

Estimación del gasto energético en pacientes con obesidad mórbida

M.A. Recasens^a, M. Barenys^a, J. Fernández-Ballart^a, R. Sola^{a,b}, S. Blanch^{a,b} y J. Salas Salvadó^{a,b}

^aUnidad de Investigación en Nutrición y Crecimiento Humano. Facultad de Medicina y Ciencias de Salud. Universitat Rovira i Virgili.

^bServicio de Medicina Interna. Hospital de Sant Joan. Reus. Tarragona.

FUNDAMENTO: Las ecuaciones disponibles para la predicción del gasto energético basal (GEB) podrían no ser aplicables en individuos con obesidad mórbida, ya que la contribución de la masa libre de grasa (MLG) sobre el GEB no es constante. El objetivo de este estudio ha sido el de obtener nuevas ecuaciones de predicción del GEB específicas para pacientes con obesidad mórbida.

MÉTODO: A 26 mujeres con obesidad mórbida se les determinó: la talla, el peso, la composición corporal por impedancia bioeléctrica y el GEB mediante calorimetría indirecta en circuito abierto. El GEB observado se comparó con el estimado a partir de las ecuaciones previamente descritas. Para la obtención de las ecuaciones de predicción del GEB se utilizó el método de regresión múltiple.

RESULTADOS: Al comparar el GEB observado con el GEB estimado a partir de ecuaciones descritas, se obtuvo siempre una relación significativa entre ambos parámetros. Las diferencias entre ellos fueron también siempre significativas, excepto cuando se utilizó la ecuación de Harris-Benedict.

El análisis de regresión múltiple mostró que al incluir las variables de composición corporal, la MLG explicó el 75 % de la variación del GEB y al forzar la entrada de la masa grasa, la explicación aumentó hasta el 79 %. Cuando se incluyeron únicamente las variables antropométricas, el peso explicó el 69 % de la variación.

CONCLUSIONES: En la obesidad mórbida, la mayoría de ecuaciones descritas no son aplicables para estimar el GEB. Se aportan unas nuevas ecuaciones de predicción del gasto energético.

Estimation of energy expenditure in patients with morbid obesity

BACKGROUND: The equations available for the prediction of basal energy expenditure (BEE) may not be applicable in morbid obese individuals since the contribution of the fat free mass (FFM) over the BEE is not constant. The aim of this study was to obtain new equations for the prediction of BEE which are specific for patients with morbid obesity.

METHODS: In 26 women with morbid obesity age, weight, body composition by bioelectric impedance and BEE by open circuit indirect calorimetry were determined. The BEE observed was compared with that estimated from the previously described equations. The multiple regression method was used to obtain the BEE prediction equations.

RESULTS: Upon comparison of the BEE observed with the BEE estimated by the described equations a significant relation was found between both parameters. The differences were also significant except when the Harris-Benedict equation was used.

Multiple regression analysis demonstrated that when the variables of body composition were included, the FFM explained 75 % of the variation in BEE and on forcing the entrance of fatty mass, the explanation increased to 79 %. When only the anthropometric variables were included, weight explained 69 % of the variation.

CONCLUSIONS: In morbid obesity, most of the equations described for estimating basal energy expenditure are not applicable. New equations are reported for the prediction of energy expenditure.

Med Clin (Barc) 1994; 102: 451-455

Correspondencia: Dr. J. Salas Salvadó.
Unitat de Nutrició, Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Universitat Rovira i Virgili,
Sant Llorenç, 21. 43201 Reus. Tarragona.

Manuscrito aceptado el 11-10-1993

Conocer el gasto energético (GE) de un individuo resulta de gran interés, no sólo en el contexto de la investigación sino también en el de la práctica clínica, ya que permite una mejor adecuación del aporte energético en función de las necesidades. En la actualidad, la determinación del GE en la práctica clínica es difícilmente factible, ya que para ello se precisa de una cierta infraestructura, cuya disponibilidad se limita a unos pocos centros dedicados a la investigación.

