

Metabolismo energético en el obeso mórbido

Fernando Carrasco N.⁽¹⁾, Pamela Rojas⁽²⁾

La obesidad constituye en la actualidad un problema de suma importancia, debido a su asociación con comorbilidades (hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo II, dislipidemia, algunos tipos de cáncer, cardiopatía isquémica, problemas osteoarticulares, apnea obstructiva del sueño)⁽¹⁾; su prevalencia en aumento a nivel mundial, alcanzando cifras de 23,3% en la población mayor de 17 años en Chile⁽²⁾; y por su papel de factor de riesgo independiente de mortalidad⁽³⁾.

Las estrategias de intervención en la obesidad incluyen cambios en la alimentación, tratamiento farmacológico, terapia conductual, ejercicio físico y técnicas de cirugía bariátrica. Parte del éxito de estas intervenciones radica en realizar una estimación adecuada de los requerimientos de energía^(4,5); e independiente de la técnica que se utilice, el éxito en la pérdida de peso va a depender del balance energético negativo que se logre mantener durante un período prolongado de tiempo. La calorimetría directa o indirecta y el método del agua doblemente marcada, constituyen los instrumentos más precisos para determinar el gasto energético; sin embargo, son de un costo relativamente elevado, requieren personal entrenado y un tiempo determinado para realizarlos⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

⁽²⁾Programa de Magister en Ciencias Médicas, Mención Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Tabla 1

Gasto energético de reposo (GER) medido por calorimetría indirecta y porcentaje de masa grasa evaluado por impedanciometría bioeléctrica en 235 mujeres y 130 hombres adultos chilenos.

Variable	controles	sobrepeso	obesidad	O. mórbida	P <
Mujeres / Hombres	34 / 8	72 / 42	101 / 68	28 / 12	
Masa grasa, %					
- mujeres	26,8+-6,0	11,8+-2,4	31,8+-6,1	20,9+-6,3	0,05
- hombres	37,9+-5,3	28,5+-5,1	45,9+-5,0	38,2+-4,5	0,05
GER, kcal/kg/día					
- mujeres	20,7+-1,8	23,6+-3,3	19,7+-1,9	20,0+-2,0	0,05
- hombres	18,3+-1,7	19,0+-1,8	16,2+-1,8	17,0+-1,8	0,05
GER,kcal/kg MLG					
- mujeres	28,3+-3,4	26,8+-2,4	29,9+-4,0	26,1+-3,2	NS
- hombres	29,2+-3,5	26,9+-3,0	29,8+-3,0	27,2+-2,8	NS

* MLG: masa libre de grasa (kg).

Gasto energético en obesos mórbidos

Considerando la gran magnitud del incremento de peso que sufren los pacientes con obesidad extrema, podría pensarse que otros factores, además del exceso de ingesta de energía, contribuyen al balance energético positivo y al depósito excesivo de masa grasa. Entre estos factores, se ha intentado explicar la condición de estos pacientes obesos por un gasto energético de reposo y de 24 horas reducido. Sin embargo los estudios que evalúan el Gasto Energético Total (GET) por agua doblemente marcada y el Gasto Energético de Reposo (GER) por calorimetría indirecta en obesos no mórbidos, muestran valores absolutos mayores que en sujetos con índice de masa corporal normal⁽⁶⁻⁸⁾. Los análisis en obesos mórbidos reproducen estas observaciones, con valores absolutos de GET y GER mayores que en los sujetos no obesos, con diferencias que aumentan a mayor índice de masa corporal⁽⁹⁾.

Si bien los obesos mórbidos requieren mayor ingesta de energía para mantener un peso estable, gran parte de este exceso en

el gasto calórico se origina en un incremento en la masa libre de grasa, que se produce junto a la expansión en la masa grasa. Por esta razón, al expresar el GER por unidad de masa libre de grasa, las diferencias entre los obesos mórbidos, obesos no mórbidos y sujetos con peso normal tienden a desaparecer, como observamos en una serie publicada por nuestro grupo⁽¹⁰⁾, en que medimos el GER por calorimetría indirecta y la masa libre de grasa por impedanciometría bioeléctrica (Tabla 1).

Estimación del gasto energético en obesos mórbidos

La investigación sobre el metabolismo energético en humanos ha originado muchos intentos para establecer ecuaciones estándares, que permitan calcular el gasto energético de reposo en humanos^(4,5). En la actualidad, las ecuaciones predictivas se utilizan en forma habitual para predecir el gasto energético de reposo⁽¹¹⁾, ya que éste constituye el principal componente del gasto energético total (entre un 65 y un 75%), especialmente en personas con un estilo de

Tabla 2

Concordancia y diferencia entre el GER estimado y el GER medido con diferentes fórmulas aplicadas en mujeres con obesidad mórbida.

