

## Mesa Redonda: El tejido adiposo como glándula endocrina. Obesidad y síndrome metabólico

### Valoración estado nutricional del obeso: estimación de la masa grasa

M.J. MARTÍNEZ SOPENA, M. PAZ REDONDO DEL RÍO, M. ALONSO FRANCH

*Departamento de Pediatría. Hospital Clínico de Valladolid*

#### INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica, que tiene mucha complejidad en su instauración y evolución y sobre la que repercuten numerosos factores. Suele iniciarse en la infancia y la adolescencia y en su origen inicial participa una acción combinada entre la genética recibida y el ambiente en el que se desarrolla el individuo.

La definición estricta de obesidad se refiere a la existencia de un exceso acumulado de grasa corporal, que se presenta como resultado de un balance positivo sostenido de energía, originado a su vez por un desequilibrio permanente entre la ingesta alimenticia y el gasto energético.

Más de mil millones de personas en el mundo tienen sobrepeso y aproximadamente unos 300 millones de los mismos se pueden considerar obesos. Son las cifras inmensas que maneja la Organización Mundial de la Salud (OMS) y que sirven de auténtico alarido a gobiernos e instituciones para que se den por informados de la auténtica epidemia en curso para todo un siglo: el XXI (MANSON 2003; IOFT 2002). América del Norte y la Unión Europea lideran las cifras de prevalencia de sobrepeso y obesidad estimándose que no menos de 135 millones de ciudadanos europeos tienen sobrepeso y que en algunos países de la Unión se puede considerar hasta un 50% de población afectada.

Si hablamos de datos evolutivos, las cifras son demoledoras. La obesidad de los adultos estadounidenses ha pasa-

do desde un 15% al final de los 80 hasta el 31% del año 2000: más del doble. Pero el problema se extiende cuando consideramos el sobrepeso: 6 de cada 10 americanos con edades entre los 20 y 74 presentan en la actualidad sobrepeso (FELGAL, 2002). Entre los países de la Unión Europea existe mayor exceso de peso en los países mediterráneos y del este de Europa, en comparación con los países del norte y centro-oeste europeo.

En España, el estudio SEEDO'00 (SEEDO 2000) informa de la existencia de obesidad en el 14,5% de los adultos españoles (13,4% en varones, 15,8% en mujeres), duplicándose las cifras de 1987 (7,7%). Las variaciones interregionales son importantes. En efecto, los varones y mujeres (entre 25 y 60 años) del Noroeste de la península (21,5% y 21,7% respectivamente) son más obesos en relación con los pobladores de la región Centro (9,3% sexo masculino, 13,8% sexo femenino). Los valores se encuentran alejados de los americanos, pero la sobrecarga ponderal en general, sumando obesos e individuos con sobrepeso es de un 58,9% en varones y de 46,8% en mujeres (Aranceta, 2003). Si tomamos datos del Ministerio de Sanidad que comparan cifras de 1987 con 1997, la prevalencia de sobrepeso sumada a obesidad pasa de 35,6% a 40,9% en las mujeres y de 47,1% a 56,2% en los varones: ¡entre 5 y 9 puntos de ganancia en 10 años! El análisis de estos datos permite situar la prevalencia de obesidad española, en un punto intermedio entre los países del norte de Europa, Francia y Japón, que presentan las proporciones

© 2006 Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.1/es/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción por cualquier medio para fines no comerciales, siempre que se cite el trabajo original.

de obesos mas bajas y USA y los países del este europeo, que tienen las cifras superiores.

La obesidad, es por otra parte, el trastorno nutricional y metabólico mas frecuente de los niños y adolescentes de los países industrializados (Brundred 2001, Ebbeling 2002), afectando de forma aproximada a 1 de cada 6 niños a nivel europeo (Ioft, 2002). En el Reino Unido, los niños de la etapa preescolar han doblado prácticamente la prevalencia de obesidad en el transcurso de la década de los 90. En lo que atañe a Estados Unidos, la prevalencia de obesidad en niños y adolescentes ha sufrido un cambio espectacular, todavía superior al de los adultos, entre 1991-2001: antes de los 6 años, cifras del 10%; 15,3% entre 6-11 años y 15,5% entre los 12 y 19 años, con una distribución muy parecida por sexos.

En 1984 se realizó en España un muestreo para sentar la prevalencia de obesidad en una población de más de 4000 niños distribuidos por regiones geográficas que se corresponden aproximadamente con las diversas Autonomías actuales. La cifra global obtenida era de 4,9% de obesidad entre los 6 y 14 años con valores regionales desde el máximo de 7,2% para la llamada región Norte al mínimo de 2,9 que correspondía a Andalucía. El estudio enKid (Serra, ARANCETA 2001), realizado bastantes años mas tarde, con sujetos de 2 a 24 años y muestra total de 3.534 individuos, obtiene prevalencias muy superiores al efectuar una distribución cuasi idéntica regional. Aunque existen pequeñas diferencias entre la metodología de ambos estudios, las cifras comparativas son concluyentes. La ganancia de 12,7 puntos es máxima en la región andaluza, aunque Canarias, que no fue estudiada particularmente en el PAIDOS '84, presenta cifras del 18%. Pero las cosas no quedan ahí. Si consideramos además la frecuencia de sobrepeso, en niños y jóvenes adultos del estudio enKid por regiones (es decir percentil de IMC superior al 85 con relación a la edad respectiva), la alarma salta con sonido mas intenso incluso: los valores medios españoles de sobrepeso en niños y adolescentes son del 26,3%. La distribución es muy diferente por Comunidades. Nada menos que un 32,8% de los canarios, 29,4% de los andaluces, 27,5% de los ciudadanos de la llamada región Centro, 25,2% de los levantinos, 25% de la región Norte en general o 21,8% del Noroeste (Aragón, Cataluña y Baleares), tienen sobrepeso u obesidad. Por otra parte, las cifras globales de obesidad en el estudio enKid no están muy lejos de las americanas de 2000; incluso por grupos de

edad, en algunos de los tramos, nuestros niños o adolescentes ganan a los americanos.

Esta introducción general sobre prevalencia de obesidad y los potestativos pacientes de consultas pediátricas, sirve para poner el acento justo en la necesidad perentoria de estandarizar pautas clínicas precisas para efectuar una valoración nutricional adecuada de la obesidad en estos tramos de edad. A los pediatras nos competen tareas de prevención, diagnóstico, tratamiento e incluso de detección de eventuales complicaciones. Todas ellas reposan sobre la adecuada valoración del estado nutricional, y en particular sobre la estimación precisa de la masa grasa de los sujetos implicados. Desafortunadamente, el exceso de grasa corporal acumulada, básico para la definición de obesidad, no queda bien perfilado en muchos de los pacientes catalogados de obesos.

## VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

Los pasos evolutivos para efectuar una adecuada valoración del estado nutricional se encuentran resumidos en la Tabla I. Es obvio que el apartado de la valoración de la composición corporal corresponde en la mayoría de las circunstancias a especialistas en el estudio de la obesidad, pero también es bien cierto que el pediatra general no apura en su implicación con los pacientes obesos todas las posibilidades diagnósticas. Debe documentarse una **historia clínico-nutricional completa**, sentando la configuración del proceso de obesidad que afecta al paciente, con datos precisos de la evolución en la alimentación, conducta alimentaria, hábitos así como elementos que permitan juzgar la actividad física evolutiva; en muchas ocasiones, la información que consta en la historia del paciente en el Centro de Salud es mas completa que la que son capaces de transmitir loa padres a un especialista. En segundo lugar, la **historia dietética** valora la dieta, hábitos y comportamiento alimentario actuales y si bien la aplicación de los métodos directos, con valoración pormenorizada de macro y micronutrientes, se escapan de su ámbito, no es menos cierto que pueden efectuarse de forma simple, encuestas recuerdo de 24 horas, listados de alimentos de frecuencia/consumo semanales, o de alimentos preferidos/rechazados así como encuestas prospectivas.

