia en adolescentes obesos⁹⁹. La circunferencia de la cintura es una medida simple, económica, con mínimas posibilidades de error, fiable y válida. Sin embargo¹⁰¹ debemos hacer las siguientes consideraciones:

- Aunque se ha descrito gráficas de percentiles para la circunferencia de la cintura en población pediátrica británica y está disponible la distribución de percentiles (p10, p25 y p50) de ésta en población de 2 a 18 años representativa de los 3 grupos étnicos principales (afroamericanos, hispanos y caucásicos)¹⁰², no se ha identificado los puntos de corte apropiados para definir el riesgo para la salud en esta población.

- Hay muy pocos estudios sobre la relación entre obesidad central y enfermedades metabólicas en niños y adolescentes.

- Las circunferencias de la cintura y de la cadera dependen de la edad y no se recomienda el uso del cociente cintura/cadera sin considerar primero cada medida por separado.

Masa grasa

En ausencia de puntos de corte claros de masa grasa para definir el exceso de peso en adolescentes, los valores más consistentes en chicas son un 30-35%^{54,103-105}, mientras que

TABLA 3. Distribución de la grasa corporal en niños y adolescentes

Cohorte	Técnica de medición	n	Edad (años)	Grasa visceral (cm ²)	Grasa subcutánea (cm ²)	Grasa total (%)	Referencia
Chicos y chicas prepúberes	TC	16	6,4 (4-8)	8 (2-24)	65 (10-141)	25,8*	Goran ¹¹⁷ , 1997
Chicos prepúberes afroamericanos	TC	27	7,3 (4-10)	22 (7-72)	61 (8-372)	26,6*	Goran ¹¹⁷ , 1997
Chicos prepúberes caucásicos	TC	16	8,2 (5-10)	27 (7-65)	65 (14-225)	24,5*	Goran ¹¹⁷ , 1997
Chicos y chicas prepúberes caucásicos	TC	68	10 (7-12)	48 (16-142)	145 (15-420)	28,6	Goran ¹¹⁸ , 2001
Chicos y chicas prepúberes afroamericanos	TC	51	9,3 (7-12)	34 (7-118)	124 (9-436)	26,5	Goran ¹¹⁷ , 1997
Chicos y chicas prepúberes	RM	21	ND	27	98	ND	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicos y chicas prepúberes obesos	RM	7	ND	41	325	ND	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicos y chicas prepúberes caucásicos obesos	RM	10	9,7 (9-11)	69,8	274	42,1	Owens ¹²⁰ , 1998
Chicos prepúberes afroamericanos obesos	RM	11	9,7 (9-11)	80,6	437	47,7	Owens ¹²⁰ , 1998
Chicos prepúberes	RM (nivel L4-5)	16	10,4 (9-12)	44 (18-93)	71 (30-127)	18,5	Roemmich ¹²¹ , 1998
Chicos prepúberes o con pubertad precoz	RM	25	11-13	18 (6-58)	78 (21-214)	22,1*	
Chicos púberes	RM	5	ND	15	42	ND	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicos púberes obesos	RM	6	ND	56	380	ND	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicos púberes	RM (nivel L4-5)	13	13,4 (11-15)	62 (43-119)	96 (37-209)	18,8	Roemmich ¹²¹ , 1998
Chicas prepúberes afroamericanas	TC	38	7,4 (4-10)	28 (7-73)	106 (14-272)	35,4*	Goran ¹¹⁷ , 1997
Chicas prepúberes caucásicas	TC	20	8,2 (5-10)	54 (12-102)	172 (30-341)	37,8*	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicas prepúberes caucásicas obesas	RM	19	9,3 (9-11)	55,5	270	43,4	Owens ¹²⁰ , 1998
Chicas prepúberes afroamericanas obesas	RM	24	9,5 (9-11)	48,1	321	44,4	Owens ¹²⁰ , 1998
Chicas prepúberes	RM (nivel L4-5)	12	10,4 (8-12)	44 (25-54)	103 (23-186)	24	Roemmich ¹²¹ , 1998
Chicas prepúberes o con pubertad precoz	RM	25	11-13	25 (15-50)	81 (29-152)	27*	
Chicas con pubertad precoz	RM (nivel CC)	13	11,5	24	44	ND	De Ridder ¹²² , 1992
Chicas púberes obesas	RM	10	ND	50	355	ND	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicas púberes	RM	5	ND	17	72	ND	Brambilla ¹¹⁹ , 1994
Chicas púberes	RM (nivel L4-5)	15	13,5 (11-15)	53 (36-72)	124 (53-285)	24,7	Roemmich ¹²¹ , 1998
Chicas con pubertad tardía	RM (nivel CC)	11	14	26	63	ND	De Ridder ¹²² , 1992