Fórmula	% sujetos dentro rango concordancia ($\pm 10\%$)	Diferencia estimación - medición (kcal/día)	Diferencia estimación-medición (P)
Harris y Benedict (1919)	64	85+-193	< 0,001
Estimación Rápida (2002)	61	55+-229	NS
Ireton-Jones (1992)	6	689+-329	< 0,001
Mifflin (1990)	68	6+-201	NS

vida sedentario^(12,13). Sin embargo, las fórmulas predictivas desarrolladas con este fin, provienen de poblaciones de diferentes etnias, edades e índice de masa corporal, por lo cual es posible encontrar errores de gran magnitud en los valores estimados, al compararlos con el gasto energético de reposo medido (GERm).

Una de las ecuaciones más utilizadas, la fórmula de Harris y Benedict, desarrollada a partir de población con peso normal, ha mostrado subestimar el gasto energético de reposo de los individuos con obesidad cuando se utiliza el peso corporal ideal, y sobreestimarlos cuando se utiliza el peso corporal real^(14,15). Para solucionar este problema, se ha recomendado utilizar un "peso ajustado" en un 25% en pacientes con obesidad, [(Peso real - Peso ideal) * 0,25] + Peso ideal]. El concepto detrás de esta recomendación es asumir que el 25% del exceso de peso está formado por masa magra, metabólicamente activa, mientras que el 75% restante corresponde a tejido adiposo relativamente inerte^(11,14).

Ireton-Jones desarrolló una ecuación para estimar los requerimientos de energía en los pacientes con obesidad, la cual fue revisada y ajustada el 2002⁽¹⁶⁾, aunque sólo para el grupo de pacientes en ventilación mecánica. Esta ecuación ha sido sugerida por algunas agrupaciones para ser utilizada

como primera alternativa en pacientes con obesidad⁽¹⁷⁾.

Por otro lado, Mifflin reclutó personas con distintos estados nutricionales para desarrollar una ecuación predictiva, la cual ha mostrado en algunos estudios ser precisa para estimar el GER en individuos con obesidad^(5,11).

En un estudio publicado el año 2002 por nuestro grupo⁽¹⁰⁾, al medir el gasto energético de reposo en un grupo de pacientes con obesidad mórbida, encontramos que un método tan simple como calcular el GER como 16,2 kcal/día por kg. de peso real en mujeres o 17 kcal/día por kg. de peso real en hombres, nos podría llevar a una estimación fidedigna del GER para este grupo de pacientes en particular.

Para probar esta hipótesis estudiamos la capacidad de este simple método, o "Estimación Rápida", para predecir el GER en comparación con las ecuaciones tradicionales para población sana y con las fórmulas para población obesa, aplicándolas en una muestra de pacientes estudiados antes de someterse a un *bypass* gástrico (Proyecto Fondecyt N° 1040765). Los pacientes tenían entre 17 y 58 años y un IMC entre 36 y 59 kg/m²; 8 pacientes presentaban obesidad severa (IMC ≥ 35 kg/m²) y 58 obesidad mórbida (IMC ≥ 40 kg/m²). Al comparar el GER medido con el GER estimado con las

distintas ecuaciones, se encontró que las ecuaciones de Harris y Benedict y de Ireton-Jones, sobreestiman el gasto energético de manera significativa, en 85 ± 193 kcal/día (-510 a +460) y 689 ± 329 kcal/día (-192 a +1395), respectivamente. Con la estimación rápida y la ecuación de Mifflin se sobreestima en 55 ± 229 kcal/día (-662 a +546) y 6 ± 201 kcal/día (-643 a + 372), en forma respectiva, pero esta diferencia con el GERm no es estadísticamente significativa (Tabla 2). La mayor concordancia, considerando un error de $\pm 10\%$, se observa con las ecuaciones de Mifflin (68% de concordancia), la ecuación de Harris-Benedict con peso real (64% de concordancia) y la Estimación Rápida (61% de concordancia). Por otro lado, con la ecuación Harris-Benedict con peso ajustado y la ecuación de Ireton-Jones, sólo el 26% y el 6% de sus estimaciones, respectivamente, varían $\pm 10\%$ respecto del GER medido.

Similares resultados se observan en los estudios de Das et al⁽⁹⁾, en que las fórmulas originadas en población no obesa, como las de FAO/OMS y de Harris y Benedict, son las que mejor estiman el GER en obesos mórbidos. En contraste, las ecuaciones específicas para obesos, como las de Bernstein y de Ireton-Jones, mostraron ser muy inexactas en este tipo de pacientes.

