

Quiénes son los obesos? Composición corporal y definición del riesgo asociado al sobrepeso y obesidad

Dra Claudia Filozof

La obesidad podría definirse como “un exceso de grasa corporal cuya magnitud y distribución originan un riesgo para la salud” (1). En los casos extremos, su diagnóstico es obvio visualmente. Sin embargo, para muchos otros pacientes se hacen necesario ciertos “criterios diagnósticos”. Otro punto a considerar es la localización de este exceso de grasa. Existen diferencias evidentes en la distribución de la grasa entre hombres y mujeres. Por ejemplo: las mujeres tienden a depositar la grasa principalmente en muslos y glúteos, y los hombres, principalmente alrededor de la cintura. Estas diferencias en la distribución de la grasa por sexo, han llevado a las denominaciones de: obesidad abdominal, androide o superior y obesidad ginoide, inferior o femoro-glútea. Sin embargo, estos tipos de distribución pueden ocurrir en ambos sexos (2).

A pesar de que generalmente los términos obesidad y sobrepeso se usan como sinónimos, estrictamente, el sobrepeso se refiere a un exceso de peso corporal, lo que incluye todos los tejidos, tales como grasa, hueso y músculo además del agua corporal. Obesidad se refiere específicamente a un exceso de grasa. Es posible tener sobrepeso sin ser obeso, como es el caso de ciertos atletas que tienen grandes cantidades de masa muscular.

El exceso de grasa corporal puede distribuirse en todo el organismo o concentrarse en zonas específicas. En base a esta distribución, Bouchard describió por lo menos, cuatro fenotipos diferentes (3):

- exceso de grasa corporal total
- exceso de grasa subcutánea abdominal

- exceso de grasa visceral profunda abdominal
- exceso de grasa subcutánea femoro-glútea

Estos fenotipos presentan características fisiopatológicas y patogénicas distintas y diferentes complicaciones asociadas.

Los métodos de valoración de la composición corporal permiten distinguir los distintos compartimientos del organismo. Se han desarrollado mucho en los últimos 25 años. Sin embargo, aún existe confusión en la denominación de los compartimientos. Un modelo que intenta clarificar a este respecto, fue el descrito por Wang y Heymsfield: el modelo de los 5 niveles (4).

Composición corporal: El modelo de los 5 niveles

El estudio de la composición corporal se ha desarrollado en forma creciente en los últimos años. Los primeros estudios datan de hace más de 100 años, pero sigue siendo aún, un área de activa investigación en las ciencias básicas y clínicas.

La información sobre la composición corporal fue creciendo tan rápidamente en la última década que casi supera los conocimientos de la biología humana misma.

Mucha de esta información está catalogada ahora como técnica o biológica. La primera incluye los métodos clásicos y los más modernos de valoración de composición corporal. La biológica comprende la información de cómo el crecimiento, el desarrollo, embarazo, lactancia, edad, la actividad física y la enfermedad influyen sobre la composición corporal (4).

Existen relaciones no sólo entre distintos componentes de un mismo nivel, sino entre los diversos niveles de composición corporal.

Por ej: $ACT/MLG = 0.732$

Siendo: ACT: agua corporal total y MLG: masa libre de grasa

Otro tema controvertido incluye la terminología; por ej. MLG (masa libre de grasa) MLL (masa libre de lípidos) y MM (masa magra) son iguales o diferentes compartimientos?

La falta de claridad en la definición para los distintos componentes del organismo humano (niveles y componentes de composición corporal) presenta como consecuencia muchos errores evidentes en las publicaciones de los modelos de composición corporal, ya sea por superposición u omisión, de algunos componentes.

Por lo tanto, resulta necesario consolidar una tercera categoría en la investigación de composición corporal: los “niveles” de composición corporal y sus reglas de organización.

Niveles de organización

Se pueden distinguir 5 niveles, a saber: Corporal total, Tisular, Celular Molecular y Atómico (5). Cada uno incluye componentes definidos que abarcan todo el peso corporal (ver fig.1).

Nivel corporal total

En este nivel es en donde se diferencia la persona humana. Se refiere a tamaño, forma y características externas y físicas. Se describen 10 medidas en este nivel (ver tabla 1).

Tabla 1: Nivel corporal

- * Talla
- * Segmentos corporales
- * Distancia entre 2 puntos (Bi-ilíaca por ej.)
- * Circunferencias
- * Pliegues

*Área de superficie corporal: se usa para estimar gasto metabólico basal y masa libre de grasa.

* Volumen corporal: se usa para calcular densidad

* Peso corporal

* Índice de masa corporal (IMC) = $\text{Peso}/\text{Talla}^2$

* Densidad corporal

Nivel tisular y de órganos

En este nivel, el peso corporal queda constituido por la suma de los tejidos: muscular + conectivo + epitelial + nervioso (tabla 2).

Tabla 2: Composición corporal en el nivel tejido- sistema para órganos y tejidos principales para un hombre de 70 kg.

TEJIDO U ORGANO	CANTIDAD	PORCENTAJE DE PESO
CORPORAL	kg	%
Músculo esquelético	28	40
Tejido adiposo		
Subcutáneo	7,5	11
Visceral	5	7,1
Intersticial	1	1,4
Marrón	1,5	2,1
Hueso	5	7,1
Sangre	5,5	7,9
Piel	2,6	3,7
Hígado	1,8	2,6
Sistema nervioso ctrl.	1,4	2

Tracto gastrointestinal	1,2	1,7
Pulmón	1	1,4

El tejido adiposo es un tipo de tejido conectivo constituido por adipocitos con fibras colágenas y elásticas, fibroblastos y capilares. El tejido adiposo incluye: subcutáneo, visceral, intersticial y tejido adiposo pardo. El 80 % de la grasa corporal es subcutánea. Sin embargo, la grasa puede ubicarse también alrededor de órganos. El tejido graso subcutáneo y el visceral pueden ser evaluados directamente por medio de la tomografía computada o la resonancia magnética nuclear.