En el caso del paciente obeso, conocer el GE representa un dato de relevancia para decidir el aporte energético óptimo a administrar. Habitualmente, este aporte se establece mediante el cómputo de energía obtenido por la encuesta dietética y de la actividad física^{1,2}. Sin embargo, los diferentes métodos de encuesta dietética presentan importantes inconvenientes en la estimación real de las necesidades de energía^{1,2}. Por otra parte, algunos pacientes obesos son incapaces de perder peso a pesar de explicar una larga historia de severa restricción calórica y se asume la existencia de una alteración en la regulación del metabolismo energético como causa de su obesidad refractaria. Recientemente, se ha demostrado que gran parte de estos pacientes presentan un GE que se corresponde al esperado mientras que declaran comer una cantidad de alimentos inferior a la real y realizar un grado de actividad física superior a la verdadera³. Esta alteración en la valoración subjetiva de la ingesta y del ejercicio físico podría explicar su resistencia a la pérdida de peso. Por lo tanto, resultaría de gran interés poder estimar el GE en estas pacientes a partir de otras variables más objetivas.

El GE diario está compuesto por 1) el GE basal (GEB) que constituye el GE de un individuo en situación de reposo, tras 12 horas de ayuno nocturno y medido en condiciones ambientales neutrales, y que representa el GE necesario para mantener la estructura y las funciones fisiológicas vitales del organismo; 2) el GE que supone la actividad física, y 3) la termo-

génesis o el aumento del GE frente a varios estímulos tales como la toma de alimentos, la exposición al frío, el consumo de ciertas drogas o el estrés⁴. No todos estos componentes presentan el mismo grado de contribución sobre el GE diario. El GEB es el principal constituyente, ya que representa el 70-75 % del GE total en los individuos sedentarios^{4,5}. Se ha observado que el GEB depende de diversas variables, de las que la cantidad de masa libre de grasa (MLG) es el principal determinante⁴. De acuerdo a estas variables, se han descrito numerosas ecuaciones para la estimación del GEB^{4,6-14}. La mayoría de ellas se han obtenido a partir de muestras heterogéneas en las que se incluían individuos en normopeso y con distintos grados de obesidad. Sin embargo, estas ecuaciones podrían ser imprecisas para estimar el GEB en pacientes con obesidad mórbida, ya que se ha demostrado que la contribución de la MLG sobre el GEB no es constante^{15,16}. El objetivo de este trabajo ha sido determinar el GEB mediante calorimetría indirecta en pacientes con obesidad mórbida, compararlo con el GEB estimado a partir de las ecuaciones descritas en la literatura y obtener una ecuación de predicción del GEB capaz de estimar con precisión el GEB individual y promedio de pacientes con obesidad mórbida.

Pacientes y métodos

Pacientes. Se estudiaron 26 mujeres con obesidad mórbida definida por un índice de masa corporal (IMC) superior a 35 kg/m². En todas se descartó la existencia de diabetes mellitus¹⁷ u otra enfermedad metabólica que pudiera influenciar el metabolismo energético. Ningún paciente tomaba medicación en el momento del estudio. Los criterios de exclusión fueron los siguientes: edad inferior a 18 o superior a 60 años, IMC inferior a 35 (kg/m²), embarazo en curso, presencia de una alteración en la función tiroidea aunque estuviera metabólicamente estable mediante tratamiento, síndrome de Cushing e infección. En la tabla 1 se resumen las principales características de las pacientes estudiadas.

Durante los 3 meses previos al estudio, las pacientes aseguraban realizar una dieta hipocalórica pero el peso permaneció estable, lo cual sugería que estaban cerca del equilibrio energético.

Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética del hospital. Las pacientes fueron informadas de los propósitos y procedimientos del estudio y se obtuvo el consentimiento libremente expresado por todas ellas.

Diseño del estudio. El día de la prueba se determinó a cada paciente la talla, el peso corporal total y la composición corporal a las 8 de la mañana, después de 12 horas de ayuno nocturno. Posteriormente, las pacientes permanecieron en reposo en posición de decúbito supino durante 30 min y tras los cuales se determinó el GEB de forma continua durante media hora.