ND: no determinado; RM: resonancia magnética; TC: tomografía computarizada.

*Calculado a partir de los resultados originales.

Modificada de Veldhuis et al¹¹⁶.

en los chicos, los puntos de corte serían del 25-30% de los 10 a los 15 años y del 20-25% cuando superan la edad de 18 años^{54,92,103-106}. Otros puntos de corte de porcentaje de masa grasa propuestos en la literatura serían:

- Williams et al¹⁰⁷: el 25 y el 30% para chicos y chicas de 5 a 18 años, respectivamente.
- Dwyer et al¹⁰⁸: el 20 y el 30% para chicos y chicas de 9 a 15 años, respectivamente.
- Taylor et al¹⁰⁵: el 21 y el 34% para chicos y chicas, respectivamente. Estos porcentajes de masa grasa a los 17 años se corresponderían con un IMC = 25 a los 18 años.
- Taylor et al¹⁰⁴: para población de 8,5 a 15,5 años, ≥ 25 y $\geq 35\%$ para chicos y chicas, respectivamente.

En un estudio longitudinal sobre presión arterial, estructura y función cardíacas, lípidos y comportamientos saludables en población de 8 a 17 años de edad (Proyecto HeartBeat), se ha elaborado la distribución de percentiles de porcentaje de grasa corporal total, masa muscular e IMC según raza, sexo y edad, incluyendo el error estándar de la media¹⁰⁹.

El método de medición del porcentaje de grasa corporal es una causa potencial de variaciones en los distintos estudios. Mei et al¹¹⁰ estudiaron la validez de índices sencillos de evaluación de composición corporal (IMC, índice ponderal o de Rohrer y peso para la talla), como predictores de

bajo peso o de exceso de peso en comparación con la medición de pliegues subcutáneos o la del porcentaje de grasa corporal y grasa total con absorciometría de rayos X de energía dual. Comprobaron que, en población de 2 a 19 años, el IMC es mejor medida para diagnosticar el bajo peso o el exceso de peso respecto al índice ponderal. Sardinha et al⁵⁴ han empleado la absorciometría frente a IMC, pliegues y circunferencia braquial, y otros autores^{62,64} usaron la bioimpedancia eléctrica cuando evaluaron el sistema de definición del IOTF⁴⁰. Neovius et al¹¹¹ utilizaron la densitometría mediante pletismografía de desplazamiento de aire, ya que su precisión para medir el porcentaje de grasa corporal es comparable a la de la absorciometría¹¹². Esos autores demostraron en un estudio transversal realizado en 474 adolescentes suecos que los sistemas de definición de exceso de peso recomendados internacionalmente presentan una alta especificidad para detectar el exceso ponderal en ambos sexos, pero una sensibilidad muy baja en las participantes femeninas.