TABLA I. VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

**1. Historia clínico-nutricional**

- Antecedentes familiares
- Antecedentes personales
- Proceso actual: evolución de la alimentación, conducta alimentaria, hábitos y patrones de actividad física

**2. Historia dietética**

Valoración actual de la dieta, hábitos y comportamiento alimentario

*Métodos indirectos*

Encuesta recuerdo 24 horas  
Listado de frecuencia/consumo  
Alimentos preferidos/rechazados  
Encuesta prospectiva

*Métodos directos*

Pesada de alimentos  
Pesada de alimentos y análisis químico

**3. Exploración física****4. Valoración antropométrica***Método*

- Curvas de peso ideal para una talla concreta
- Peso relativo

$$\frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Peso ideal para talla (kg)}} \times 100$$

- Índice de Masa Corporal (IMC)

$$\frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Talla}^2 \text{ (m)}}$$

- Pliegues tríceps y subescapular

*Criterio diagnóstico*

> **Percentil 90**

> 120%: normalidad

120-130%: Obesidad grado I

130-140%: Obesidad grado II

140-150%: Obesidad grado III

> 150%: Obesidad grado IV

> Percentil 85: Sobrepeso

> Percentil 95: Obesidad

> Percentil 85: Sobrepeso

> Percentil 95: Obesidad

**5. Analítica nutricional**

Parámetros hematológicos y urinarios

Marcadores bioquímicos e indicadores proteicos

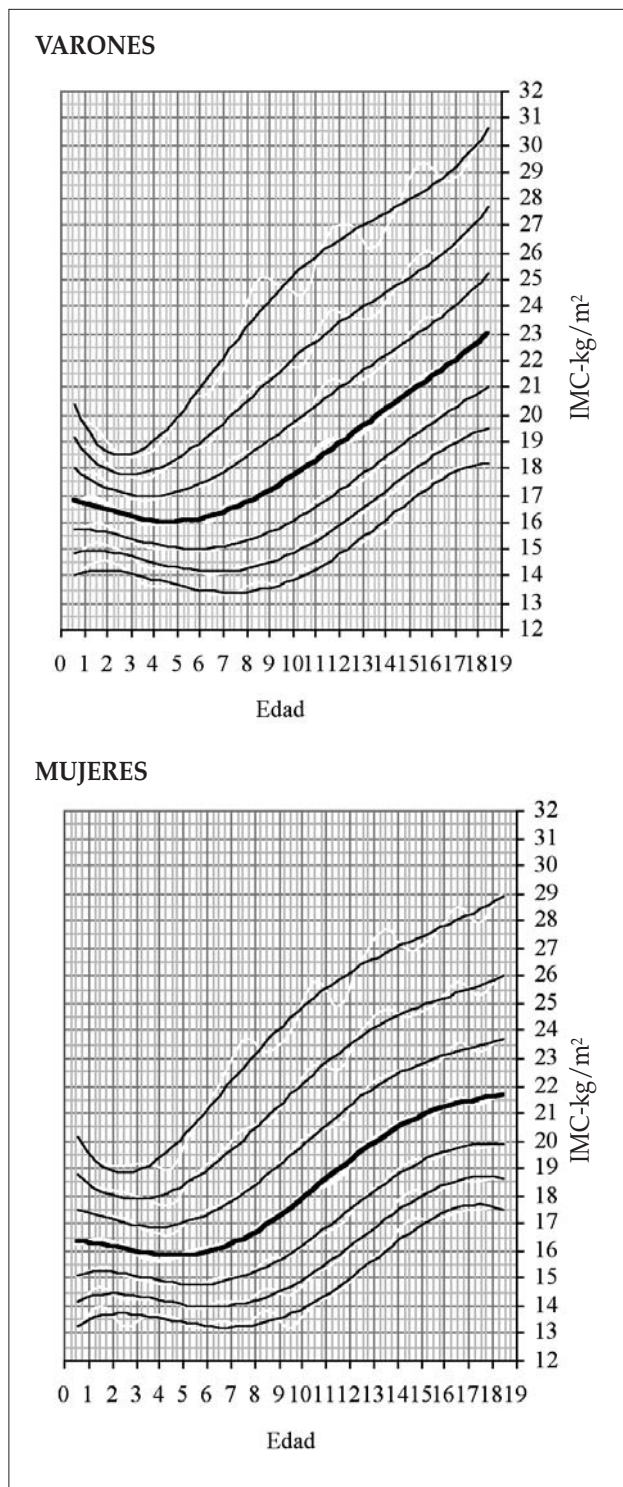
Perfil lipídico, minerales, oligoelementos y vitaminas

**6. Valoración composición corporal**

En cuanto a la **exploración física**, evidenciar ante la familia que existen una serie de signos relacionados con la malnutrición "por exceso" es un buen punto de partida que permite abundar sobre la concienciación del problema. Así hay que objetivar, el aumento del tejido celular subcutáneo, los depósitos grasos localizados (raíz de miembros, caderas...), las estrías blancas o purpúreas, dismi-

nución de los sonidos respiratorios, ginecomastia, eventual hipertensión arterial, o cambios en la estática del tronco, que se ven acompañados en muchas ocasiones de genu valgo y pies planos.

La **valoración antropométrica** en el obeso adulto parte del Índice de Masa Corporal (IMC), aceptándose que puntuaciones superiores a 30 del cociente peso (kg)/talla<sup>2</sup> (m)



**Figura 1.** Gráficas de Índice de Masa Corporal (IMC) en percentiles (3, 10, 25, 50, 75, 90, 97) en relación con la edad (0-19 años) (Suavizada). Estudio transversal de Castilla y León: varones y mujeres.

marcan el límite de obesidad, mientras que los sujetos comprendidos entre 25 y 30 de IMC, constituyen la franja denominada sobrepeso. Según la SEEDO (SEEDO, 2000) el sobrepeso grado I estaría comprendido entre 25 y 26,9 de IMC, mientras que el sobrepeso grado II (entre 27 y 29,9 de IMC) se considera con el apelativo de preobesidad. Por otra parte, obesidad tipo I abarca los IMC entre 30-34,9 kg/m<sup>2</sup>; obesidad tipo II, entre 35-39,9 y obesidad tipo III (mórbida), entre 40-49,9, dejando la nominación de obesidad tipo IV (severa) para los sujetos con IMC superior a 50.

No existe un consenso tan amplio para definir obesidad en el niño o en el adolescente y no es de extrañar si uno se pone delante de las curvas de IMC hasta los 18 años (Fig. 1). El IMC que va a permanecer estable para toda la vida de un adulto, sufre notables cambios durante la infancia: asciende rápidamente desde el nacimiento hasta el primer año de vida, para caer después hasta la época del rebrote adiposo de los 5-6 años, a partir de la que se va ampliando hasta la pubertad. Por encima del percentil 85 de IMC de una determinada edad de un niño, decimos que se encuentra afecto de sobrepeso, mientras que si su situación es superior al percentil 95 de IMC para su edad, aceptamos que es obeso. Esta situación del IMC, podría coincidir respectivamente con los percentiles 85 (sobrepeso) y 95 (obesidad) de la medida de los pliegues tricipital o subescapular, relacionados asimismo con el sexo y las edades evolutivas.

El uso de las gráficas que relacionan una talla y un peso concretos y el concepto de peso relativo, que permite diferenciar grados de obesidad no ofrecen dificultades para el pediatra, así como la práctica de la analítica nutricional básica.

De forma reciente Cole y cols. han efectuado un trabajo novedoso que con una muestra internacional intenta salvar los inconvenientes derivados de la variación del IMC durante la infancia (Cole, 2000). Con una muestra de 200.000 niños de 0 a 18 años pertenecientes a seis estudios transversales efectuados en Brasil, Inglaterra, Hong-Kong, Holanda, Singapur y Estados Unidos, deducen el punto de corte por edad y sexo que se corresponde a un IMC de 25 y 30 a los 18 años. Trazan una curva evolutiva del IMC correspondiente a 25 y del IMC correspondiente a 30 entre los 2 y 18 años de edad. El intento es válido para hacer confluir los estudios a nivel mundial, aunque sin embargo los estudios nacionales siguen

TABLA II. SOBREPESO (IMC &gt; 25) Y LA OBESIDAD (IMC &gt; 30) (COLE 2000)