El GEB determinado se comparó al estimado a partir de las ecuaciones previamente descritas por otros autores (tabla 2).

Composición corporal. La composición corporal se determinó mediante impedancia bioeléctrica tetrapolar (Human-Im Scan[®], Dietosystem, España). Para ello, las pacientes permanecieron tumbadas en decúbito supino, con las extremidades en abducción de 45°. Se colocaron dos electrodos autoadhesivos en la superficie dorsal de la mano izquierda y otros dos en

TABLA 1

Principales características de las pacientes estudiadas

	$\bar{X} \pm \text{EEM}$	Mínimo	Máximo
Edad (años)	38 $\pm$ 2,1	19	58
Peso (kg)	114,5 $\pm$ 2,9	91	158
Talla (cm)	162,3 $\pm$ 1,1	154	177
Índice de masa corporal (kg/m ²)	43,5 $\pm$ 1,2	35	62
Masa libre de grasa (kg)	50,2 $\pm$ 1,0	41	61
Masa grasa (kg)	64,3 $\pm$ 2,2	48	97

EEM: error estándar de la media

TABLA 2

Ecuaciones de estimación del gasto energético basal (GEB) (kcal/día) a partir de la composición corporal y la antropometría

Autor(es)	Sujetos (n)	Ecuación	R ²
Composición corporal			
Berstein et al ⁸	V/M;ob (185)	251+22xMLG+6,4xMG-2,1xE	0,67
Cunningham ⁹	Generalizada	370+21,6xMLG	ND
Dore et al ¹⁰	M;np,ob (140)	712+8,24xP+0,02xMLG-3,25xE	0,83
Garrow y Webster ¹¹	M;np,ob (104)	310+24,2xMLG+5,8x%MG	0,69
Nelson et al ¹⁴	V/M;np,ob (213)	265,1+21,5xMLG+3,1xMG	0,74
Ravussin y Bogardus ⁴	V/M;np,ob (249)	392+21,8xMLG	0,82
Antropometría			
Harris y Benedict ⁶	M;np (103)	655+9,6xP+1,85xT-4,68xE	ND
Owen et al ⁷	M;np,ob (32)	795+7,2xP	ND
Mifflin et al ¹²	M;np,ob (247)	-161+10xP+6,25xT-5xE	ND

*Se ha asumido que 1 kJ equivale a 0,238 kcal

V: varones; M: mujeres; np: individuos en normopeso; ob: pacientes obesos; MLG: masa libre de grasa (kg); MG: masa grasa (kg); %MG: tanto por ciento MG; E: edad (años); P: peso (kg); T: talla (cm); ND: dato no aportado en el artículo

TABLA 3

Matriz de correlación entre las variables evaluadas

	GEB	Edad	Peso	Talla	IMC	MLG	MG
Edad	-0,32						
Peso	0,83 ^c	-0,21					
Talla	0,17	-0,55 ^b	0,18				
IMC	0,72 ^c	0,07	0,88 ^c	-0,30			
MLG	0,86 ^c	-0,46 ^a	0,83 ^c	0,40 ^a	0,61 ^b		
MG	0,73 ^c	-0,08	0,97 ^c	0,06	0,91 ^c	0,67 ^c	
%MG	0,30	0,23	0,64 ^c	-0,22	0,73 ^c	0,12	0,80 ^c

*p < 0,05; ^bp < 0,01; ^cp < 0,001.

IMC: índice de masa corporal; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; %MG: tanto por ciento de masa grasa; GEB: gasto energético basal.

la superficie dorsal del pie izquierdo, según Gray et al¹⁸. El coeficiente de variación interensayo de las determinaciones de la resistencia fue del 0,7 %.

Para calcular la MLG mediante impedancia bioeléctrica se utilizó la ecuación específica de Gray para mujeres superobesas¹⁸. La masa grasa (MG) se calculó sustrayendo la MLG del peso corporal total.