Métodos directos

Son técnicas utilizadas sobre todo en la investigación, no en la práctica clínica habitual. Los modelos multicomparti-

mentales como la hidrodensitometría, la pletismografía por desplazamiento de aire, el método del agua doblemente marcada y la absorciometría de rayos X de energía dual son los más fiables y precisos para medir la masa grasa^{1,113,114}. En general, estos métodos se usan para la investigación y como pruebas de referencia para validar otros métodos antropométricos:

Resonancia magnética. Puede distinguir la grasa intraabdominal de la subcutánea. Requiere que el paciente permanezca inmóvil durante al menos 20-30 min, hecho que puede suponer un obstáculo para la población infantil y adolescente. La espectroscopia de resonancia magnética supone una nueva aproximación en la caracterización de la obesidad pediátrica, ya que permite cuantificar el contenido lipídico del hígado, el músculo esquelético y otros órganos¹¹⁵.

Tomografía computarizada. Permite cuantificar la grasa intraabdominal y subcutánea con gran precisión y fiabilidad. Produce una irradiación significativa y exige al explorado inmovilidad durante la exploración.

Absorciometría de rayos X de energía dual. No discrimina la grasa intraabdominal de la subcutánea, pero tiene una alta correlación con la determinación de grasa total corporal realizada mediante la tomografía computarizada. Produce menos radiación que ésta y es más adecuada para su uso en niños y adolescentes. Se precisa gran colaboración del enfermo, por lo que puede ser complicada su realización en menores de 6 años.

Bioimpedancia eléctrica. Es una técnica muy rápida, barata y no invasiva, con alta concordancia entre observadores e intraobservador, aunque requiere ecuaciones específicas. La medida variará según el estado de hidratación y la etnia. Es la única técnica que se recomienda en la práctica clínica habitual por ser no invasiva y fácil de realizar en las consultas médicas.

La tabla 3¹¹⁶⁻¹²² resume los datos disponibles sobre distribución de la grasa corporal medida mediante tomografía computarizada y resonancia magnética en niños y adolescentes en función de la edad, el grado de maduración, el sexo y la etnia.

Síntesis

– La composición corporal cambia de manera importante durante la adolescencia. Las diferencias según el sexo y el estadio puberal deben considerarse en este período de la vida humana.

– La identificación temprana del adolescente con riesgo de obesidad y sus complicaciones metabólicas requiere sistemas de medida de adiposidad específicos, sencillos y fiables.

– En adolescentes, el exceso de masa grasa intraabdominal o visceral se relaciona con dislipemia, hipertensión arterial, resistencia a la insulina e intolerancia a hidratos de carbono.

– La circunferencia de la cintura parece ser el predictor antropométrico más sencillo para el cribado de síndrome metabólico en adolescentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Lobstein T, Baur L, Uauy R, IASO International Obesity TaskForce. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* 2004;5 Suppl 1:4-104.
- Moreno LA, Sarriá A, Lázaro A, Bueno M. Dietary fat intake and body mass index in Spanish children. *Am J Clin Nutr.* 2000;72:S1399-403.