Edad (años)	IMC: 25 kg/m <sup>2</sup>		IMC: 30 kg/m <sup>2</sup>	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
2	18,4	18,0	20,1	20,1
2,5	18,1	17,8	19,8	19,5
3	17,9	17,6	19,6	19,4
3,5	17,7	17,4	19,4	19,2
4	17,6	17,3	19,3	19,1
4,5	17,5	17,2	19,3	19,1
5	17,4	17,1	19,3	19,2
5,5	17,5	17,2	19,5	19,3
6	17,6	17,3	19,8	19,7
6,5	17,7	17,5	20,2	20,1
7	17,9	17,8	20,6	20,5
7,5	18,2	18,0	21,1	21,0
8	18,4	18,3	21,6	21,6
8,5	18,7	18,7	22,2	22,2
9	19,1	19,1	22,8	22,8
9,5	19,5	19,5	23,4	23,5
10	19,8	19,9	24,0	24,1
10,5	20,2	20,3	24,6	24,8
11	20,6	20,7	25,1	25,4
11,5	20,9	21,2	25,6	26,1
12	21,2	21,7	26,0	26,7
12,5	21,6	22,1	26,4	27,2
13	21,9	22,6	26,8	27,8
13,5	22,3	23,0	27,2	28,2
14	22,6	23,3	27,6	28,6
14,5	23,0	23,7	28,0	28,9
15	23,3	23,9	28,3	29,1
15,5	23,6	24,2	28,6	29,3
16	23,9	24,4	28,9	29,4
16,5	24,2	24,5	29,1	29,6
17	24,5	24,7	29,4	29,7
17,5	24,7	24,8	29,7	29,8
18	25,0	25,0	30,0	30,0

teniendo predicamento, puesto que incorporan de manera cercana las características antropométricas de una determinada población con la que deben compararse en definitiva los individuos (Tabla II).

#### ESTIMACION DE LA MASA GRASA

El último apartado de la Tabla I, la valoración de la composición corporal es trascendente en el obeso a la hora de estimar de forma fiel la masa grasa que realmente presenta. Y es que aunque se admite que el IMC presenta una buena

correlación con la cantidad de grasa total del organismo adulto ( Keys 1972, Black 1983), la relación no es tan buena en el caso de los niños y adolescentes, ni tampoco en poblaciones de razas no blancas. Desde luego, la relación entre el IMC y la masa grasa no es lineal, por lo que no puede usarse el IMC como marcador de masa grasa, especialmente en niños y adolescentes. Si consideramos que la obesidad se define por la existencia de un aumento de masa grasa de forma patológica con relación a la masa magra, pero también como la situación en la que el almacenamiento de grasa se acompaña de riesgos importantes para la salud, estamos manejando dos tipos de conceptos. Según el primero de ellos, debemos dilucidar quien tiene masa grasa incrementada en relación a la población normal de su misma edad y sexo; con relación al segundo, debemos vaticinar en la población infantil y juvenil, la posible existencia en la mayoría de los casos en la etapa adulta, de las complicaciones inherentes al acúmulo patológico de tejido adiposo.

Las dificultades para la ejecución e interpretación de los datos estimatorios de la masa grasa en los niños y adolescentes son importantes. Por la propia evolución del parámetro y por la aplicación en estas edades de las metodologías al uso. En efecto, el cuerpo humano tiene al nacer aproximadamente un 12% de masa grasa, que es una cantidad superior a la de cualquier otro mamífero, a excepción de la ballena. Desde el período neonatal, el tejido adiposo aumenta de forma rápida hasta alcanzar un máximo en torno al 25% hacia los seis meses de vida, momento en el que comienza a declinar hasta el período prepuberal. La adolescencia marca una etapa de cambio importante en la composición corporal, con la aceleración del crecimiento en longitud y un aumento de la masa corporal total, que presenta diferencias marcadas según el sexo en cuanto a cronología e intensidad. Hay que recordar que las niñas, en torno a los 10 años de edad, han alcanzado ya un 84% de su estatura adulta, mientras que los niños tan solo el 78%; al propio tiempo y si hablamos de peso corporal los varones tienen el 55% de su peso adulto y las niñas el 59%. Estas últimas por lo tanto, con una perspectiva de menos estatura que ganar, deben incorporar prácticamente el mismo porcentaje de peso que los chicos; no en vano son las hembras de la especie y precisan depósitos de energía mas extensos para perpetuarse, aproximadamente un 120% más grasa corporal total antes de la primera regla. La traducción clínica de los depósitos se perfila



en el ensanchamiento de las caderas, mientras que el incremento de la masa magra del varón lo hace en la cintura escapular, ya que a su vez, entre los 10 y 20 años va a incrementar su masa corporal libre de grasa en unos 35 kg por término medio. Para la mujer, en el mismo periodo, la masa magra sólo se incrementa en la mitad, unos 18 kg.

Durante la etapa adulta y hablando de individuos normales, la masa grasa tiende a aumentar entre los 40 y 50 años, tanto en varones como en mujeres, prosiguiendo el incremento hasta los 70-75 años y modificando su distribución en el organismo. Está demostrado que a pesar del incremento de la grasa corporal total, la suma de las mediciones de los pliegues cutáneos permanece bastante constante en el sujeto normal, por lo que se deduce que al envejecer la persona, la grasa se acumula en áreas distintas del tejido adiposo. Con relación a la masa magra, llega a su punto álgido a los 30 años del varón y las mujeres mantienen la suya aproximadamente hasta los 50 años, que es cuando comienza a descender, aunque de forma más lenta que en sexo masculino. Por su parte, el descenso de la masa ósea se produce a partir de los 30-35 años, modificado en las féminas por la menopausia. Finalmente, hay que preciar que el contenido en agua de la composición corporal viene a representar un 70% en un adulto joven, pudiendo llegar a ser del 50% con la evolución de la edad, al perder masa magra.

Es indudable que el análisis de la composición corporal permite conocer las proporciones de los distintos constituyentes del cuerpo humano al paso que constituye el eje central de la valoración del estado nutricional, de la monitorización de pacientes con malnutrición crónica por exceso y del diagnóstico y tipificación del riesgo asociado a la obesidad. Podemos estudiar la CC en diferentes niveles: atómico, molecular, celular, tejidos-sustancias, todo el cuerpo... (Remesar, 2002). En cada nivel pueden utilizarse distintas técnicas de medida. El estudio de la composición corporal en el nivel molecular puede hacerse agrupando las moléculas que comparten diversas características en compartimentos separados, dando lugar a distintos modelos compartimentales: desde dos compartimentos, masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) o de modo alternativo, masa grasa (MG) y masa magra (MM) hasta seis compartimentos. Es evidente que los modelos multicompartimentales poseen claras ventajas frente a los bicompartimentales, pero por su progresiva dificultad y costo son empleados funda-

mentalmente en investigación y para sentar criterios y valores patrón.

La masa grasa (MG) tiene una densidad inferior a la masa magra (MM) -0,9 frente a 1,1- y es metabólicamente poco activa; presenta escasa hidratación (13%), frente a un componente hídrico del 73% en el caso de la MM. Su componente lipídico es muy elevado (83%), como cabría esperar y apenas contiene proteínas (3%); el 50% de la misma tiene localización subcutánea. La masa magra contiene la masa mineral, ósea y no ósea, así como la masa proteica, visceral y muscular.

Con el análisis clásico de cadáveres, utilizado para sentar el conocimiento básico de la composición corporal, se obtienen cinco componentes principales: grasa, agua corporal total, minerales óseos, minerales no óseos y proteínas ya que el glucógeno se determina con dificultad debido a su poco peso y su rápida desaparición postmortem. El fundamento de las técnicas de análisis de composición corporal "in vivo" reside en la medición de alguna propiedad, componente del cuerpo humano o combinación de ambos, en un organismo en equilibrio que después se relacionan matemáticamente con otro componente corporal que interesa conocer pero que no puede medirse directamente.