Gasto energético (GE). El GE se determinó mediante calorimetría indirecta en circuito abierto (Deltatrac[®], Datex, Helsinki, Finlandia). El aire espirado se recogió a través de un canopio. Este sistema permite la determinación continua del consumo de oxígeno (VO₂) y de la producción de anhídrido carbónico (VCO₂). Antes de cada prueba se calibraron los sensores de O₂ y CO₂ mediante una mezcla de gases a concentraciones de O₂ y de CO₂ conocidas. Periódicamente se determinó la precisión del cociente respiratorio (CR) y del flujo mediante el test de la combustión del etanol¹⁹. El error medio del CR y del flujo medidos fueron del 1 % y del 1,7 %, respectivamente. El coeficiente de variación de determinaciones repetidas del GEB fue del 2,3 %. El GEB se calculó a partir de la ecuación reducida de Weir²⁰.

Análisis estadístico. Para describir las relaciones entre las diferentes variables estudiadas se aplicó el modelo estadístico de correlación lineal de Pearson. Para la comparación de las medias del GEB determinado y el estimado tras aplicar las ecuaciones descritas por

otros autores se empleó la prueba de la t de Student para datos apareados. Como medida de precisión se utilizó la diferencia promedio entre el GEB observado y el GEB estimado en valores relativos y se consideró aceptable una diferencia promedio inferior al 10 %, teniendo en cuenta que el error inherente a la técnica de calorimetría indirecta para la determinación del GE es del 2 % y el error derivado de la variabilidad intradividual del GEB es del 3 %.

Para la obtención de una ecuación predictiva del GEB a partir de variables antropométricas (peso en kg y talla en cm), de composición corporal (MG y MLG en kg) y la edad, se utilizó el modelo estadístico de regresión múltiple. Las variables explicativas se escogieron mediante el procedimiento paso a paso; se introdujeron sucesivamente en el modelo la variable que aportara el mayor aumento significativo de R². Con el objetivo de poder comparar la ecuación predictiva obtenida con las ecuaciones descritas por otros autores, se utilizó el modelo de regresión múltiple procediendo a la inclusión forzada en un solo paso de todas las variables obtenidas mediante antropometría o impedancia bioeléctrica tetrapolar. Para aceptar una diferencia como estadísticamente significativa, se requirió un grado de probabilidad (p) inferior a 0,05. Los resultados se expresan como la media $\pm$ error estándar de la media ($\bar{X} \pm \text{EEM}$). El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el paquete SPSS PC (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

TABLA 4

Comparación entre el gasto energético basal (GEB) estimado (kcal/día) a partir de las ecuaciones presentadas en la tabla 2 y el gasto energético basal observado en las pacientes del presente estudio

Autor(es)	GEB estimado ($\bar{X} \pm \text{EEM}$)	GEB estimado-GEB observado		GEB estimado- GEB observado (%)	r	p
		($\bar{X} \pm \text{EEM}$)	p			
Composición corporal						
Berstein et al ⁸	1.687 $\pm$ 34	-228 $\pm$ 23	< 0,001	88,6 $\pm$ 1,0	0,880	< 0,001
Cunningham ⁹	1.455 $\pm$ 21	-460 $\pm$ 29	< 0,001	76,8 $\pm$ 1,0	0,866	< 0,001
Dore et al ¹⁰	1.533 $\pm$ 27	-383 $\pm$ 27	< 0,001	80,7 $\pm$ 1,1	0,841	< 0,001
Garrow y Webster ¹¹	1.860 $\pm$ 24	-56 $\pm$ 26	0,044	98,2 $\pm$ 1,5	0,886	< 0,001
Nelson et al ¹⁴	1.556 $\pm$ 26	-360 $\pm$ 25	< 0,001	82,0 $\pm$ 0,9	0,888	< 0,001
Ravussin et al ⁴	1.487 $\pm$ 21	-429 $\pm$ 29	< 0,001	78,4 $\pm$ 1,0	0,866	< 0,001
Antropometría						
Harris y Benedict ⁶	1.877 $\pm$ 33	-39 $\pm$ 26	0,142	98,5 $\pm$ 1,4	0,829	< 0,001
Owen et al ⁷	1.619 $\pm$ 21	-296 $\pm$ 30	< 0,001	85,1 $\pm$ 1,3	0,830	< 0,001
Mifflin et al ¹²	1.809 $\pm$ 36	-107 $\pm$ 27	0,001	94,8 $\pm$ 1,4	0,804	0,001