Nivel celular

El nivel celular define al organismo vivo. Las funciones e interacciones coordinadas entre las células son centrales en el estudio de la fisiología humana tanto en el individuo sano como en el enfermo. En el nivel celular hallamos:

- células
- fluidos extracelulares
- sólidos extracelulares

Las células poseen la característica de vida incluyendo metabolismo, crecimiento y reproducción. Existen 10^{18} células que difieren en tamaño, forma, composición elemental y molecular, metabolismo y distribución. Ellas están adaptadas a funciones específicas (soporte, conducción eléctrica, contracción).

El peso corporal en el nivel celular se constituye por la suma de: célula + fluidos extracelulares + sólidos extracelulares. Los tejidos metabólicamente activos (hueso, tejido adiposo, células sanguíneas y músculo) constituyen el 75% del peso corporal.

La masa celular no es mensurable pero puede estimarse a partir del potasio corporal total (K^{+CT}) a partir del isótopo de potasio radiactivo natural: el K^{40}

Dado que el 95% del potasio se encuentra en el organismo intracelularmente, su medición provee un índice de masa celular

Nivel molecular

Este es el nivel más utilizado clínicamente. Los 11 elementos principales (nivel atómico) se unen en moléculas que forman más de 100.000 compuestos químicos. Estas moléculas aumentan en complejidad desde agua hasta ADN; es imposible medir cada uno de estos compuestos individualmente.

Los principales elementos considerados en este nivel son: agua, lípidos, proteínas, minerales y glucógeno (ver tabla 3).

Tabla 3: Composición corporal en el nivel molecular para un hombre de 70 kg.

COMPONENTE	CANTIDAD	PORCENTAJE DE PESO
CORPORAL	KG	%
Agua		
Extracelular	18	26
Intracelular	24	34
Lípidos		
No esenciales	12	17
Esenciales	1,5	2,1
Proteína	10,6	15
Minerales	3,7	5,3
Glucógeno	0,4	
Total	69,8	99,4

El agua es el elemento más abundante en el organismo; representa en condiciones normales, el 60% del peso corporal.

Los lípidos del organismo pueden clasificarse en:

- Simples (triglicéridos y ceras)
- Complejos (fosfolípidos, esfingolípidos)
- Esteroides
- Ácidos grasos
- Terpenos

Fisiológicamente podrían dividirse en:

- Esenciales (forman parte de membranas celulares): a) esfingomielina
b) fosfolípidos.
- No esenciales- triglicéridos (90% en el hombre normal).

Un error frecuente en la información sobre composición corporal es la confusión entre lípidos y grasas (triglicéridos). En el adulto, el 90% de los lípidos totales lo constituyen los triglicéridos y el 10% restante los lípidos esenciales.

Masa magra y masa libre de grasa son usados como sinónimo e incluyen glucógeno, minerales, proteínas, agua y lípidos esenciales (ver tabla 4). La masa libre de lípidos excluye a estos últimos.

Las técnicas para evaluación del nivel molecular podrían dividirse en:

- * Directas: - agua corporal total por técnicas dilucionales
- mineral óseo por absorptometría
- * Indirectas: - proteínas
- grasa

Las proteínas se estiman a partir del Nitrógeno (nivel atómico) asumiendo que todo el Nitrógeno corporal está en las proteínas y que el 16% de las proteínas es Nitrógeno. La grasa puede calcularse a partir de la densidad corporal (nivel corporal total), asumiendo que la grasa y masa libre de grasa presentan densidad constante de 0,9 y 1,1 g/cm³ respectivamente.

Tabla 4: Nivel molecular (masa libre de lípidos, masa libre de grasa y masa magra)

GLUCOGENO	Ln*	Le†	AGUA	PROT.	MINERAL
Peso corporal	X	X	X	X	X
Peso corp. seco	X	X		X	X
Masa libre lípidos			X	X	X
Masa libre grasa		X	X	X	X
Masa magra		X	X	X	X

* Ln: Lípidos no esenciales; † Le: Lípidos esenciales.

Nivel atómico

De los 106 elementos existentes en la naturaleza, casi 50 se encuentran en el organismo humano (ver tabla 5). Seis (Oxígeno, Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Calcio y Fósforo) explican más del 98% del peso corporal.

Tabla 5: Composición corporal en el nivel atómico para un hombre de 70 kg.

ELEMENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE DEL PESO
	kg	CORPORAL %
Oxígeno	43	61
Carbono	16	23
Hidrógeno	7	10
Nitrógeno	1,8	2,6
Calcio	1,0	1,4

Fósforo	0,58	0,83
Sulfato	0,14	0,20
Potasio	0,14	0,20
Sodio	0,1	0,14
Cloro	0,095	0,14
Magnesio	0,019	0,027
Total	69,874	99,537

El Oxígeno constituye más del 60%. La mayoría de ellos pueden actualmente ser medidos en vivo. El potasio, por conteo corporal total, sodio, cloro y calcio, por análisis de activación de neutrones. Estas técnicas de activación de neutrones pueden estimar casi el 98% del peso corporal de sus elementos constitutivos.

El reconocimiento de los 5 niveles permite comprender que existen aspectos no estudiados en la información sobre composición corporal y sugiere una dirección para futuras investigaciones. Por ejemplo, se sabe que distintos factores tales como crecimiento, desarrollo, senescencia, raza, sexo, estado nutricional, nivel de actividad física y la presencia de enfermedad ejercen importantes efectos sobre la composición corporal. Sin embargo, la mayor parte de los estudios enfocan sólo unos pocos componentes en uno o dos niveles, sin apreciar las conexiones entre los distintos niveles. Por ejemplo, la mayoría de los trabajos en obesidad se limitaron a evaluar cambios antropométricos (en el nivel corporal total) o alteraciones en la grasa corporal (nivel molecular). Muy pocos han investigado cómo la obesidad influye en otros niveles de composición corporal o más importante aún, los cambios coordinados que ocurren en los 5 niveles con el incremento del peso corporal.

Un error común es confundir niveles. Por ejemplo: lípidos y grasas (nivel molecular) con célula grasa (nivel celular) y tejido adiposo (nivel tisular).

Es conveniente por lo tanto, desarrollar ecuaciones para peso corporal, volumen o densidad que incluyan componentes del mismo nivel para evitar superposiciones u omisiones.

Equilibrio en composición corporal (Steady state)

El estado de **Steady state** u homeostasis dinámica existe durante un período específico de tiempo, cuando el peso corporal y la masa de distintos componentes en diversos niveles se mantiene constante.