- Moreno LA, Sarriá A, Fleta J, Rodríguez G, Bueno M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragón (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24:925-31.
- Hulens M, Beunen G, Claessens AL, Lefevre J, Thomis M, Philippaerts R, et al. Trends in BMI among Belgian children, adolescents and adults from 1969 to 1996. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25:395-9.
- Heude B, Lafay L, Borys JM, Thibault N, Lommez A, Romon M, et al. Time trend in height, weight, and obesity prevalence in school children from Northern France, 1992-2000. *Diabetes Metab.* 2003;29:235-40.
- Chinn S, Rona RJ. Prevalence and trends in overweight and obesity in three cross sectional studies of British children, 1974-94. *BMJ.* 2001;322:24-6.
- Kalies H, Lenz J, Von Kries R. Prevalence of overweight and obesity and trends in body mass index in German pre-school children, 1982-1997. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:1211-7.
- Kautiainen S, Rimpelä A, Vikat A, Virtanen SM. Secular trends in overweight and obesity among Finnish adolescents in 1977-1999. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:544-52.
- Strauss RS, Pollack HA. Epidemic increase in childhood overweight, 1986-1998. *JAMA.* 2001;286:2845-8.
- Kaplan DW, Love-Osborne K. Adolescence. En: Hay Jr WW, Levin MJ, Sondheimer JM, Detering RR, editores. *Current pediatric diagnosis & treatment.* New York: McGraw-Hill; 2005. p. 102-46.
- Mamun AA, Lawlor DA, O'Callaghan MJ, Williams GM, Najman JM. Effect of body mass index changes between ages 5 and 14 on blood pressure at age 14: findings from a birth cohort study. *Hypertension.* 2005;45:1083-7.
- Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Boucharde C, et al. Combined influence of body mass index and waist circumference on coronary artery disease risk factors among children and adolescents. *Pediatrics.* 2005;115:1623-30.
- Gigante DP, Rasmussen KM, Victora CG. Pregnancy increases BMI in adolescents of a population-based birth cohort. *J Nutr.* 2005;135:74-80.
- Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Garagorri JM, Bueno M. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:S54-8.
- Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Inter-relationships among childhood BMI, childhood height, and adult obesity: The Bogalusa Heart Study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:10-6.
- Dietz WH. Periods of risk in childhood for the development of adult obesity: What do we need to learn? *J Nutr.* 1997;127:S1884-6.
- Tresaco B, Bueno G, Moreno LA, Garagorri JM, Bueno M. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents. *J Physiol Biochem.* 2003;59:217-23.
- Mustillo S, Worthman C, Erkanlin A, Keeler G, Angold A, Costello J. Obesity and psychiatric disorder: developmental trajectories. *Pediatrics.* 2003;111:851-9.
- Deforche B, Lefevre J, De Bourdeaudhuij I, Hills AP, Duquet W, Bouckaert J. Physical fitness and physical activity in obese and non-obese Flemish youth. *Obes Res.* 2003;11:434-41.
- Must A. Does overweight in childhood have an impact on adult health? *Nutr Rev.* 2003;61:139-42.
- Must A, Strauss RS. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1999;23 Suppl 2:S2-11.
- World Health Organization. Nutrition [citado 30 Ene 2005]. Disponible en: <http://www.who.int/nut/>
- Carnell S, Edwards C, Brooker H, Boniface D, Wardle J. Parental perceptions of overweight in 3-5 year olds. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2005;29:395-7.
- Jeffery AN, Voss LD, Metcalf BS, Alba S, Wilkin TJ. Parents' awareness of overweight in themselves and their children: cross sectional study within a cohort (EarlyBird21). *BMJ.* 2005;330:23-4.
- Maynard LM, Galuska DA, Blanck HM, Serdula MK. Maternal perceptions of weight status of children. *Pediatrics.* 2003;111:1226-31.
- Etelson D, Brand DA, Patrick PA, Shirali A. Childhood obesity: do parents recognize this health risk? *Obes Res.* 2003;11:1362-8.
- Baughcum AE, Chamberlin LA, Deeks CM, Powers SW, Whitaker RC. Maternal perceptions of overweight preschool children. *Pediatrics.* 2000;106:1380-6.
- Wake M, Salmon L, Waters E, Wright M, Hesketh K. Parent-reported health status of overweight and obese Australian primary school children: a cross-sectional population survey. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:717-24.
- Young-Hyman D, Herman LJ, Scott DL, Schlundt DG. Care giver perception of children's obesity-related health risk: a study of African American families. *Obes Res.* 2000;8:241-8.
- Estrategia NAOS. Invertir la tendencia de la obesidad. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Ministerio de Sanidad y Consumo; 2005.
- Vizmanos B, Martí-Henneberg C. Puberty begins with a characteristic subcutaneous body fat mass in each sex. *Eur J Clin Nutr.* 2000;54:203-8.