p: nivel de significación; r: coeficiente de correlación de Pearson entre el GEB estimado y el observado; EEM: error estándar de la media.

TABLA 5

Estimación del gasto energético basal (GEB) (kcal/día) a partir de la composición corporal y de la antropometría en las pacientes de este estudio

Modelos	R	R ²	SE	P	Ecuación de estimación
Paso a paso					
Variables de composición corporal (MLG, MG), edad, talla	0,865	0,749	118	0,001	40,5 $\times$ MLG-122,2
Variables antropométricas (peso, talla), edad	0,829	0,688	132	< 0,001	12,7 $\times$ P+461
Forzando la entrada de variables					
Variables de composición corporal	0,887	0,788	111	< 0,001	32,1 $\times$ MLG+5,4 $\times$ MG-48,4
Variables antropométricas	0,845	0,715	131	< 0,001	12,3 $\times$ P-3,4 $\times$ T-4,2 $\times$ E+1215

MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; P: peso (en kg); T: talla (en cm); E: edad (años).

Resultados

El GEB de las pacientes estudiadas fue de 1916 ± 45 kcal/día (amplitud: 1.545-2.367 kcal/día). El GEB expresado en función de la MLG fue de $38,1 \pm 0,5$ kcal/kg MLG al día.

En la tabla 3 se representa la matriz de correlación entre el GEB y los distintos parámetros evaluados. Se observa que la MLG y el peso corporal son las variables que presentan un mayor coeficiente de correlación con el GEB. El IMC y la MG presentaron un coeficiente de correlación con el GEB similar y que fue superior al de la talla, la edad y el tanto por ciento de masa grasa (% MG). El parámetro que presentó una mayor correlación con la MG fue el peso corporal, seguido del IMC y del tanto por ciento de MG.

En la tabla 4 se representa el GEB de las pacientes de este estudio estimado a partir de las ecuaciones descritas por otros autores, las diferencias promedio entre el GEB estimado y el observado, el tanto por ciento que representa dicha diferencia y los coeficientes de correlación entre el GEB estimado y el observado. Cuando se incluyen las variables de composición corporal como variables independientes se observa que, en todos los casos, el GEB estimado presenta una R superior a 0,840 ($p < 0,001$) con el observado (tabla 4). Las ecuaciones con mayor coeficiente de determinación fueron las descritas por Nelson et al¹⁴ ($R^2 = 0,788$), Garrow y

Webster¹¹ ($R^2 = 0,784$) y Bernstein et al⁸ ($R^2 = 0,774$), seguidas por las de Ravussin y Bogardus⁴ y Cunningham⁹ ($R^2 = 0,749$, en ambos casos). La ecuación descrita por Dore et al¹⁰ fue la que presentó un menor coeficiente de determinación ($R^2 = 0,707$). Aunque las diferencias promedio entre el GEB estimado y el observado fueron significativas en todos los casos, cuando se aplicó la ecuación de Garrow y Webster¹¹ dicha diferencia promedio tan sólo representó el 2 % del GEB observado. En las restantes ecuaciones, la diferencia promedio representó más del 10 % del GEB observado.

El GEB estimado a partir de las variables antropométricas mostró también una relación significativa con el GEB observado ($r > 0,80$; $p < 0,01$). Los coeficientes de determinación fueron de 0,689, 0,687 y 0,646 para las ecuaciones descritas por Owen et al⁷, Harris y Benedict⁶ y Mifflin et al¹², respectivamente (tabla 4). La diferencia promedio entre ambos parámetros fue siempre significativa, excepto cuando se utilizó la ecuación descrita por Harris y Benedict⁶. Al aplicar las ecuaciones de Mifflin et al¹² y Harris y Benedict⁶, la diferencia promedio fue inferior al 10 % del GEB observado.