La importancia de este equilibrio surge del hecho de que existen proporciones estables entre distintos componentes de un mismo nivel.

Por ejemplo: Masa Libre de Grasa = Agua Corporal Total/0.732

Proteínas corporales/Nitrógeno = 6,25

La importancia del "steady state" surge principalmente cuando se utilizan metodologías indirectas para la estimación de los distintos componentes, por ejemplo la grasa corporal (tabla 6)

Tabla 6. Estimación indirecta de la grasa corporal en los distintos niveles de organización

1) En el nivel atómico

$$\text{grasa} = \text{Peso corporal} - \text{potasio corporal total} / 68.1$$

2) A partir del nivel molecular

$$\text{grasa} = \text{Peso corporal} - \text{ACT} / 0.732$$

3) A partir del nivel molecular y corporal total

$$\text{grasa} = 2.057 \times \text{VC} - 0.786 \times \text{ACT} - 1.286 \times \text{Peso corporal}$$

4) A partir del nivel corporal total

$$\text{grasa} = 4.95 \times \text{VC} - 4.50 \times \text{Peso corporal}$$

$$\text{grasa} = 0.715 \times \text{Peso corporal} - 12.1 \times T^2 \text{ (m)}.$$

El contenido de grasa corporal varía ampliamente entre los individuos y es uno de los componentes más variables del organismo. Podría definirse obesidad en base al porcentaje de grasa corporal: > 25% en hombres y > 33% en mujeres (tabla 7).

Tabla 7. Criterios diagnósticos de sobrepeso y obesidad en base al porcentaje de grasa corporal en hombres y mujeres

Categoría	Grasa corporal	
	hombres	mujeres
Normal	12-20%	20-30%
Límite	21-25%	31-33%
Obesidad	>25%	>33%

Diversos métodos se usan en la práctica clínica y en la investigación para estimar la composición corporal (6). En la tabla 8 se describen estos métodos comparándolos en su costo, dificultad en su realización y en la precisión para valorar la masa grasa y la masa libre de grasa. Todos estiman indirectamente la grasa corporal, y la mayoría de ellos se utilizan sólo para investigación, dado que requieren equipos sofisticados y experiencia, personal entrenado, siendo poco prácticos en la clínica.

Tabla 8. Métodos de estimación de composición corporal

Método	costo	dificultad	precisión en la valoración	
			MLG	MG
Agua				
Deuterio	2	3	3	
Oxígeno-18	5	5	4	4
Tritio	3	3	3	3

Potasio	4	4	4	3
Creatinina	2	3	2	1
Densitometría				
Inmersión	3	4	5	5
Pletismografía	4	3	5	5
Plicometría	1	2	2	2
Circunferencia de brazo	1	3	2	2
Activación de neutrones	5	5	5	5
Absortometría	4	4	4	4
Conductividad eléctrica	5	1	4	4
Impedancia eléctrica	2	1	4	4
Tomografía computada	5	5	?	?
Ultrasonido	3	3	3	3
Interactancia Infrarroja	4	3	3	3
Resonancia Magnética	5	5	?	?

Rango de 1 a 5, escala ascendente. ?: desconocida al momento de la publicación. MLG= masa libre de grasa; MG= masa grasa. Adaptado de Lukaski HL (6)

Con criterio pedagógico, podríamos dividir los medios diagnósticos en 3 grupos:

- 1) indicadores de corpulencia o sobrepeso
- 2) Métodos clínicos de estimación de grasa corporal total y distribución (incluye los antropométricos)
- 3) Métodos de laboratorio de estimación de grasa corporal total y distribución (reservados para la investigación)

1) Indicadores de sobrepeso o corpulencia:

El sobrepeso es un exceso de peso corporal con respecto a un standard. En la tabla 9, se describen 3 técnicas para evaluar sobrepeso. La valoración de peso y talla resultan imprescindibles para cualquier índice de sobrepeso. Sus ventajas son la sencillez, el bajo costo y la rapidez. Pesar a un individuo es obtener de él un valor numérico que lo representa indudablemente en su totalidad, aunque no nos diga nada de cada una de sus partes. Ha sido siempre y es aún de gran utilidad práctica en el diagnóstico y seguimiento del obeso.

Tabla 9. Técnicas para evaluar sobrepeso

Tablas de Seguro

Peso relativo: peso actual/ peso deseable * 100

Índice de masa corporal: peso / altura ²

Los primeros índices para definir sobrepeso fueron dados por las Compañías de Seguros Norteamericanas, a través de las tablas de "peso ideal" o "peso deseable". Estas tablas, creadas por los actuarios de las Compañías de Seguro, simplemente describían la longevidad esperada, de acuerdo al peso corporal y la altura. En otras palabras, las tablas fueron creadas para ayudar a identificar riesgos de morbi-mortalidad en la población, basados en su peso corporal (7). Cabe destacar que estas tablas fueron muy cuestionadas desde su inmediata formulación y que las últimas tablas publicadas en 1983, los valores son superiores en un 10 o 15% a las tablas anteriores (8).

El peso relativo relaciona el peso actual del individuo con aquél "deseable" o ideal tomado a partir de alguna tabla (generalmente las de las Compañías de Seguros Norteamericanas). El indicador de sobrepeso más ampliamente aceptado es el índice de masa corporal (IMC) que relaciona el peso con la talla del individuo elevada al cuadrado. Este índice propuesto por Quetelet hace más de 150 años es el que más correlaciona con el porcentaje de grasa corporal. Además, es de fácil determinación y sus componentes (peso y altura) pueden ser valorados con gran precisión por la mayoría de las personas. En la tabla 10 se detalla la clasificación de sobrepeso y obesidad, con relación al índice de masa corporal

(peso/altura²) de acuerdo a los últimos criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

Tabla 10. Clasificación del sobrepeso en adultos con relación al índice de masa corporal. IOTF 1997

Clasificación	IMC (Kg/m²)	Riesgo de comorbilidad
Bajo peso	<18.5	Bajo*
Rango normal	18.5-24.9	Promedio
Sobrepeso	≥25	
Pre-obeso	25-29.9	Aumentado
Obesidad grado 1	30-34.9	Moderado
Obesidad grado 2	35-39.9	Severo
Obesidad grado 3	≥40	Muy severo

* asociado a otros trastornos.