Vamos a pasar brevemente revista a un resumen de distintos métodos de medida de composición corporal, refiriéndonos exclusivamente a los que implican a los compartimentos de Masa Libre de grasa (Masa Magra, Tabla III) y de Masa Grasa (Tabla IV). Es evidente que a través de los primeros, y una vez calculada la Masa Magra, con una sencilla resta del peso corporal total, podemos asimismo conocer la Masa Grasa. Y viceversa, a través de los segundos, podemos hacer una estimación indirecta de la Masa Libre de grasa

### Metodología aplicable a la medida de la masa libre de grasa

- *Activación Neutrónica.* El sujeto a explorar debe irradiarse con neutrones, produciéndose una desestabilización de los núcleos atómicos, que emiten una radiación cuando vuelven a su estado estable. Esta radiación emitida por el organismo es característica para cada átomo. De esta forma, se puede medir el contenido total de N, Ca, C, K, Cl, P, etc. y a partir de estos resultados, pueden calcularse por ejemplo, las proteínas totales del cuerpo, masa ósea o contenido graso, con los datos de N, Ca, C, res-

TABLA III. RESUMEN DE LAS TÉCNICAS DE COMPOSICIÓN CORPORAL APLICADAS A LA MASA LIBRE DE GRASA

Compartimento	TECNICA: ¿Qué mide?	Precisión	Duración Exploración	Dificultad Técnica	Precio	Comentarios
MASA LIBRE DE GRASA	ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA Nitrógeno corporal Potasio corporal	Muy alta	30 minutos	Muy alta	Muy alto	Método de referencia a para validar y calibrar técnicas indirectas
	MÉTODOS DILUCIONALES ( <sup>2</sup> H, <sup>18</sup> O) Fluidos corporales Asume modelo bicompartimental de composición corporal	Media/alta	240 minutos	Muy alta	Alto	
	POTASIO 40: Potasio corporal total	Alta	60 minutos	Alta Precisa aislam.	Alto	
	BIOIMPEDANCIA Fluidos corporales Asume modelo bicompartimental de CC (en condiciones estables existe equilibrio entre el agua corporal y la MLG. La MLG se estima aplicando ecuaciones de predicción desarrolladas a partir de otros métodos de referencia)	Media/alta	5 minutos	Baja	Bajo	Resulta un método preciso para estimar la MLG siempre y cuando se utilicen las ecuaciones de predicción adecuadas
	TOBEC Fluidos corporales Asume modelo bicompartimental de CC. La MLG se estima aplicando ecuaciones de predicción desarrolladas a partir de otros métodos de referencia)	Media/alta	10 minutos	Baja	Muy alto	

pectivamente. Es una técnica cara, que exige unas instalaciones especiales y se reserva exclusivamente para la investigación.

- *Métodos dilucionales o isotópicos: Agua corporal total (ACT).* Las técnicas dilucionales emplean fundamentalmente

trazadores isotópicos: deuterio, tritio, bromo y <sup>018</sup>O. El trazador se administra por vía oral o intravenosa y tras un periodo de distribución por el organismo, se obtienen muestras de sangre y orina para determinar el isótopo por diferentes técnicas analíticas (cromatografía de

**TABLA IV.** RESUMEN DE LAS TÉCNICAS DE COMPOSICIÓN CORPORAL APLICADAS A LA MASA GRASA TOTAL Y REGIONAL

COMPARTIMENTO	TECNICA: ¿Qué mide?	Precisión	Duración Exploración	Dificultad Técnica	Precio	Comentarios
<b>MASA GRASA TOTAL</b>	ACTIVACION NEUTRONICA Carbono corporal (basado en que los triglicéridos contienen alta cantidad de C, de modo que la medida de este, proporciona una estimación indirecta de la grasa corporal)	Muy alta	30 minutos	Muy alta	Elevado	Método de referencia para validar y calibrar técnicas indirectas
	DENSITOMETRIA HIDROSTATICA Densidad corporal	Alta	20 minutos	Alta	Alto	Considerado como método de referencia
	DEXA: Masa Grasa	Alta	20 minutos	Alta	Alto	
	PLIEGUES CUTÁNEOS Grasa subcutánea en determinadas localizaciones anatómicas (la grasa corporal total se estima a través de ecuaciones obtenidas en estudios de referencia)	Baja	5-10 minutos	Alta	Bajo	
<b>MASA GRASA REGIONAL</b>	TC: MG en segmentos corporales	Alta	30 minutos	Muy alta	Alto	Método de referencia para validar otras técnicas
	ECOGRAFIA (US) Espesor tejido adiposo subcutáneo localizado	Baja	10 minutos	Media	Medio	
	PLIEGUES CUTANEOS Grasa Subcutánea	Baja	5-10 minutos	Alta	Bajo	
	CIRCUNFERENCIAS COCIENTES	Baja	5 minutos	Baja	Bajo	Grasa visceral



gases, resonancia nuclear magnética, espectrometría por infrarrojos, etc.). Como se conoce la cantidad administrada de isótopo, puede deducirse el agua corporal total, a partir de la que se estima la MLG según la ecuación:  $MLG = 1,37 \times ACT$ .

En pediatría sólo se usan deuterio y  $^{18}O$  que no son radiactivos. Sus principales limitaciones derivan de considerar a la MG totalmente anhidra (que no lo es) y que el grado de hidratación de la MLG varía en función de parámetros fisiológicos (edad y sexo) y patológicos (tipo de enfermedad o situación clínica).

- *Potasio corporal total (PCT)*. El  $K40$  es un isótopo radiactivo natural que emite espontáneamente una radiación gamma medible. El isótopo representa una fracción fija del potasio corporal total y, como el potasio se localiza casi exclusivamente en la MLG con una concentración constante, podemos estimar la MLG con su medida (Breton, 1997). Es una técnica de investigación, excepcionalmente utilizada en niños.
- *Análisis de la impedancia corporal o bioimpedancia eléctrica (BIA)*. Mide la oposición de los tejidos corporales al paso de una corriente eléctrica (impedancia corporal), una propiedad que depende fundamentalmente de su contenido hidroelectrolítico. La MLG, que contiene la mayoría de fluidos y electrolitos corporales, es un buen conductor eléctrico (baja impedancia), mientras que la grasa actúa como un aislante (alta impedancia). La medida de la impedancia corporal proporciona una estimación directa del ACT y permite estimar también la MLG y la MG (Foster, 1996). La corriente eléctrica suele ser de 800 A; la primera generación de aparatos introducía una corriente de 50 Khz. (monofrecuencia), apareciendo con posterioridad los multifrecuencia (entre 1 y 50 Khz.). A bajas frecuencias (1-5) la corriente atraviesa mal las membranas celulares, por lo que esta técnica valora mal el agua intracelular. En cambio las frecuencias altas atraviesan las membranas y pueden dar una mejor representación del ACT, en sus componentes intra y extracelular.

La BIA es un método preciso para determinar el volumen de los fluidos corporales y la MLG en pacientes estables y en sujetos sanos, siempre y cuando las ecuaciones de predicción utilizadas se adecuen a la población estudiada. Como inconveniente, la técnica es muy sensible

a cambios bruscos en el contenido hídrico del organismo (retención hídrica o deshidratación) lo que puede inducir a errores importantes en la estimación de los compartimentos corporales. Entre sus ventajas cabe destacar su bajo precio, fácil transporte, inocuidad, sencillez de manejo y baja variabilidad inter observador, así como precio reducido. Sin embargo, la capacidad para predecir la composición corporal depende de la ecuación escogida y, por tanto, no puede asumirse la aplicabilidad en general de todas las ecuaciones (FERNANDEZ, 2000) (Tabla V).

- *Conductividad eléctrica corporal total (TOBEC)*. Se fundamenta en las propiedades del organismo para conducir electricidad. Debe introducirse al paciente en un contenedor cilíndrico en el que existe un campo magnético generado por una corriente eléctrica. La presencia del cuerpo en este campo magnético produce una variación de la impedancia, por la corriente inducida, respecto a la que existía cuando el contenedor estaba vacío. Esta corriente inducida se cuantifica a través de ecuaciones obtenidas por comparación con técnicas de referencia, estimándose la MG y la MLG. Es una técnica rápida, sencilla, segura y no invasiva y puede identificar pequeños cambios en la composición corporal. Tiene inconvenientes claros, porque es cara y no transportable. Ha sido poco utilizada en niños.
- *Estimación indirecta de masa magra a través de la densitometría y los pliegues cutáneos*

#### Metodología aplicable a la medida de la Masa Grasa

- *Activación neutrónica*. Aplica en este caso la tecnología del método al carbono corporal, ya que los triglicéridos contienen alta cantidad de este elemento, por lo que la medida de este, proporciona una estimación indirecta de la grasa corporal. La dificultad técnica es muy elevada, así como el costo, por lo que se considera un método de referencia para validar y calibrar las técnicas indirectas y fundamentar las ecuaciones de cálculo.
- *Densitometría por inmersión (pesada hidrostática)*. Es uno de los métodos de referencia más básicos para determinar la composición corporal (Remesar, 2002). Se basa en estimar la MG y la MLG a partir de la densidad corpo-