Los resultados del análisis de regresión múltiple se resumen en la tabla 5. Cuando se incluyeron todas las variables de composición corporal, la MLG explicó el 75 % ($R^2 = 0,749$) de la variación del GEB, sin que el resto de variables aporta-

ran un aumento significativo en la capacidad de predicción del GEB. Cuando se forzó la entrada de las otras variables, sólo la MG aumentó la capacidad explicativa hasta el 79 %.

En el análisis en el que se incluyeron únicamente las variables antropométricas, el peso explicó el 69 % ($R^2 = 0,688$) de la variación del GEB, sin que el resto de variables aportaran un aumento significativo en la capacidad de predicción del GEB. Cuando se forzó la entrada de la talla y de la edad, la capacidad explicativa aumentó en el 3 %.

Discusión

Los resultados de este estudio sugieren que la mayoría de ecuaciones de estimación del GEB no son útiles cuando se aplican a pacientes con obesidad mórbida, ya que gran parte de las ecuaciones subestiman en más del 10 % el GEB estimado respecto al GEB observado.

De las ecuaciones que incluyen las variables de composición corporal, las que presentaron una mejor predicción individual del GEB fueron las descritas por Bernstein et al⁸, Garrow et al⁵ y Nelson et al¹⁴. Sin embargo, el GEB observado fue siempre superior al estimado mediante las ecuaciones evaluadas, aunque en el caso de la ecuación de Garrow et al⁵ se observó una buena precisión (la diferencia promedio entre los valores estimados y observados fue tan sólo del 2 %). La

precisión de las restantes ecuaciones fue menor, ya que subestiman el GEB en más del 10 %. Esta diferencia promedio entre el GEB observado y el estimado oscila entre 228 kcal/día para la ecuación de Bernstein et al⁸ y 460 kcal/día para la descrita por Cunningham⁹ (tabla 4).

Estos resultados podrían sugerir la existencia de un error en la determinación del GE; sin embargo, cuando el GEB se expresó en función de la MLG o del peso corporal total, los resultados medios obtenidos fueron parecidos a los descritos por otros autores en pacientes con características similares a las del presente trabajo^{5,21,22}.

Las discrepancias entre el GEB observado y el estimado cuando se incluyen los parámetros de la composición corporal (MLG y MG) como variables independientes podría atribuirse a varios factores. Entre ellos destacaría la utilización de diferentes métodos para la determinación de la composición corporal de pacientes con obesidad mórbida.

El organismo humano está compuesto por la MLG y la MG o también puede dividirse en masa magra y tejido adiposo. Las diferencias entre los términos MLG y masa magra radican en que la MLG representa la masa no lipídica, mientras que la masa magra comprende todo lo que no es tejido adiposo. Así mismo, la MG se refiere única y exclusivamente a la grasa como sustancia química pura mientras que el tejido adiposo contiene agua (15 %) y proteínas (6 %). En el presente estudio se ha utilizado la impedancia bioeléctrica para la determinación de la composición corporal, ya que se ha demostrado que es una técnica precisa cuando se compara a la densitometría corporal total¹⁸ y que presenta múltiples ventajas frente a los demás métodos, tales como el grado de dificultad técnica y el coste, que la convierten en una técnica útil en la práctica clínica²³.