Cambios en el gasto energético después de la cirugía bariátrica

Los estudios efectuados en pacientes sometidos a restricción energética muestran que, durante la fase de reducción de peso, se produce una disminución del GET y del GER que excede a la pérdida de masa corporal⁽¹⁸⁻²⁴⁾. Esta adaptación metabólica se ha postulado como una limitación para la pérdida de peso o para la mantención del peso reducido en el largo plazo.

La persistencia de esta disminución del GER y GET después de la estabilización del peso corporal a largo plazo es controversial. Las discrepancias probablemente se originen en que no todos los estudios analizan la reducción esperada en el gasto energético atribuible a las pérdidas de masa libre de grasa y de masa grasa.

Si bien los pocos trabajos que evalúan el cambio en el GER después de una reducción masiva de peso posterior a una cirugía bariátrica muestran valores más bajos que lo esperado de acuerdo al cambio en la composición corporal⁽²⁵⁻²⁷⁾, el estudio de Das et al⁽²⁸⁾ enfatiza el impacto de la reducción en la masa grasa, además de la masa libre de grasa, en este cambio. Los autores concluyen que si se considera el cambio en ambos compartimentos corporales, no habría adaptación energética después de la pérdida masiva de peso después de un *bypass* gástrico.

En una serie de 31 pacientes sometidos a *bypass* gástrico en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile⁽²⁹⁾, la reducción de peso se asoció a una disminución significativa del GER por unidad de masa libre de grasa (GER/MLG), presentando una mayor disminución aquellos pacientes con GER inicial más elevado. Al respecto, Das et al⁽²⁸⁾, postulan que una mayor ingesta energética en sujetos con mayor peso, conduciría en forma compensatoria a un mayor GER/MLG, y que al estar restringida la ingesta alimentaria en el postoperatorio, desaparecería esta compensación observándose una mayor reducción del GER en estos pacientes. Lo anterior concuerda con lo obtenido en nuestra serie, ya que el GER inicial se correlacionó significativamente con la ingesta energética preoperatoria. Así también en esta serie hubo una correlación positiva y significativa del GER/MLG inicial,

con el cambio de este mismo parámetro en el postoperatorio, lo que concuerda con lo postulado por Das^(9,28), en relación a la adaptación metabólica de aquellos pacientes con mayor GER previo a la cirugía, que experimentan una mayor pérdida de peso. La adaptación metabólica en los pacientes estudiados, en que el GER/MLG a los 6 meses de la operación fue 83 kcal/día menor al valor esperado según masa libre de grasa, masa grasa y edad, podría estar mediada también por cambios en los niveles de hormonas tiroideas, leptina, tono simpático, entre otros, factores que no fueron evaluados en nuestro estudio. La disminución en la ingesta alimentaria, que conduce a un gran déficit energético, podría relacionarse con el grado de adaptación metabólica, pero en nuestra serie, la correlación entre el cambio de ingesta energética y el cambio en el GER/MLG no llegó a ser estadísticamente significativa.

La correlación positiva entre el cambio en el GER/MLG y la reducción en la masa grasa, hace pensar en una influencia de la reducción del volumen de tejido adiposo en esta adaptación metabólica, probablemente por la variación en niveles plasmáticos de mediadores derivados de este tejido, tales como la leptina.

Gasto energético como predictor de la reducción de peso después del *bypass* gástrico

Varios estudios han concordado en mostrar un mayor éxito en la reducción de peso después del *bypass* gástrico en pacientes con mayor peso, índice de masa corporal y masa grasa inicial. En cambio no se ha demostrado que el GER o el GET preoperatorio se relacione con la reducción de peso en el período postoperatorio^(27,30,31). En nuestra serie de 31 pacientes estudiados antes y 6 meses des-

pués del *bypass* gástrico, el GER, como valor absoluto o expresado por unidad de masa libre de grasa, no se relacionó con la reducción de peso al 6° mes. En cambio, en el análisis multivariado otros parámetros preoperatorios como el peso, circunferencia de cintura e insulinemia fueron los mejores predictores, explicando en conjunto un 45% de la pérdida del peso inicial.