Un aspecto a considerar en la definición de IMC ideal es el relacionado con la edad. Bray definió un IMC creciente con relación a la edad (tabla 11)

Tabla 11. Índice de masa corporal ideal por edad (Bray)

Edad	IMC (Kg/m²)
19 a 24 años	19 a 24
25 a 34 años	20 a 25
35 a 44 años	21 a 26
45 a 54 años	22 a 27
55 a 64 años	23 a 28
más de 65 años	24 a 29

2) Métodos utilizados en la práctica clínica

Distintos métodos han sido descriptos como indicadores para evaluar la composición corporal y diferenciar masa libre de grasa y masa grasa. Sus resultados se utilizan para

evaluar y controlar la evolución de muchas patologías, tanto en aspectos clínicos como epidemiológicos y de investigación.

La mayoría de ellos parten de la medición del agua corporal total y de ecuaciones que estiman la masa libre de grasa y la masa grasa a partir del agua corporal.

Antropometría

A través de la medición de pliegues, perímetros y diámetros se puede determinar la composición corporal (9).

Pliegues

La técnica de la plicometría (o medición del pliegue subcutáneo) se basa en el principio de que el espesor de la grasa debajo de la piel es una representación de la grasa total del organismo. La técnica es sencilla. Es importante separar del pliegue de piel y grasa, el músculo subyacente. A partir de la determinación del pliegue, puede estimarse el porcentaje de grasa corporal total. La medición del pliegue en varios sitios es usada en ecuaciones de predicción para estimar densidad corporal, para luego ser convertida a un valor de grasa corporal. Esta técnica ha mostrado una buena correlación con el método patrón: la hidrodensitometría. La precisión de esta técnica depende principalmente del entrenamiento y práctica de quien la realiza.

Preparación para una medición exacta

Antes de tomar los pliegues, se deben considerar las siguientes recomendaciones para asegurarse la mayor exactitud de los resultados.

- 1- Se debe tener suficiente práctica antes de realizar la medición. Tome mediciones una por vez en diferentes lugares en sentido rotacional. Repetir las mediciones en cada sitio.
- 2- Ser cuidadoso de utilizar las marcas anatómicas apropiadas para cada localización.

3- Si se está haciendo valoraciones pre y post mediciones, la medición debería ser hecha en el mismo horario del día. El mejor horario es temprano en la mañana para evitar los cambios de hidratación que resulten de la actividad del ejercicio. Esto podría aumentar el tamaño del pliegue

4- Las mediciones no deberían ser tomadas inmediatamente después del ejercicio o cuando un individuo está con demasiado calor. La variación en el fluido corporal de la piel incrementará el tamaño del pliegue.

Todas las mediciones deberían ser tomadas del lado derecho del cuerpo y directamente sobre la piel.

Sítios de medición

Una variedad de sitios se utilizan comúnmente para determinar la grasa corporal, tanto para hombres adultos como para mujeres y también para niños.

Las marcas anatómicas correctas son:

Abdomen: un pliegue vertical alrededor de 2 cm. a la derecha del ombligo.

Axila: un pliegue vertical en la línea a mitad de la axila a nivel del proceso xifoideo del esternón.

Biceps: un pliegue vertical en el frente del brazo por encima del bíceps.

Pierna: un pliegue vertical en la parte interna de la pierna derecha en la parte más larga del músculo del gemelo.

Tórax: un pliegue diagonal a mitad de camino entre el filo del hombro y el pezón.

Subescapular: un pliegue diagonal desde el ángulo inferior de la escápula.

Suprailíaco: un pliegue diagonal por encima de la cresta ilíaca por encima del borde de la cadera.

Muslo: un pliegue vertical en el frente del muslo a mitad de camino entre la rodilla y la cadera.

Tríceps: un pliegue vertical en la parte posterior del brazo, a mitad de camino entre acromión y olecranon.

Todas las mediciones deberían ser tomadas del lado derecho del cuerpo con la persona parada. Localice los sitios anatómicos. Marcar la zona y tomar un pliegue firmemente entre dos dedos, dejando el músculo por debajo. El plicómetro debe ser sostenido perpendicularmente al pliegue. Colocar el plicómetro aproximadamente a 1 cm. por debajo de la línea del dedo. Lentamente permitir al calibre cerrarse alrededor del pliegue. Tomar la medida a la más cercana de mm, durante 1 ó 2 segundos después que la presión ha sido realizada. Cada sitio debe ser medido 3 veces. Las lecturas deberían ser realizadas sin demora para evitar la excesiva compresión del pliegue. El promedio de las lecturas es el registrado.

Estimación de grasa corporal para adultos a partir de los pliegues

Diversas ecuaciones han sido elaboradas utilizando las medidas de pliegues para estimar la grasa corporal. Estas ecuaciones han sido desarrolladas para poblaciones específicas a partir de muestras homogéneas o sujetos similares, tanto en edad como sexo. Por lo tanto, la aplicabilidad de cada ecuación particular es limitada a sujetos similares.

Para evitar el uso de múltiples ecuaciones, se han desarrollado fórmulas generalizadas, utilizando muestras que varían en edad y grasa corporal. Esto permite el uso de una sola ecuación para estimar grasa corporal.

Las siguientes, son ecuaciones generalizadas para predecir densidad corporal de hombres y mujeres adultos, usando la suma de 7 pliegues (Jackson y Baumgarten 1991) (10).

Densidad corporal en hombres = $1.112000 - 0.00043499 \times (\text{suma de los 7 pliegues}) + 0.00000055 \times (\text{suma de los 7 pliegues})^2 - 0.00028826 \times (\text{edad})$.

Densidad corporal en mujeres = $1.0970 - 0.00046971 \times (\text{suma de 7 pliegues}) + 0.00000056 \times (\text{suma de los 7 pliegues})^2 - 0.00012828 \times (\text{edad})$.

La densidad corporal es convertida a grasa corporal utilizando la siguiente fórmula de Siri:

% de grasa = $495/DC - 450$.