**TABLA V. ECUACIONES RECOMENDADAS PARA PREDECIR LA MASA MAGRA**

Investigador	n	Edad	Método referencia	Ecuación
Lukaski		18-50 años	Densidad corporal (Brozek)	$0,756(T^2/R)+0,110(P)+0,107X-5,463$
Gray	Mujeres	19-74	Siri	$0,00108(T^2)-0,02090R++0,23199P-0,06777Edad+14,59753$
Gray	Hombres	19-74	Siri	$0,00132(T^2)-0,04394R+0,30520P-0,16760Edad+22,66827$
Deurenberg	166 niños y niñas	7-15	Siri	$406(T^2/R)+0,360P+5,580T+0,56sexo-6,48$
Deurenberg	666 hombres y mujeres	16-83	Siri	$0,340(T^2/R)+15,34T+0,273P-0,127Edad+4,65sexo-12,44$
Houtkooper		10-19	Multicompart.	$0,61(T^2/R)+0,25P+1,31$
Lohman	153 varones 153 mujeres	18-30	Densidad corporal	$0,485(T^2/R)+0,338P+5,32$ $0,475(T^2/R)+0,295P+5,49$

*T = altura; R = resistencia; P = peso; X = reactancia.*

ral (densidad corporal = peso/volumen corporal) mediante la medida del volumen corporal medido según el principio de Arquímedes; de la densidad de la grasa y de la MLG (ambas consideradas constantes). Consiste en la inmersión completa del sujeto en un tanque lleno de agua mientras se encuentra suspendido en una balanza para determinar su peso hidrostático después de haber realizado una espiración máxima. Es una técnica compleja, que precisa de instalaciones adecuadas y gran colaboración por parte del sujeto, lo que impide su utilización en los niños más pequeños. Su uso se reserva para centros de investigación. Han podido desarrollar ecuaciones predictoras de la densidad corporal, distribuidas por edades utilizando la antropometría y en particular, los pliegues cutáneos (4 pliegues bicipital, tricipital, suprailíaco y subescapular) (Durnin 1967, 1974, Deurenberg, 1995).

#### **Ecuaciones de Brook**

Niños de 1 a 11 años  $D = 1,1690 - 0,0788 \log \_ \text{pliegues}$

Niñas de 1 a 11 años  $D = 1,2063 - 0,0999 \log \_ \text{pliegues}$

#### **Ecuaciones de Durnin y Womersley**

Niños de 12 a 16 años  $D = 1,1533 - 0,0643 \log \_ \text{pliegues}$

Niñas 12 a 16 años  $D = 1,1369 - 0,0598 \log \_ \text{pliegues}$

Varones de 17 a 19 años  $D = 1,1620 - 0,0630 \log \_ \text{pliegues}$

Mujeres de 17 a 19 años  $D = 1,1549 - 0,0678 \log \_ \text{pliegues}$

Varones de 20-29 años  $D = 1,1631 - 0,0632 \log \_ \text{pliegues}$

Mujeres de 20-29 años  $D = 1,1599 - 0,0717 \log \_ \text{pliegues}$

#### **Ecuaciones de Deurenberg y Weststrate**

Niños de 2-18 años

$DC = [1.1315 + 0.0018(\text{edad}-2)] - [0.0719 - \{0.0006(\text{edad}-2) \log \_ \text{pliegues}\}]$

Niñas de 2-10 años

$DC = [1.1315 + 0.0004(\text{edad}-2)] - [0.0719 - \{0.0003(\text{edad}-2) \log \_ \text{pliegues}\}]$

Niñas de 11-18 años

$DC = [1.1350 + 0.0031(\text{edad}-2)] - [0.0719 - \{0.0003(\text{edad}-2) \log \_ \text{pliegues}\}]$

A través de la Densidad corporal y utilizando el modelo bicompartimental, Siri y Brozek han desarrollado ecuaciones

ciones predictoras del porcentaje corporal de Masa Grasa, que son ampliamente utilizadas (Siri, 1956, Brozek, 1963, Wang, 1989):

#### Ecuación de Siri

$$\%MG = [(4,95/D)-4,5]100$$

#### Ecuación de Brozek

$$\%MG = [(4,57/D)-4,142]100$$

En el caso de la etapa pediátrica, se perfilan de forma mas adecuada los términos invariables de la ecuación teniendo en cuenta la edad y el sexo (Tabla V). Para niños existen menos tablas de referencia ó ecuaciones que relacionen la densidad corporal con el porcentaje de masa grasa, que en el adulto. Las razones son evidentes: por una parte es muy difícil obtener medidas de densidad corporal en niños menores de 8 años y por otra, el supuesto de que la densidad de la masa magra es prácticamente constante es probablemente sólo válido en adultos, no en niños.

- *Absorciometría de rayos X de dos energías (DEXA)*. Emplea un tubo de rayos X como fuente de fotones. La DEXA permite distinguir entre masa ósea (cortical y trabecular), MLG no ósea y MG. Su uso principal, no obstante, ha sido la medida de la masa ósea. Existen varios fabricantes (Hologic, Lunar, Norland) con diferentes modelos y diferente software de análisis de los datos de la atenuación de los rayos X; los datos de los diferentes modelos pueden ser distintos en un mismo individuo. El aparato es caro, aunque muchos hospitales disponen de DEXA para la valoración de la masa ósea. Es una técnica independiente del investigador, sencilla y repetible (KOHRT, 1998). Sin embargo, el aparato no es transportable lo que limita su uso.
- *Pliegues cutáneos*. La determinación de la grasa corporal a partir de la medida de los pliegues cutáneos es un método de análisis de la composición corporal no invasivo, barato y sencillo por lo que es ampliamente aceptado en clínica y en epidemiología (Durnin, 1967). Se basa por una parte en que los pliegues cutáneos en determinadas localizaciones proporcionan una adecuada descripción del tejido adiposo subcutáneo y en segundo lugar, en que existe una relación fija entre tejido adiposo subcutáneo y profundo. El primer supuesto parece

correcto en base a las fuertes correlaciones descritas entre medida de pliegues cutáneos y Masa Grasa, no así el segundo, ya que existen diferencias en la relación entre tejido adiposo subcutáneo y profundo en función de la edad y el sexo. Ya hemos visto que a partir de las medidas de los pliegues cutáneos es posible estimar la densidad corporal a través de la aplicación de ecuaciones obtenidas en estudios de referencia (15 Breton, 20 Durnin) aunque hay que manifestar que la relación entre la densidad corporal y los pliegues cutáneos también varía con la edad y el sexo. Como en adultos, las medidas de los pliegues cutáneos, nos proporcionan una estimación de la grasa subcutánea; el problema radica en relacionar esta estimación con una estimación exacta de la grasa corporal total ó con el porcentaje de masa grasa. Las medidas de los pliegues cutáneos pueden obtenerse de forma sencilla tanto en los niños como en adultos y disponemos de patrones de normalidad en un amplio rango de edad.

No hay que omitir que si bien a nivel poblacional se obtienen muy buenas correlaciones (0,8-0,9) entre las medidas de la Masa Grasa determinada por los pliegues y con otros métodos de referencia, a nivel individual pueden existir grandes diferencias en la cantidad de grasa corporal determinada.

- *Masa grasa regional*. Las técnicas de imagen pueden proporcionar datos acerca de la composición corporal, especialmente de regiones anatómicas determinadas.

La **Tomografía computerizada**, se ha utilizado para determinar la Masa Grasa y Masa Magra en determinados segmentos corporales y para diferenciar entre grasa subcutánea y grasa central a nivel troncular (Ferland, 1983). Se la considera como método de referencia de la medida de distribución del tejido adiposo para validar otras técnicas como RNM, DEXA o interactancia con infrarrojos. Su elevado coste, la irradiación y la escasa disponibilidad del aparato limitan considerablemente su uso.

Los **Ultrasonidos (ecografía)**, se han utilizado para determinar el espesor del tejido adiposo subcutáneo, pero ofrecen escasas ventajas sobre la medida de pliegues corporales con el lipocalibrador.

La **Resonancia nuclear magnética**, proporciona también imágenes corporales bidimensionales, sin usar radiación

X, ya que está basada en la energía que liberan determinados elementos como el H, Na y P que, al estar cargados eléctricamente y tener un comportamiento bipolar, se orientan de una forma concreta una vez que son sometidos a un campo magnético. También se emplea el análisis espectroscópico de las señales de RNM procedentes del organismo, en la determinación de la composición corporal y al igual que la TC es útil para valorar la grasa perivisceral (Sohlstrom,1993). Su principal inconveniente radica en el elevado coste.