32. Taylor RW, Gold E, Manning P, Goulding A. Gender differences in body fat content are present well before puberty. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1997;21:1082-4.
33. Daniels SR, Arnett DK, Eckel R, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents. Pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation.* 2005;111:1999-2012.
34. Reilly JJ, Wilson M, Summerbell CD, Wilson DC. Childhood obesity: evidence-based answers to common clinical questions: results of a systematic review. *Arch Dis Child.* 2002;86:392-5.
35. Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Stewart L, et al. Health consequences of obesity: systematic review. *Arch Dis Childhood.* 2003;88:748-52.
36. National Health and Medical Research Council, Clinical Practice Guidelines for the Management of Overweight and Obesity in Adults. Canberra: NHMRC; 2003. Disponible en: <http://www.health.gov.au>
37. Addressing childhood obesity: the evidence for action; 2004. Disponible en: www.caphc.org/partnershipobesity.html
38. Barlow SE, Dietz WH. Obesity evaluation and treatment: Expert Committee Recommendations. *Pediatrics.* 1998;102:e29.
39. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000;320:1240-5.
40. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Body mass index reference curves for the UK, 1990. *Arch Dis Child.* 1995;73:25-9.
41. Robinson TN. Defining obesity in children and adolescents: clinical approaches. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1993;33:313-20.
42. Himes JH, Dietz WH. Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. The Expert Committee on Clinical Guidelines for Overweight in Adolescent Preventive Services. *Am J Clin Nutr.* 1994;59:307-16.
43. Poskitt EM. Defining childhood obesity: the relative body mass index (BMI). European Childhood Obesity group. *Acta Paediatr.* 1995;84:961-3.
44. Prentice AM. Body mass index standards for children, are useful for clinicians but not yet for epidemiologists. *BMJ.* 1998;317:1401-2.
45. De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:650-8.
46. Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr.* 1999;70:S123-5.
47. Kuczmarski RJ, Flegal KM. Criteria for definition of overweight in transition: background and recommendations for the United States. *Am J Clin Nutr.* 2000;72:1074-81.
48. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:971-7.
49. Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics.* 2001;107:344-50.
50. Sarriá A, García-Llop LA, Moreno LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M. Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52:573-6.
51. Daniels SR, Khourey 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;99:804-7.
52. 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;132:204-10.
53. Lindsay RS, Hanson RL, Roumain J, Ravussin E, Knowler WC, Tataranni PA. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationships to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86:4061-7.
54. 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;70:1090-5.
55. Sarriá 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;90:387-92.
56. Koplan JP, Liverman CT, Kraak VI; Committee on Prevention of Obesity in Children and Youth. Preventing childhood obesity: health in the alliance: executive summary. *J Am Diet Assoc.* 2005;105:131-8.
57. De Onis M. The use of anthropometry in the prevention of childhood overweight and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28 Suppl 3:S81-5.
58. Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P. Epidemiología de la obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). En: Serra Majem L, Aranceta Bartrina J, editores. Barcelona: Masson; 2001. p. 81-108.
59. Vignerová J, Lhotská I, Bláha P. Proposed standard definition for child overweight and obesity. *Cent Eur J Public Health.* 2001;9:145-6.
60. Rolland-Cachera MF, Castetbon K, Arnault N, Bellisle F, Romano MC, Lehingue Y, et al. Body mass index in 7-9-y-old French children: frequency of obesity, overweight and thinness. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:1610-6.
61. Kain J, Uauy R, Vio F, Albala C. Trends in overweight and obesity prevalence in Chilean children: comparison of three definitions. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56:200-4.