DC: densidad corporal

Investigaciones de Durning y Rahaman (1967) y Jackson y Pollock (1985) hallaron que 2 diferentes sumas de 4 y 3 pliegues para hombres y mujeres pueden ser altamente correlacionables con la suma de los 7 pliegues. Tablas generadas en estos programas han sido desarrolladas utilizando 3 o 4 sitios para proveer una fácil y rápida manera de estimar el porcentaje de grasa.

Circunferencias

La medición de todos los perímetros corporales es de gran utilidad para el cálculo de los diferentes compartimentos corporales a través de las distintas ecuaciones para determinar el fraccionamiento antropométrico.

La circunferencia de la cadera es de valor para el control y el seguimiento de la obesidad ginoide. La muñeca es imprescindible para la estimación de la estructura corporal (junto con la talla). La circunferencia del brazo tiene valores normales tabulados para sexo y edad, y su aumento o disminución es un dato que ayuda a estimar el estado nutricional del individuo.

Distribución de la grasa: perímetro de cintura e índice cintura/cadera

La cantidad de grasa abdominal puede variar mucho dentro de un rango pequeño de índice de masa corporal. En realidad, para un determinado porcentaje de grasa abdominal, los hombres tienen aproximadamente el doble de grasa que las mujeres premenopáusicas. Por lo tanto, se hace necesario un método alternativo para evaluar el riesgo de comorbilidades asociado al exceso de grasa abdominal.

Durante los últimos 10 años, se utilizó como método clínico para identificar exceso de grasa abdominal el índice cintura/cadera (C/C); un C/C elevado ($C/C > 1$ en los hombres ó > 0.85 , en las mujeres) indica distribución abdominal de la grasa. (11, 12). Sin embargo, datos recientes sugieren que la medida de la cintura aislada (valorada en el punto medio entre reborde costal inferior y espina ilíaca antero-superior) puede brindar

una mejor correlación de la distribución grasa abdominal y de los riesgos asociados (13). En la tabla 14, se describen los valores de perímetro de cintura asociados con incremento de riesgo en una muestra randomizada de 2183 hombres y 2698 mujeres caucásicas de 20-59 años.

Tabla 14. Valores de perímetro de cintura que denotan “incremento de riesgo” y “severo incremento de riesgo” de complicaciones metabólicas asociadas con obesidad en hombres y mujeres caucásicos

	Riesgo de enfermedades metabólicas	
	Aumentado	Muy aumentado
Hombres	94 cm	102 cm
Mujeres	80 cm	88 cm

Diámetros

Tanto el diámetro sagital como el diámetro transversal del abdomen han sido propuestos últimamente como de gran importancia para establecer la relación entre su magnitud y el monto de la grasa intraabdominal .

En este sentido y haciendo uso del diámetro sagital, Sjostrom (14) propone las siguientes fórmulas para calcular el tejido adiposo total, el tejido adiposo subcutáneo , y el tejido adiposo visceral, calibradas por tomografía computada, publicadas en 1988 y convalidadas en 1991.

En hombres: $TAT \text{ (en litros)} = 1.36 \times \text{peso} / \text{talla} - 42.0$

$TAV \text{ (en litros)} = 0.731 \times DS - 11.5$

En mujeres: $TAT \text{ (en litros)} = 1.61 \times \text{peso} / \text{talla} - 38.3$

$TAV \text{ (en litros)} = 0.370 \times DS - 4.85$

En ambos sexos

$\text{Tejido Adiposo (en kg.)} = \text{tejido Adiposo (en litros)} \times 0.923$

$\text{Masa magra (en kg.)} = \text{peso total (en kg.)} - \text{tejido adiposo (en kg.)}$

$TAS = TAT - TAV$

Con estas fórmulas se hace posible la evaluación práctica y sencilla del tejido adiposo y su distribución, lo que resulta de gran utilidad especialmente en el seguimiento de las obesidades centrales.

Por qué es importante medir la distribución?

Porque a través de la distribución podemos distinguir dos entidades completamente diferentes en lo que se refiere a su patogenia, pronóstico y posibles complicaciones (15).

La obesidad ginoide con índice cintura- cadera bajo se caracteriza por un exceso de grasa de principal localización femoroglútea con adipocitos de crecimiento hiperplásicos; se asocia con bajos riesgos de complicaciones metabólicas. Sólo en las formas muy hiperginoideas pueden encontrarse complicaciones principalmente circulatorias y mecánicas (várices, artrosis de rodilla).

La forma androide o abdominal se asocia con alteraciones metabólicas (diabetes, dislipoproteinemias e hipertensión arterial). Incluye dos subgrupos:

- 1) exceso de grasa subcutánea abdominal
- 2) exceso de grasa visceral profunda.

Los ácidos grasos libres, producto de la hidrólisis de los triglicéridos, pasan, “en la forma abdominal profunda o perivisceral” directamente al hígado, vía vena Porta. En hígado actúan disminuyendo el clearance hepático de insulina, contribuyendo a una mayor hiperinsulinemia, ya favorecida por una mayor secreción pancreática asociada a la obesidad. Además, favorecen un aumento en la síntesis de triglicéridos, dando lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) más ricas en triglicéridos. Ello condiciona LDL o lipoproteínas de baja densidad más aterogénicas. También las lipoproteínas de alta densidad o antiaterogénicas (HDL), sintetizadas por el hígado tendrán mayor contenido en triglicéridos y resultarán menos protectoras que las HDL de composición normal (16).

Cineantropometría

También llamado métodos de fraccionamiento antropométrico.

El método Phantom, introducido por Ross y Wilson en 1974 y mejorado por Ross y Ward en 1982, propone un sistema de ecuaciones que toman como parámetros básicos mediciones de circunferencias, pliegues, diámetros, peso y talla para determinar a partir de ellas el peso de los diferentes compartimientos corporales. Permite estimar un modelo de 4 o 5 componentes: graso, muscular, óseo, agua corporal y residual (17).

Bioimpedancia

En la práctica clínica el método más utilizado y generalizado para medición de composición corporal es la impedancia bioeléctrica (18-20). El método se basa en el registro de la resistencia ejercida por el organismo al pasaje de una corriente alterna de muy bajo voltaje.

Por lo tanto, la impedancia bioeléctrica mide la oposición de los tejidos corporales, (o sea la impedancia) al flujo de una corriente alterna de bajo voltaje (800 microamperes), generalmente a una frecuencia de 50 Khz, en los equipos unifrecuentes.