Otras **medidas antropométricas** permiten aproximarnos al conocimiento de la masa grasa regional y al tipo de obesidad. Las **circunferencias de la cintura y cadera y en cociente cintura/cadera** que determinan tienen gran predicamento en la actualidad, dada la importancia que se le ha conferido del cociente cintura/cadera como indicador pronóstico de riesgo cardiovascular. Existen discrepancias entre diversos autores, relativas a los límites que separan la obesidad androide de la ginecoide tanto en la mujer como en el varón. En España, los resultados de los recientes estudios epidemiológicos aconsejan diferenciar los dos tipos de obesidad según: cociente superior a 1 y a 0,9 para varón y mujer respectivamente si catalogamos de obesidad androide y cociente inferior a 1 y a 0,9 si hablamos de obesidad ginecoide.

La medida añadida de la **circunferencia del muslo** permite sentar otro **cociente cintura/muslo**, cuyos valores normales son de 1,6 para el varón y de 1,4 para la mujer. El **diámetro sagital** (anteroposterior) del abdomen, como expresión de la cantidad de grasa abdominal, se puede conocer mediante distintos procedimientos. Puede determinarse con el sujeto en posición supina, con brazos y piernas extendidos y en condiciones de relajación, mediante el empleo de un caliper uno de cuyos extremos se sitúa debajo del sujeto, en el dorso, y el otro, sobre el abdomen a nivel umbilical. La lectura de la medición que se obtiene, debe efectuarse lo más cerca posible del final de una espiración. Aunque aún no se encuentra ampliamente validado, el conocimiento de este valor parece guardar también una relación estrecha con la aparición de las complicaciones cardiovasculares en la obesidad. No obstante para evaluar específicamente el exceso de grasa perivisceral se requieren técnicas de imagen (tomografía computarizada, resonancia magnética) y se

utiliza el **índice área grasa visceral/área grasa subcutánea abdominal (AGV/AGSc)**. Un índice superior a 0,4 define la obesidad visceral. Sólo se emplea en protocolos de investigación.

Resumiendo, en nuestra búsqueda de la metodología necesaria para estimar la Masa Grasa o la Masa Libre de Grasa, hay que decir que las técnicas más precisas (activación de neutrones y densitometría) son las de mayor complejidad técnica y mayor coste. La DEXA proporciona resultados aceptables en la determinación de la grasa corporal y los estudios isotópicos determinan bien el Agua Corporal Total. La antropometría y la impedancia ofrecen la ventaja de su disponibilidad, carácter no invasivo, bajo coste y capacidad de transporte; sin embargo, están sujetos a mayor grado de imprecisión y dependen en gran medida de las poblaciones de referencia y de las ecuaciones utilizadas. El método ideal de análisis de la composición corporal sería aquel en el que se combinaran las características de: bajo coste, realización fácil, exención de riesgos para el paciente, precisión, uso potencial tanto en estudios longitudinales como en transversales y, capaz asimismo de reflejar cambios bruscos en el sujeto estudiado.

#### PROBLEMÁTICA DE LA CATALOGACION DE OBESIDAD

Dejando la teoría y bajando al ruedo de la práctica, debemos aceptar que para la catalogación de la obesidad infantil y juvenil hay muchas de las metodologías que acabamos de describir que no son aplicables en la práctica clínica o epidemiológica, por una u otra razón. La generalización en el empleo del IMC (descrito por Quetelet en 1869) para el adulto se produjo recientemente, desde su uso en el estudio Framingham y las recomendaciones del Colegio Británico de Médicos (Black, 1983); se correlaciona adecuadamente con la masa grasa y mal con la estatura. Pero ya hemos visto las dificultades, al menos en su aplicación clínica en el caso de las etapas tempranas de la vida, en donde nos tenemos que ajustar a un sistema de percentiles relacionados con el sexo y edad y hablar de sobrepeso cuando los valores del IMC se encuentran por encima del percentil 85 correspondiente y de obesidad, cuando se sobrepase el percentil 95.

Los pliegues adiposo-cutáneos son de fácil determinación con compás o lipocalibrador, por personal entrenado. Pero sin embargo, tanto la precisión como la reproductibilidad de la medición de los pliegues cutáneos son bajas en relación con otros métodos empleados en la valoración de la composición corporal. El pliegue tricípital, en particular, ha sido extensamente empleado en estudios clínico-epidemiológicos de obesidad infantil y como todos los demás se encuentra sujeto a un sistema percentilado según sexo y edad.

En la clínica diaria, la aplicación de la medida de la Masa Magra y por ende de la Masa Grasa por bioimpedancia no ofrece excesivas dificultades técnicas. Aplicando las ecuaciones convenientes según la población estudiada, la edad y el sexo se obtienen datos precisos sobre ambos parámetros.

En la encrucijada para encontrar una forma de aunar criterios de catalogación de la obesidad que puedan ser precisos, pero a la vez factibles, podemos hacernos una serie de reflexiones. El IMC es de su uso obligado para estudios epidemiológicos y para el abordaje inicial. Pero una cosa es que reconozcamos que es imposible practicar estudios mas informativos de la masa grasa estricta de los individuos y que no quede mas remedio que utilizar el IMC y otra que perdamos el norte de la definición de obesidad como acumulo de grasa en el organismo. Es lícito probablemente catalogar de obeso a aquél individuo que tiene un percentil superior al 95 del IMC y de afecto de sobrepeso al que presenta un IMC superior al percentil 85 correspondiente a su edad. Pero pueden existir variaciones individuales que no recoge el método.

La masa magra pesa más que la masa grasa y en los niños y adolescentes con musculatura bien desarrollada, favorecida por su genética y el ejercicio, podemos encontrarnos con situaciones de IMC superior al percentil 95 y una masa grasa dentro de límites normales para su edad y sexo. Los casos que se separan no son uno ni dos y deben tenerse en cuenta. Es más complicado medir los pliegues cutáneos o hacer una bioimpedancia pero en la atención especializada del paciente potestativamente obeso es obvio que la catalogación y la vigilancia del tratamiento, no puede reducirse al control del IMC. Hay una frontera sin empalizadas, una tierra de nadie, que mezcla el sobrepeso y la obesidad dependiendo del criterio diagnóstico. ¿Estamos catalogando como obesos a niños y adolescentes que no lo son? ...¿Dejamos

Pliegue Tricípital	Índice de Masa Corporal		
	Percentil < 85	Percentil 85-95	Percentil > 95
PT < P95	99,3%	86%	45,4%
PT > P95	0,7%	14%	54,6%

Pliegue Tricípital	Índice de Masa Corporal		
	Percentil < 85	Percentil 85-95	Percentil > 95
PT < P85	93,3%	45,4%	13,8%
PT 85-95	6%	40,6%	31,7%
PT > P95	0,7%	14%	54,6%

**Figura 2.** Interpretación por intervalos de percentiles de los datos de IMC y pliegue tricípital de una muestra de 5.126 niños y niñas con edades comprendidas entre 0 y 18 años.