Garrow et al⁵ estiman la cantidad de MLG a partir de la media de los resultados obtenidos mediante tres métodos distintos de determinación de la composición corporal (densitometría, agua total corporal y K⁴⁰), mientras que Bernstein et al⁸ y Dore et al¹⁰ utilizan el método de determinación a partir del K⁴⁰. El método de determinación de la composición corporal mediante K⁴⁰ asume que la distribución del mismo es homogénea en la MLG y que no está presente en el tejido adiposo. De manera que cuando se utiliza este método en pacientes con obesidad mórbida, la MLG medida podría resultar errónea, ya sea por una modificación en la radiación de dicho isótopo como consecuencia de la cantidad de grasa subcutánea, ya sea por la existencia de un contenido distinto en K en la MLG respecto a los individuos en normopeso, ya sea por

la presencia de un cierto grado de retención líquida en los pacientes muy obesos^{8,23}. Nelson et al¹⁴ determinan la MLG a partir de la media de los resultados obtenidos mediante los métodos de agua corporal total, K⁴⁰ y antropometría. El método de determinación de la composición corporal a partir del agua total corporal sobrestima de manera más importante la cantidad de MLG del individuo cuando mayor es el grado de obesidad²³. Por otro lado, la determinación de la composición corporal a partir de los pliegues cutáneos en pacientes con obesidad mórbida presentan serias limitaciones, ya que es difícil obtener medidas de los pliegues cutáneos mediante los lipocalibres de presión constante comercializados²⁴. A pesar que Ravussin y Bogardus⁴ determinan la composición corporal a partir del método de densitometría corporal hidrostática, el estudio se realizó en indios Pima, que se caracterizan por presentar una gran tendencia a desarrollar obesidad y diabetes mellitus, con lo que no puede excluirse la existencia de una cierta influencia genética sobre el GEB. Junto a estas consideraciones previas, también destacarían otros factores como la inclusión de varones y de mujeres en el grupo de individuos estudiados, sin tener posteriormente en cuenta el sexo en la ecuación de predicción.

Diversos autores^{7,12} sugieren que la estimación del GEB a partir de la ecuación de Harris y Benedict⁶, debido a su baja precisión, no es útil en pacientes obesas ni en individuos en normopeso y que dicha ecuación no es representativa de la población contemporánea. Por este motivo, en la pasada década se propusieron dos nuevas ecuaciones de estimación del GEB para poder ser empleadas en la clínica^{7,12}.

En el presente estudio, como se ha comentado previamente, todas las ecuaciones que incluyen las variables antropométricas en la ecuación de predicción del GEB mostraron una relación significativa entre el GEB observado y el estimado. Sin embargo, sólo la ecuación descrita por Harris y Benedict⁶ presentó una buena precisión en la estimación del GEB (diferencia promedio entre el GEB estimado y el observado inferior al 5 %). La ecuación reseñada por Mifflin et al¹² mostró tan sólo un error del 5 %, mientras que la de Owen et al⁷ subestimó el GEB en el 15 %. La discordancia entre el GEB observado y el estimado a partir de la ecuación de Owen et al⁷ podría deberse a que ésta no incluye los parámetros edad y talla como variables independientes, lo cual disminuye, posiblemente, su precisión.

Confirmando resultados de estudios previos^{4,8-12,14,15}, se ha observado que la MLG es la que explica la mayor variabilidad del GEB y que la MG representa sólo

una pequeña parte de la variación del GEB^{14,15}. Por este motivo, las ecuaciones que incluyen las variables de composición corporal deberían presentar una mejor precisión en la predicción del GEB que cuando se incluyen únicamente las variables antropométricas. Sin embargo, los resultados del presente estudio indicarían que hay que ser prudentes al aplicar una ecuación de estimación del GEB que incluya a la MLG como variable, ya que la utilización de un método distinto para su determinación puede inducir a un importante sesgo.