En Diciembre de 1994, el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos realizó un Simposio en donde se acordó respuesta a los siguientes interrogantes (16):

- * Qué mide la bioimpedancia en términos de parámetros eléctricos y biológicos y cuán seguro es?
- * Cómo deberían realizarse y standarizarse las mediciones?
- * Cuál es su validez en la estimación de agua corporal total, masa libre de grasa y masa grasa?
- * Cuáles son los usos clínicos apropiados y cuales las limitaciones?
- * Cuáles son las futuras direcciones para mediciones de composición corporal?

El principio de esta metodología asemeja el organismo al volumen de un cilindro. Es sabido que el volumen de éste puede estimarse a partir de su longitud y de la impedancia ejercida al pasaje de la corriente. Sobre este principio ($\text{Volumen} = \text{long}^2/\text{imped}$), se basan los equipos de medición de composición corporal en humanos.

Por lo tanto, todos parten de la ecuación: $\text{ACT (agua corp.total)} = T^2/R$.

En realidad, distintos autores han definido diversas ecuaciones y la mayoría de ellas, responden a la fórmula: $\text{ACT} = A \times T^2/R + B \times \text{Peso} + C$

siendo A, B y C constantes diferentes para cada uno de los autores.

A partir del agua corporal total se establece una segunda ecuación definida en el concepto de Steady State: $\text{MLG} = \text{ACT}/0.732$

constante que se mantiene siempre que el organismo se encuentra en situación de equilibrio. Por lo tanto la bioimpedancia estima la composición corporal por un método doblemente indirecto. Dado que el método de bioimpedancia mide conductividad, resulta importante conocer qué factores modifican la conductividad (tabla 15). La conductividad de un organismo es predominantemente por los iones con carga, como son el sodio y el potasio, será máxima en sangre y orina, media en músculos y mínima en tejido óseo y graso. Por lo tanto, pequeñas variaciones en compartimientos líquidos originarán significativos cambios en la impedancia, aunque cambios mayores en el hueso o grasa no afectarán las mediciones por bioimpedancia. Además, será mayor en tronco que en las extremidades: los miembros superiores contribuyen al 4% del peso corporal y al 45% de la resistencia, el tronco al 45% del peso corporal y 10% de la resistencia.

Tabla 15. Conductividad en el organismo humano

1- Con relación al contenido

alta : en sangre y orina,

media : en músculos y

baja : en huesos, grasa y aire

2- Con relación al área de sección

alta: en tronco

baja: en extremidades

Seguridad: Los equipos de impedancia en general, son muy seguros debido a que los 50 Khz no estimulan tejidos excitables y los 800 microamperes están por debajo del umbral de percepción. Existen miles de estudios realizados sin efectos adversos informados, además las baterías con la que trabajan estos equipos disminuyen los riesgos.

Estandarización: la “estandarización de las mediciones” resulta de gran importancia debido a la labilidad del método ante variaciones del agua corporal. Para ello debe tenerse en cuenta:

- Correcta colocación de electrodos. se colocan en dorso de mano y dorso de pie, por encima del tercer nudillo de la mano derecha y por encima de la articulación de la muñeca y por encima del tercer nudillo del dedo del pie y por encima de la articulación del tobillo en miembros inferiores.
- Ayuno de cuatro horas
- La talla y el peso deben ser exactos (2,5 cm varían en un litro de agua corporal total), un kg. de peso varía en 0.2 litros el agua corporal total.
- Ejercicio, la vasodilatación, la alta temperatura de la piel, la pérdida sensible e insensible de fluido, puede alterar las mediciones.
- ciclo menstrual: es conveniente la realización en la fase estrógena en las mujeres.

Validez en las estimaciones: El error standard de la estimación en el agua corporal total por un estudio correctamente realizado con un equipo de bioimpedancia es generalmente menor a 2 litros o menor al 4% para un valor de 50 litros de agua corporal total. Los mayores errores se obtienen en individuos que difieren de la población de referencia.

Usos clínicos apropiados:

- 1) Obesidad leve y moderada
- 2) Diabetes y otras metabopatías sin alteración de fluidos
- 3) Valoración del estado nutricional en períodos iniciales de infección con HIV

En conclusión, en toda situación en que se desee valorar el estado nutricional y que no halla alteración de fluidos. Es importante tener en cuenta que en obesidad severa hay mayor hidratación de la masa libre de grasa, hay una alteración en la relación agua extracelular-intracelular y por lo tanto habrá una tendencia a la subestimación.

Limitaciones del método:

- Situaciones de asimetría corporal: amputaciones, hemiparesias, trastornos neuromusculares con alteración en la perfusión, atrofas tisulares
- Individuos muy delgados, con el 5 o el 6% de la masa grasa. Cambios en la masa grasa pueden ser menores al error de medición y por lo tanto, no detectables.
- Toda situación de alteración de fluidos: ascitis, anasarca, quemados, sepsis
- Cambios agudos en la composición corporal:
- Adelgazamientos rápidos (por mayor pérdida de agua), en renutrición, o sea, tanto en el adelgazamiento rápido como en la renutrición es difícil que sean detectados por los analizadores por bioimpedancia. También los desnutridos graves, fundamentalmente por la alteración en la relación agua extracelular- agua intracelular
- Obesidad mórbida: en pacientes con IMC mayor de 40 se subestimaré la grasa corporal.

Entre las líneas futuras se describen:

- la impedancia multifrecuente, cuyo objetivo principal se relaciona con la diferenciación de agua extracelular e intracelular.
- la impedancia segmentaria con la posibilidad de distinguir distribución de la grasa.

En resumen, el método de bioimpedancia permite obtener una estimación altamente correlacionable con los métodos patrones a un relativo bajo costo. Sin embargo, entre las desventajas se mencionan:

- Al ser un método doblemente indirecto que estima la grasa corporal a partir del agua corporal, las condiciones de equilibrio hídrico resultan imprescindibles.
- El equipo que se utiliza debe ser confiable y con ecuaciones que se ajusten a la población que se estudia
- La medición debe ser estandarizada: correcta colocación de electrodos. Para datos comparativos, se sugiere controlar temperatura ambiente y hora del día en que se realiza.