62. Fu WPC, Lee HC, Ng CJ, Tay Y-KD, Kau CY, Seow CJ, et al. Screening for childhood obesity: international vs population-specific definitions. Which is more appropriate? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003;27:1121-6.
63. Wang Y. Epidemiology of childhood obesity-methodological aspects and guidelines: what is new? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28 Suppl 3:S21-8.
64. Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM; The ALSPAC Study Team. Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24:1623-7.
65. World Health Education. An evaluation of infant growth. Geneva: WHO; 1994; NUT/94;8.
66. Garza C, De Onis M. A new international growth reference for young children. *Am J Clin Nutr.* 1999;70:S169-72.
67. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85 and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr.* 1991;53:839-46.
68. 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;145:259-63.
69. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data.* 2000;81:1-27.
70. Committee on Nutrition of the American Academy of Pediatrics. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics.* 2003;112:424-30.
71. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, et al. Utility of childhood BMI in the prediction of adulthood disease: comparison of national and international references. *Obes Res.* 2005;13:1106-15.
72. Tremblay MS, Katzmarzyk PT, Willms JD. Temporal trends in overweight and obesity in Canada, 1981-1996. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:538-43.
73. Tremblay MS, Willms JD. Secular trends in the body mass index of Canadian children. *CMAJ.* 2000;163:1429-33.
74. Troiano RP, Flegal KM. Overweight children and adolescents: Description, epidemiology, and demographics. *Pediatrics.* 1998;101:S497-504.
75. Troiano RP, Flegal KM. Overweight prevalence among youth in the United States: Why so many different numbers? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1999;23:S22-7.
76. Flegal KM, Ogden CL, Wei R, Kuczmarski RL, Johnson C. Prevalence of overweight in US children: comparison of US growth charts from the Centers for Disease Control and Prevention with other reference values for body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2001;73:1086-93.
77. Jolliffe D. Extent of overweight among US children and adolescents from 1971 to 2000. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:4-9.
78. Ogden CL, Flegal KM, Carroll MD, Johnson CL. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *JAMA.* 2002;288:1728-32.
79. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC Growth Charts: United States Advance Data from Vital and Health Statistics, no. 314. Atlanta: National Center for Health Statistics; 2000.
80. Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, Fundación Faustino Orbeago. Madrid: Garsi; 1988. p. 1-32.
81. Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempé M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A. Body mass index variations: centiles from birth to 87 years. *Eur J Clin Nutr.* 1991;45:13-21.
82. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F. Définition actuelle et évolution de la fréquence de l'obésité chez l'enfant. *Cah Nutr Diét.* 2001;36:108-12.
83. Cacciari E, Milani S, Balsamo A, Dammacco F, De Luca F, Chiarelli F, et al. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6-20 y). *Eur J Clin Nutr.* 2002;56:171-80.
84. Zimmermann MB, Hess SY, Hurrell RF. A national study of the prevalence of overweight and obesity in 6-12 y-old Swiss children: body mass index, body-weight perceptions and goals. *Eur J Clin Nutr.* 2000;54:568-72.
85. Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). *Med Clin (Barc).* 2003;121:725-32.
86. Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao C, Fernández-Ramos C, Lizárraga A, et al. Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal). Bilbao: Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, Fundación Faustino Orbeago Eizaguirre; 2004. p. 1-31.
87. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). Management of obesity in children and young people. A national clinical guideline. Edinburgh: SIGN No. 69, 2003;1-23 [citado 4 Nov 2003]. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk>.

88. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotiou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24:1453-8.
89. Flodmark CE, Lissau I, Moreno LA, Pietrobelli A, Widhalm K. New insights into the field of children and adolescents obesity: the European perspective. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:1189-96.
90. Lissau I, Overpeck MD, Ruan WJ, Due P, Holstein BE. Body Mass Index and overweight in adolescents in 13 european countries, Israel and the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2004;158:27-33.
91. Moreno LA, Fleta J, Mur L, Feja C, Sarria A, Bueno M. Indices of body fat distribution in Spanish children aged 4.0 to 14.9 years. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1997;25:175-81.
92. Moreno LA, Pineda I, Rodríguez G, Fleta J, Sarria A, Bueno M. Waist circumference for the screening of the metabolic syndrome in children. *Acta Paediatr.* 2002;91:1307-12.
93. Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarria A, et al; the AVENA Study Group. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition.* 2003;19:481-6.
94. González-Gross M, Castillo MJ, Moreno LA, Nova E, González-Lamuño D, Pérez-Lamas F, et al; the 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.
95. Maffei C, Grezzani A, Pietrobelli A, Provera S, Tato L. Does waist circumference predict fat gain in children? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25:978-83.
96. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thickness to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 1999;69:308-17.
97. Maffei C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tato L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res.* 2001;9:179-87.
98. 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;34:394-9.
99. 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;362:951-7.
100. Ferguson MA, Gutin B, Owens S, Litaker M, Tracy RP, Allison J. Fat distribution and hemostatic measures in obese children. *Am J Clin Nutr.* 1998;67:1136-40.
101. Pietrobelli A, Tatò L. Body composition measurements: from the past to the future. *Acta Paediatr Suppl.* 2005;94:8-13.
102. Fernandez JR, Pietrobelli A, Redden DT, Allison DB. Waist circumference percentile in nationally representative samples of black, white and Hispanic children. *J Pediatr.* 2004;145:439-44.
103. Weststrate JA, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. *Am J Clin Nutr.* 1989;50:1104-15.
104. 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;57:764-9.
105. 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;76:1416-21.
106. World Health Organisation. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva: World Health Organisation; 1998.
107. Williams DP, Going SB, Lohman TG, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health.* 1992;82:358-63.
108. Dwyer T, Blizzard CL. Defining obesity in children by biological endpoint rather than population distribution. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1996;20:472-80.
109. Mueller WH, Harrit RB, Doyle SR, Labarthe DR. Percentiles of body composition from bioelectrical impedance and body measurements in U.S. adolescents 8-17 years old: Project HeartBeat! *Am J Hum Biol.* 2004;16:135-50.
110. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:978-85.
111. Neovius MG, Linne YM, Barkeling BS, Rossner SO. Sensitivity and specificity of classification systems for fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:597-603.
112. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:453-67.
113. Parker L, Reilly JJ, Slater C, Wells JCK, Pitsiladis Y. Validity of six field and laboratory methods for measurement of body composition in boys. *Obes Res.* 2003;11:852-8.
114. Wang ZM, Deurenberg P, Guo SS, Pietrobelli A, Wang J, Pierson RN, et al. Six-compartment body composition model: inter-method comparisons of total body fat measurement. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1998;22:329-37.
115. Shen W, Liu H, Punyanitya M, Chen J, Heymsfield SB. Pediatric obesity phenotyping by magnetic resonance methods. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005;8:595-601.
116. Veldhuis JD, Roemmich JN, Richmond EJ, Rogol AD, Lovejoy JC, Sheffield-Moore M, et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty. *Endocr Rev.* 2005;26:114-46.
117. Goran MI, Nagy TR, Treuth MS, Trowbridge C, Dezenberg C, McGloin A, et al. Visceral fat in white and African American prepubertal children. *Am J Clin Nutr.* 1997;65:1703-8.
118. Goran MI, Bergman RN, Gower BA. Influence of total versus visceral fat on insulin action and secretion in African American and white children. *Obes Res.* 2001;9:423-31.
119. Brambilla P, Manzoni P, Sironi S, Simone P, Del Maschio A, Di Nattale B, et al. Peripheral and abdominal adiposity in childhood obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1994;18:795-800.
120. Owens S, Gutin B, Ferguson M, Allison J, Karp W, Le NA. Visceral adipose tissue and cardiovascular risk factors in obese children. *J Pediatr.* 1998;133:41-5.
121. Roemmich JN, Clark PA, Berr SS, Mai V, Mantzoros CS, Flier JS, et al. Gender differences in leptin levels during puberty are related to the subcutaneous fat depot and sex steroids. *Am J Physiol.* 1998;275:E543-51.
122. De Ridder CM, De Boer RW, Seidell JC, Nieuwenhoff CM, Jeneson JA, Bakker CJ, et al. Body fat distribution in pubertal girls quantified by magnetic resonance imaging. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1992;16:443-9.