Teniendo en cuenta la capacidad de predicción individual y la precisión es siempre más aconsejable utilizar una ecuación de estimación del GEB a partir de las variables de composición corporal. Si se consideran los criterios de precisión y de capacidad predictiva se sugiere utilizar la ecuación obtenida en el presente estudio para estimar el GEB en mujeres que presentan una obesidad mórbida [GEB (kcal/día) = 32,1 MLG (kg) + 5,4 MG (kg) - 48,4]. En la práctica clínica diaria y en caso de no disponer del utillaje necesario para determinar correctamente la composición corporal, se describe otra ecuación predictiva del GEB a partir del peso, la talla y la edad [GEB (kcal/día) = 12,3 P (kg) - 3,4 T (cm) - 4,2 E (años) + 1215] que presenta una mayor capacidad predictiva y precisión que las descritas en la literatura.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido financiado en parte por la DGICYT, Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto PM92-0052). M. Asunción Recasens y Marta Barenys fueron becarias de la Direcció General d'Universitats y del Ministerio de Educación y Ciencia, respectivamente. Agradecemos a la Fundación Joan Abelló Pascual por la gestión de las ayudas económicas recibidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sabaté J. La encuesta dietética: su valor en la clínica, epidemiología y política de nutrición. *Med Clin (Barc)* 1992; 98: 738-740.
2. Barret-Connor E. Nutrition epidemiology: how do we know what they are? *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 182S-187S.
3. Lichtman SW, Pisarka K, Berman ER, Pestone M, Dowling H, Offenbacher E et al. Discrepancy between self-reported and actual caloric intake and exercise in obese subjects. *N Engl J Med* 1992; 327: 1.893-1.898.
4. Ravussin E, Bogardus C. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 968-975.
5. Garrow JS, Durrant ML, Mann S, Stalley SF, Warwick PM. Factors determining weight loss in obese patients in a metabolic ward. *Int J Obes* 1978; 2: 441-447.

6. Harris J, Benedict F. A biometric study of basal metabolism in man. Washington, DC: Carnegie Institution 1919 (Publication 279).
7. Owen OE, Kalve E, Owen RS, Polansky M, Capiro S, Mazzoli MA, et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr* 1986; 44: 1-19.
8. Bernstein RS, Thornton JC, Yang MU, Wang J, Redmon AM, Pierson RN et al. Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. *Am J Clin Nutr* 1983; 37: 595-602.
9. Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 963-969.
10. Dore C, Hesp R, Wilkin SD, Garrow JS. Prediction requirements of obese patients after massive weight loss. *Hum Nutr Clin Nutr* 1982; 36C: 41-48.
11. Garrow JS, Webster J. Are pre-obese people energy thrifty? *Lancet* 1985; 1: 670-671.
12. Mifflin MD, Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Kou Yo. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 241-247.
13. Hoffmans M, Pfeifer WA, Gundlach BL, Nikrake MGM, Oude Ophuis AJM, Hantvast JGAJ. Resting metabolic rate in obese and normal weight women. *Int J Obes* 1979; 3: 111-118.
14. Nelson KM, Weinsier RL, Long CL, Schutz Y. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 848-856.
15. Weinsier RL, Schutz Y, Bracco D. Reexamination of the relationship of resting metabolic rate to fat-free mass and to the metabolically active components of fat-free mass in humans. *Am J Clin Nutr* 1992; 55: 790-794.
16. Foster GD, Wadden TA, Mullen JL, Stunkard AJ, Wang J, Feurer ID et al. Resting energy expenditure, body composition, and excess weight in the obese. *Metabolism* 1988; 37: 467-472.
17. Report of a World Health Organisation Study Group. Diabetes Mellitus. Technical Report Series, 727. Ginebra: WHO; 1985.
18. Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 255-260.
19. Lister G, Hoffman JIE, Rudolph AM. Oxygen uptake infants and children: a simple method for measurement. *Pediatrics* 1974; 53: 656-662.
20. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol (Lond)* 1949; 109: 1-9.
21. Jequier E. Does a thermogenic defect play a role in the pathogenesis of human obesity? *Clin Physiol* 1983; 3: 1-7.
22. Armenelli F, Robbi R, Zamboni M, Todesco T, Castelli S, Bosello O. Resting metabolic rate, body-fat distribution, and visceral fat in obese women. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 981-987.
23. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537-556.
24. Gray DS, Bray GA, Bauer M, Kaplan K, Gemayel N, Wood R, et al. Skinfold thickness measurements in obese subjects. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 571-577.