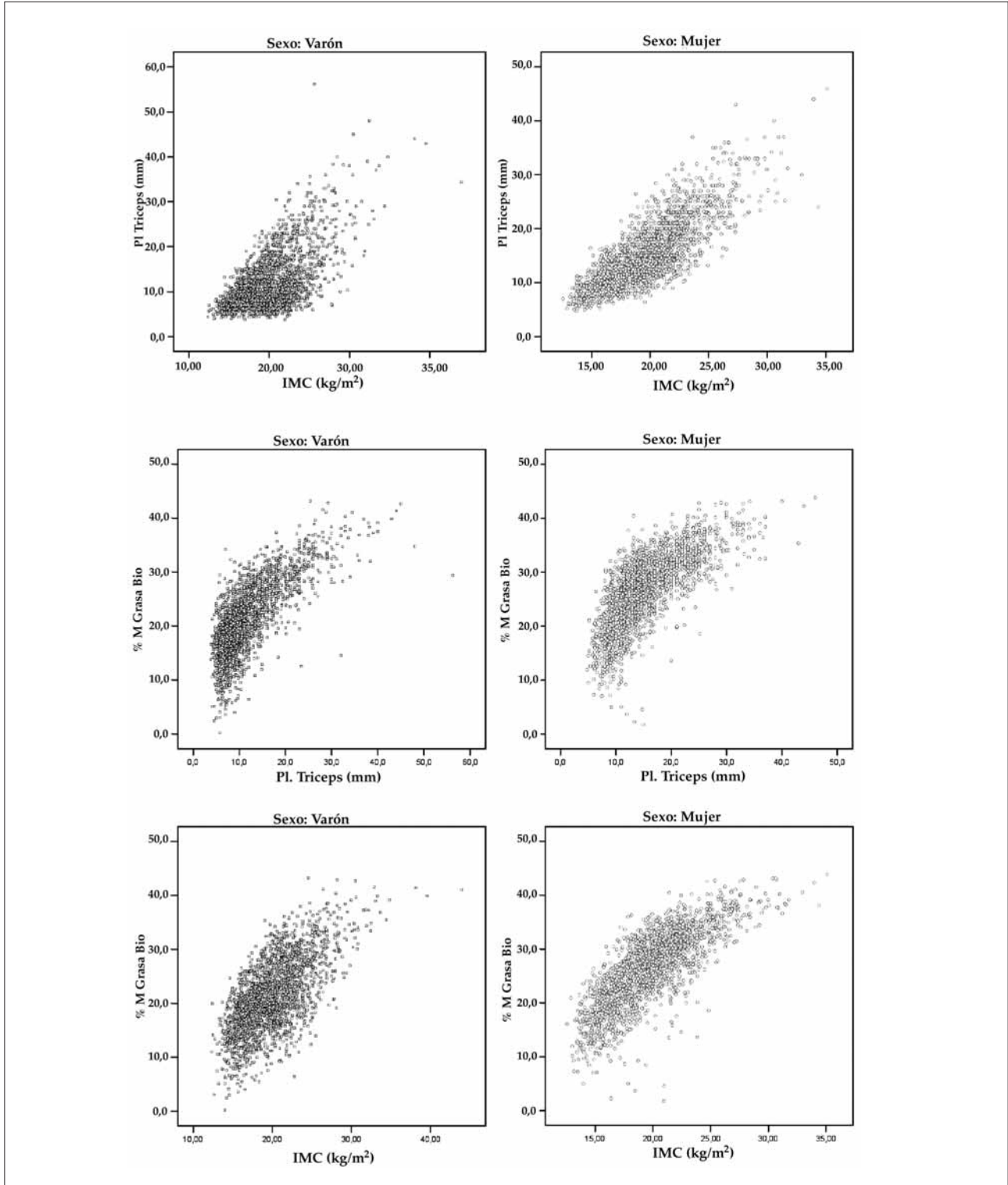
de considerar obesos a otros que por el contrario lo son? Posiblemente, y empleando el IMC en exclusiva, la respuesta sea afirmativa para las dos cuestiones como veremos por nuestros propios datos.

De la muestra de 5.126 niños (0-18 años: 2635 niños y 2491 niñas) del Estudio Nutricional de Castilla y León, hemos obtenido los datos individuales de peso, talla, IMC percentilado y pliegues cutáneos asimismo percentilados (tricípital, subescapular, bicipital y suprailiaco). La masa grasa ha sido calculada por antropometría (estimando la densidad corporal a partir de las ecuaciones de Durnin y Rahman y el porcentaje de grasa con la fórmula de Siri) y por bioimpedancia, merced a un impedanciómetro monofrecuencia RJL-System-101A que proporciona las medidas de resistencia y reactancia. Para pasar los datos eléctricos a variables de composición corporal, utilizamos diversas ecuaciones de predicción desarrolladas en grupos de semejante edad, fundamentalmente la de Houtkooper. Utilizamos el SPSS 12.0 para la descripción de las variables, práctica de tablas de contingencia, correlación de Pearson y gráficos de dispersión.

Como puede comprobarse en la Figura 2, existe una concordancia adecuada entre el IMC y el pliegue tricípital en los sujetos con IMC y pliegue < percentil 95 en los dos casos.

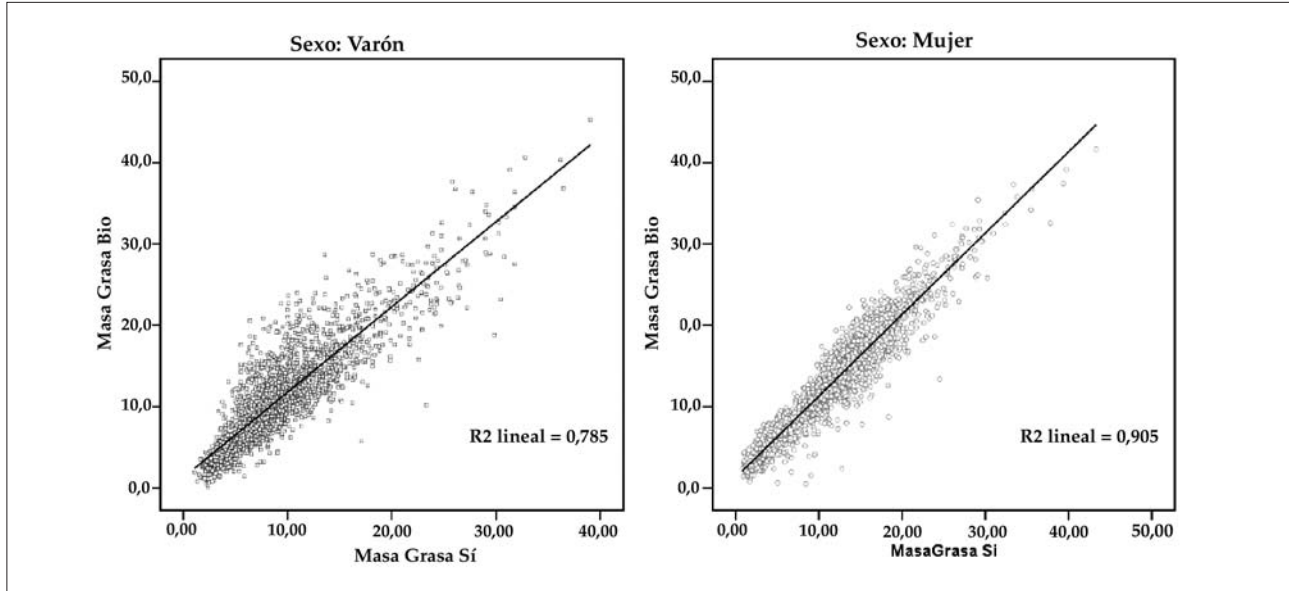
En la categoría de sobrepeso por el IMC (percentiles entre 85 y 95), un 14% de los individuos presentan un pliegue tri-





**Figura 3.** Correlaciones distribuidas según sexo entre Pliegue del triceps/IMC, %MG por bioimpedancia/Pliegue del triceps y %MG por bioimpedancia/IMC en una muestra de 5126 niños entre 0 y 18 años.





**Figura 4.** Correlación entre Masa Grasa medida por bioimpedancia y Masa Grasa según Ecuación de Siri (Cálculo de Masa grasa a través de la Densidad Corporal, contemplando 4 pliegues)-

capital superior al Percentil 95: ¿son supuestos obesos no detectados como tales por el IMC? Por otra parte, la consideración de obeso por el IMC (Percentil > 95) no se refrenda con un percentil > 95 del pliegue Tricipital mas que en un 54,6% de los casos: ¿el pliegue tricipital aislado no informa de manera suficiente?

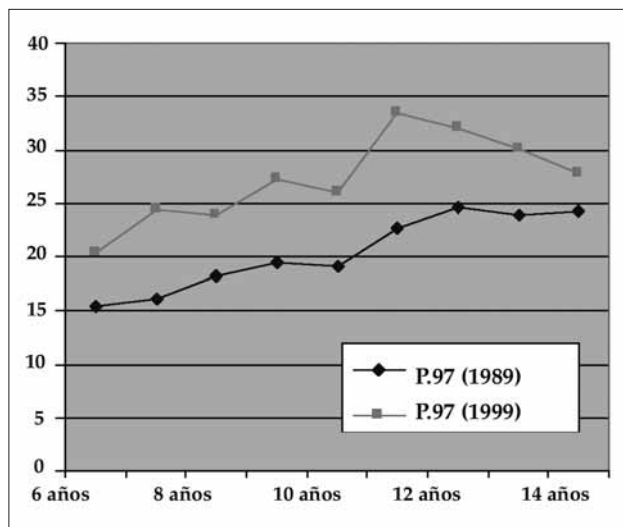
Intentando ahondar mas en el conocimiento de lo que realmente sucede en esta muestra amplia, desglosamos los valores del pliegue tricipital (percentil < 85; percentil entre 85-95; percentil > 95) y recuperamos en la franja fronteriza, como se muestra en la Figura, un 31,7%. Sin embargo se mantiene un 13,8% de los sujetos con catalogación de obesos por el IMC que no son reconocidos como tales por el pliegue tricipital. En las gráficas de dispersión (Fig. 3) se aprecia no obstante la relación existente entre IMC y pliegue del triceps, que es superior en las niñas ( $p < 0,01$  en ambos con  $R^2$  de 0,620 frente a 0,804).