Interactancia Infraroja

Se ha sugerido que este método que comenzó a utilizarse con el objetivo de medir la grasa contenida en ciertas semillas podría ser de aplicación en la práctica clínica para estimar grasa corporal. Incluye la emisión de una luz infrarroja y la captación por medio de un espectrofotómetro de la longitud de onda emitida por la grasa. El haz de luz se proyecta a nivel del bíceps, punto a partir del cual el equipo calcula la grasa corporal total utilizando una ecuación de predicción. En un principio se propusieron la realización de 7 mediciones en 7 sitios diferentes del organismo. Posteriormente se sugirió que el punto bicipital aislado, luego de la incorporación de los datos de talla, peso, sexo, edad y nivel de actividad física, brinda buena correlación con la toma de los 7 puntos y con mediciones densitométricas. Uno de los principales cuestionamientos a esta metodología es que agrega muy poca información a la posible de obtener con los datos incorporados (talla, peso, sexo, edad y nivel de actividad) sin el agregado de la medición objetiva (21).

Métodos de laboratorio

La mayoría son de compleja y costosa implementación.

Densitometría por inmersión o hidrodensitometría

Es uno de los métodos considerado patrón o “standard de oro” en la valoración de la composición corporal (22), aunque últimamente existe una tendencia a su reemplazo por la absorptometría. Permite la estimación de la densidad corporal y su división en masa grasa y masa no grasa, basado en el hecho de que la grasa flota y el tejido no graso se hunde bajo el agua. La densidad corporal puede ser calculada a partir del peso de un individuo al ser medido cuando se halla inmerso en 2 fluidos distintos y de densidad conocida, como el aire y el agua.

Recurriendo al principio de Arquímedes puede calcularse entonces con la fórmula:

$$DC = \frac{PT_a}{(PT_a - PT_w - VPR - VGI)}$$

PT peso en el aire, PT_w:peso en el agua, VPR:el volumen pulmonar residual y VGI:el volumen gastrointestinal.

El volumen pulmonar se mide mediante un espirómetro. El volumen gastrointestinal se considera como un valor fijo estimado en 100 ml.

Este método asume una densidad constante para la grasa y masa magra de 1.1 y 0.9 kg./litro, respectivamente. Sin embargo, la densidad de la masa magra varía con el sexo, la edad, la raza y la actividad física.

El cálculo del porcentaje de la grasa se realiza, luego, mediante la fórmula de Siri:

$$\% \text{ MG} = (4.95 / DC) - 4.50 \times 100$$

MG: masa grasa

El método es altamente reproducible y fácil de realizar por un servicio especializado, aunque de implementación costosa. Entre las principales desventajas se encuentran, además de la ya mencionada asunción de constancia en la densidad de la masa libre de grasa, la dificultad y/o resistencia de ciertas personas en sumergirse bajo el agua.

Pletismografía

Es una variante de la hidrodensitometría de reciente utilización (23). Permite medir la densidad corporal sin necesidad de la inmersión completa del sujeto ni de la corrección del volumen de aire residual. Se basa en el desplazamiento del volumen de un gas, en presencia del cuerpo del sujeto, para obtener el volumen corporal total (VCT). Una vez obtenido este dato, se calcula la densidad (peso / volumen) y luego se utilizan las fórmulas ya conocidas para establecer la composición corporal.

Absortometría por doble absorción de rayos X (DEXA)

Estos equipos que fueron originariamente concebidos y utilizados para la medición de la densidad mineral ósea, permiten estimar hoy, además, la cantidad de masa magra y grasa con gran precisión (24) y han reemplazado a la hidrodensitometría (como método patrón) en muchos laboratorios. El método general se basa en la emisión de energía y registro del coeficiente de atenuación. El resultado que se obtiene varía según el tipo de estructura tisular en función de su diferente densidad. Las ventajas de este método incluyen:

- Pueden estudiarse individuos con un amplio rango de peso (hasta 150 Kg)
- Es fácil de usar y muy preciso cuando se utilizan estándares adecuados.

Las desventajas del DEXA son:

- La limitación de peso: no puede realizarse en individuos de más de 150Kg.
- El alto costo del equipo
- La necesidad de estandarizaciones cruzadas del equipo.

La reproducibilidad de este método es de 0.8% para hueso, 1.3% para densidad, 1.7% para grasa y 2.0% para peso corporal. La radiación que reciben los pacientes es inferior a la de una radiografía de tórax.

Agua corporal total por dilución isotópica: deuterio, tritio

Es sabido que el agua no se encuentra en los depósitos de triglicéridos y que en la masa magra se la observa en una proporción aproximada al 73,2 %. De manera que la medición de agua corporal total por estos métodos como por cualquier otro procedimiento permite calcular la masa magra y por diferencia con el peso total la masa grasa. En este caso se trata de calcular el agua total a partir de algunos isótopos de los átomos que la componen (del hidrógeno: deuterio, tritio; del oxígeno ^{18}O). El método consiste en administrar una concentración conocida de un isótopo trazador que se dispersa a través del agua del organismo, midiendo luego su concentración final. El deuterio es el más empleado. El tritio, por su lenta eliminación está contraindicado en niños y en estudios repetidos (6).

Conteo de potasio (K^+) corporal total

La masa libre de grasa puede ser cuantificada a partir de la medición del potasio corporal total, ya que este catión (principalmente de localización intracelular) es altamente representativo de ella y no se lo encuentra en los depósitos de triglicéridos. El potasio 40, naturalmente presente en el organismo, emite un rayo gamma característico de 1.46 MeV, que puede ser captado por un contador específico.

Conductividad eléctrica corporal total

Este método, también utiliza la medición de la conductividad eléctrica del cuerpo para predecir la composición corporal, pero esta vez a partir de una corriente generada por inducción (principio TOBEC). El fundamento está basado en las variaciones electromagnéticas existentes entre algunos componentes corporales (agua y grasa). Brinda datos muy precisos pero se trata de un equipo costoso y de gran tamaño (5).

Activación de neutrones

Probablemente sea el método más preciso para medir y analizar, a nivel atómico, los distintos compartimentos corporales. Lamentablemente su alto costo operativo y complejidad técnica hacen que sólo se halle disponible en pocos centros de investigación en todo el mundo.