Hemos efectuado la aplicación de las ecuaciones predictoras de Masa Grasa y Masa Magra a los datos de la bioimpedancia, tan solo a partir de los 5 años de edad. La relación existente entre el pliegue del triceps y el porcentaje de Masa Grasa por bioimpedancia es similar para ambos sexos ( $R^2$  de 0,745 para varones y 0,730 para mujeres). Por

otra parte, la relación entre IMC y el mismo porcentaje de Masa Grasa es superior en el caso del sexo femenino ( $R^2$  0,659 frente a 0,786). Los datos gráficos siguen representándose en la Figura 3.

Destacamos la correlación muy elevada entre la Masa Grasa medida a través de métodos antropométricos (pliegues generando el dato de densidad corporal y aplicación de la ecuación de Siri) y a través de la bioimpedancia ( $R^2$  0,886, varones y 0,951, mujeres) que puede comprobarse en la Figura 4.

De los datos reseñados, podríamos concluir que el IMC y el pliegue tricipital, usados aisladamente, no catalogan de forma precisa la obesidad. Existen grandes dificultades en la etapa pediátrica, hasta los 18 años del individuo, para catalogar la obesidad de forma concreta e inequívoca. El IMC, los pliegues, la bioimpedancia... Probablemente, esta última, como método sencillo, no costoso ni invasivo y fiel, deba extenderse en su uso en las consultas pediátricas. Consultas pediátricas generales que deben implicarse de forma superior en la atención de esta auténtica epidemia del siglo XXI, perfectamente documentada en su progresión como enfermedad crónica en los niños y adolescentes españoles, como sucede en todos los países del mundo occidental. Pro-



**Figura 5.** Cambios en una década del Pliegue tricípital (mm): Percentil 97 del pliegue tricípital (mm) en los varones de estudios nutricionales efectuados en Castilla y León en 1989 y 1999.

bablemente podamos divagar sobre lo que es ser exactamente obeso y sobre las equivalencias con la obesidad del adulto, pero no tenemos mucho tiempo por la dimensión del problema a escala mundial y en nuestro medio. Para que no les quede ninguna duda sobre la trascendencia del asunto, sólo hay que comprobar los datos gráficos de la Figura 5. Los varones de los estudios nutricionales que hemos efectuado en Castilla y León en 1989 (muestra: 3.100) y 1999 (muestra: 5.126) –las mujeres tienen una situación similar–, experimentan un incremento notable del pliegue tricípital en el intervalo de tiempo señalado. Es una verdad inequívoca: parámetro de masa grasa, idéntica población, mismo tipo de elección de muestra, diez años tan solo de por medio.

Toda esta profusión de datos, cifras, percentiles y estudios diferentes es para intentar dejar clara una evidencia: si de forma evolutiva, transcurridos unos años se vuelven a sentar los límites de la obesidad por un sistema de percentiles de la población de niños existente en un momento concreto, lo tenemos claro. Iremos aumentando las cotas del IMC, del pliegue tricípital, o de los datos de bioimpedancia y los niños y adolescentes que son obesos ahora, dejarían de serlo si vivieran dentro de 10 años. Les acabo de demostrar que algunos de nuestros obesos de 1989 no lo son con los patrones de 1999. Practicaríamos una “boterización” (es una licencia, de Botero, el pintor) evolutiva de la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aranceta J, Pérez C, Serra LL et als: Prevalencia de la obesidad en España: estudio SEEDO '97. *Med Clin (Barc)* 1998; **111**: 441-5.
2. Aranceta J, Pérez-Rodrigo C, Serra LL, et al (Grupo Colaborativo para el Estudio de la Obesidad en España): Prevalencia de la obesidad en España: Resultados del estudio SEEDO 2000. *Med Clin* 2003; **120**: 608-12.
3. Black W. Obesity: a report of the Royal Collage of Physicians. *J Royal Coll Phys London* 1983; **17**: 5-64.
4. Breton I, de la Cuerda C, García Peris P et al. Técnicas de composición corporal en el estudio de la obesidad. En Moreno B, Moneiro S, Alvarez J eds. *Obesidad. Presente y futuro*. Madrid: Aula Médica, 1997. p. 35-49.
5. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci* 1963; **110**: 113-40.
6. Brundred P, Kilchener D, Buchan I. Prevalence of overweight and obese children between 1989 and 1998: Population based series of cross sectional studies. *BMJ* 2001; **322**: 326-8.
7. Bueno Sánchez M, Bueno Lozano G, Moreno Aznar LA et al. Epidemiología de la obesidad en los países desarrollados. En Serra Majem L, Aranceta Bartrina, eds. *Obesidad Infantil y juvenil*. Barcelona: Masson, 2001.
8. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal K, et al. Establishing a Standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; **320**: 1240-3.
9. Deuremberg P, Schutz Y. Body composition: overview of methods and future directions of research. *Ann Nutr Metab* 1995; **64**: 3-9
10. Durnin JVGA, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr* 1967; **21**: 681-9.
11. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; **32**: 77-97.
12. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002; **360**: 473-82.
13. Ferland M, Moorjani s, Nadeau A et al. Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women. Association with body density and anthropometric measurements. *Br J Nutr* 1989; **61**: 139-48.
14. Fernández López JA, Alemany M, Remesar X: Discordancias en la aplicación de sistemas comerciales de medida de la grasa corporal mediante impedancia bipolar. *Endocrinología* 2000; **47**: 73-6.
15. Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL et al. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *JAMA* 2002; **288**: 1723-7.

16. Foster KR, Lukaski HC. Whole-body impedance- what does it measure? *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 388S-396S.
17. Internacional Obesity Task Force (IOTF) and European Association for the Study of Obesity in Europe (EASO). Obesity in Europe. The Case for action. London 2002.
18. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ et al. Indices of relative weight and obesity. *J Chron Dis* 1972; 25: 329-43.
19. Kohrt WM. Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *J Appl Physiol* 1998; 84: 372-7.
20. Sohlstrom A, Wahlund LO, Forsum E. Adipose-tissue distribution as assessed by magnetic-resonance-imaging and total-body fat by magnetic-resonance-imaging, underwater weighing, and body-water dilution in healthy women. *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 830-8.
21. Manson JE, Bassuk SS. Obesity in the United States. A fresh look at its high toll. *JAMA* 2003; 289 (2): 229-30.
22. Paidós '84. Estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil. Paidós '84. Madrid: Gráficas Jogamar, 1985.
23. Remesar Betloch X, Fernández López JA, Alemany Lamana M. El cuerpo humano: estudio del tejido adiposo. En Técnicas y Métodos de investigación en nutrición humana. Alberto Mijan. Barcelona: Glosa, 2002; 9:199-217.
24. Serra L, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P. Epidemiología de la obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio EnKid (1998-2000). En Obesidad Infantil y juvenil. Serra y Aranceta Eds. Madrid: Masson, 2001. p. 81-108.
25. Serra Majem L, Aranceta Bartrina J. Obesidad infantil y juvenil. Estudio enKid. Barcelona: Ed Masson, 2001.
26. Siri WE: Gross composition of the body. En Advances in biological and medical physics. Lawrence JH, Cornelius AT, eds. New York: Academic Press, 195. p. 239-80.
27. Sociedad española para el estudio de la Obesidad (SEEDO). Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)* 2000; 115: 587-97.
28. Wang J, Heymsfield SB, Aulet M et al: Body fat from body density underwater weighing versus dual photon absorptiometry. *Am J Physiol* 1989; 256: E829-E834.