Consiste en irradiar al sujeto con neutrones para desestabilizar los núcleos atómicos midiendo luego el tipo y la intensidad de la radiación devuelta cuando el núcleo pasa nuevamente a su situación original. El tipo y la intensidad de la radiación emitida dependen del elemento a medir y del tipo de análisis requerido. Pueden obtenerse mediciones muy precisas de la cantidad total de calcio, sodio, cloro, fósforo, nitrógeno, etc. con las cuales, a partir de fórmulas preestablecidas, pueden cuantificarse con gran exactitud los compartimentos corporales.

Métodos de investigación para distribución grasa

Los perímetros, los pliegues y eventualmente la ultrasonografía (ver más adelante) permiten estimar grasa subcutánea. Sin embargo, la estimación de la grasa visceral o profunda queda limitada a 2 técnicas: la tomografía computada y la resonancia magnética nuclear (14, 25).

Tomografía computada (TC)

Es un método por imágenes muy utilizado actualmente en el diagnóstico médico por sus resultados precisos y confiables. La TC utiliza radiaciones X y un análisis computarizado para determinar la estructura de los órganos internos. Permite la cuantificación de la grasa corporal subcutánea y principalmente la intraabdominal (responsable de la mayor parte del incremento del riesgo asociado a la obesidad). Con una serie de barridos es posible la determinación de la grasa corporal con un error del 1%. Sin embargo, para minimizar el

efecto de las radiaciones, generalmente se realiza un solo corte a nivel de la posición lumbar 4-5 (L4-L5), tanto para medir grasa subcutánea como perivisceral (14).

Resonancia nuclear magnética

Este método permite también la estimación de la grasa visceral con la ventaja de no irradiar al paciente. El principio que utiliza se basa en la propiedad magnética intrínseca de ciertos núcleos atómicos que les permite alinearse en una dirección determinada frente a la acción de un campo magnético cuando el tejido es atravesado por una onda de radio-frecuencia. Cuando la onda se apaga, los núcleos vuelven a su posición original emitiendo a su vez la energía que habían absorbido en el proceso anterior. La detección de esta emisión, su evaluación computarizada y la repetición del proceso en períodos cortos y seguidos permiten construir las imágenes del tejido. Su principal desventaja se relaciona con el alto costo operativo (25).

Ultrasonografía

La utilización del ultrasonido como técnica en evaluación de la composición corporal es una alternativa para la medición del espesor de grasa subcutánea e intraabdominal. La frecuencia y el modo del ultrasonido utilizado tienen una alta relación con la confiabilidad de los resultados

REFERENCIAS

- 1- World Health Organization: Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva, June 1997.
- 2- Pi-Sunyer FX. Obesity: criteria and classification. Proc Nutr Soc 2000; 59 (4): 505- 509.

- 3- Bouchard C, Despres JP, Mauriege P, Marcotte M, Chagnon M, Dionne FT, Belanger A. The genes in the constellation of determinants of regional fat distribution. *Int J Obes* 1991; 15: S9-S18.
- 4- Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 19-28.
- 5- Heymsfield SB, Allison DB, Wang ZM. Evaluation of total and regional body composition. In: Bray GA, Bouchard C, James WP, eds. *Handbook of Obesity*. New York, Marcel Dekker, 1997, pp 41-77.
- 6- Lukasky HL. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new *Am J Clin Nutr* 1987
- 7- Lew E, End JA, Wilber JA. The new build and blood pressure study. *Trans Assoc Life Insur Med Dir Am* 1979; 62: 154-74.
- 8- Brusco O. Tabla de talla y peso Metropolitan 1983. *Prensa Med Arg* 1984; 71: 320.
- 9- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL, Human Kinetics, 1988.
- 10- Jackson AS, Pollock ML. Factor analysis and multivariate scaling of anthropometric variables for the assessment of body composition. *Med Sci Sports* 1976; 8 (3): 196- 203
- 11- Rimm AA, Hartz AJ, Fischer ME. A weight shape index for assessing risk of disease in 44,820 women. *J Clin Epidemiol* 1988; 41 (5): 459-65.
- 12- Thomas PR, ed. *Weighing the options: criteria for evaluating weight-management programs*. Washington, DC: National Academy Press; 1995.

- 13- Han TS, van Leer EM, Seidell JC, et al. Waist circumference relates to intra-abdominal fat mass better than waist: hip ratio in women. *Proceedings of the Nutrition Society* 1995; 54 (3): 152.
- 14- Sjostrom L, Kvist H, Cederblad A, et al: Determination of total adipose tissue and body fat in women by computed tomography, K, and tritium. *Am J Physiol* 1986; 250: E736-E745.
- 15- Lemieux S, Prud'homme D, Bouchard C, et al. Sex differences in the relation of visceral adipose tissue accumulation to total body fitness. *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 463-467.
- 16- Pouliot MC, Despres JP, Lemieux S, et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 1994; 73: 460-468.
- 17- Ross W, Kerr D. Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Actualización en ciencias del deporte* 1993; 1 (3): 33-41.
- 18- Bioelectrical Impedance analysis in body composition measurement. *Proceedings of a National Institutes of Health Technology Assessment Conference*. Bethesda, Maryland, December 12-14, 1994. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 387S-532S.
- 19- Jebb S, Elia M. Techniques for the measurement of body composition: a practical guide. *Int J Obes* 1993; 17: 611-621.
- 20- Deurenberg P, Weststrate JA, Paymans I, van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical measurements in humans. *Europ j Clin Nutr* 1988; 42: 1017-1022.

- 21- Conway JM, Norris KH, Bodwell. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr* 1984;40:1123-30
- 22- Dettwiler W, Ribordy , Donath A, Scherrer JR. La mesure de la masse grasse du corps humain par gravimetrie Application du principe d'Archimede. *Schweiz Med Wochenschr* 1978; 108: 1914-1916.
- 23- Wagner. Validation of air displacement plethysmography for assessing body composition *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1339-44.
- 24- Mazes RB, Barden HS, Bisek JP, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 1106-1110.
- 25- Seidell JC, Rissanen AM. Time trends in worldwide prevalence of obesity. In: Bray GA, Bouchard C, James WP, eds. *Handbook of Obesity*. New York, Marcel Dekker, 1997, pp 79-91.