Referencias

1. WHO. Obesity. Preventing and management the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO, 1997.
2. MINSAL. Encuesta Nacional de Salud. Chile 2003. Informe Técnico del Departamento de Salud Pública de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) para la división de Rectoría del Ministerio de Salud. Marzo 2004. Disponible en: http://epi.minsal.cl/epi/html/invest/ENS/ENS_mayo2004.pdf.
3. Drenick EJ, Bale GS, Seltzer F, Johnson DG. Excessive mortality and causes of death in morbidity obese men. JAMA 1980; 243: 443-5.
4. Reeves M: Predicting energy requirements in the clinical setting: Are current methods evidence based? Nutr Rev 2003; 61: 143-51.
5. Frankenfield DC, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of Predictive Equations for Resting Metabolic Rate in Healthy Nonobese and Obese Adults: A Systematic Review. J Am Diet Assoc 2005; 105: 775-89.
6. Black AE, Coward WA, Cole TJ, Prentice AM. Human energy expenditure in affluent societies: an analysis of 574 doubly-labelled water measurements. Eur J Clin Nutr 1996; 50: 72-92.
7. Prentice AM, Black AE, Coward WA, Cole TJ. Energy expenditure in overweight and obese adults in affluent societies: an analysis of 319 doubly-labelled water measurements. Eur J Clin Nutr 1996; 50: 93-7.
8. Schoeller DA. Recent advances from application of doubly-labelled water to measurement of human energy expenditure. J Nutr 1999; 129: 1765-8.

9. Das SK, Saltzman E, McCrory MA. Energy Expenditure Is Very High in Extremely Obese Women. *J Nutr* 2004; 134: 1412-6.
10. Carrasco F, Reyes E, Nuñez, Riedemann K, Rimler O, Sanchez G, Sarrat G. Gasto energético de reposo medido en obesos y no obesos: comparación con la estimación por fórmulas y ecuaciones propuestas para población chilena. *Rev Med Chile* 2002; 130: 51-60.
11. Frankenfield DC, Rowe WA, Smith JS, Cooney RN. Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. *J Am Diet Assoc* 2003; 103: 1152-9.
12. Wang Z, Heshka S, Zhang K, Boozer C, Heymsfield S. Resting Energy Expenditure: Systematic Organization and Critique of Prediction Methods. *Obes Res* 2001; 9: 331-6.
13. Siervo M, Boschi V, Falconi C. Which REE prediction equation should we use in normal-weight, overweight and obese women? *Clin Nutr* 2003; 22(2): 193-204.
14. Matarese L, Gottschlich M. *Nutrición Clínica Práctica*. España, Madrid: Editorial Elsevier, 2004: 606-11.
15. Choban PS, Flancbaum L. Nourishing the obese patient. *Clinical Nutrition* 2000; 19(5): 305-11.
16. Ireton-Jones C, Jones JD. Improved Equations for Predicting Energy Expenditure in Patients: The Ireton-Jones Equations. *Nutr Clin Pract* 2002; 17: 29-31.
17. Soulsby C, Weekes E. Estimating nutritional requirements. *Penlines* 2003; 22: 4-5.
18. Ravussin E, Burnand B, Schutz Y, Jequier E. Energy expenditure before and during energy restriction in obese patients. *Am J Clin Nutr* 1985; 41: 753-9.
19. Leibel RL, Rosenbaum M, Hirsch J. Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *N Engl J Med* 1995; 332: 621-8.
20. Elliot D, Goldberg L, Kuehl KS, Bennett WM. Sustained depression of the resting metabolic rate after massive weight loss. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 93-6.
21. Heshka S, Yanh M-U, Wang J, Burt P, Pi-Sunyer FX. Weight loss and change in resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1990; 52: 981-6.
22. Valtuena S, Blanch S, Barenys M, Sola R, Slas-Salvado J. Changes in body composition and resting energy expenditure after rapid weight loss: is there an energy-metabolism adaptation in obese patients? *Int J Obes* 1995; 19: 119-25.
23. Doucet E, St Pierre S, Almeras N, Mauriege P, Richard D, Tremblay A. Changes in energy expenditure and substrate oxidation resulting from weight loss in obese men and women: is there an important contribution from leptin? *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 8: 1550-6.
24. Carrasco F, Reyes E., Charlin V., Kehr J. Sarrat M., Nuñez C. Cambios en el gasto energético de reposo después de la reducción ponderal en mujeres obesas. *Revista Nutrición Clínica* 2001; 10: 135-43.
25. Van Gemert WG, Westerterp KR, Van Acker BA, Wagenmakers AJ, Halliday D, Greve JM, Soeters PB. Energy substrate and protein metabolism in morbid obesity before, during and after massive weight loss. *Int J Obes* 2000; 24: 711-8.
26. Westerterp KR, Saris WH, Soeters PB, ten Hoor F. Determinants of weight loss after vertical banded gastroplasty. *Int J Obes* 1991; 15: 529-34.
27. Bobbioni-Harsch E, Morel P, Huber O, Assimacopoulos-Jeannet F, Chassot G, Lehmann T, Volery M, Golay A. Energy economy hampers body weight loss after gastric bypass. *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 85: 4695-700.
28. Das SK, Roberts SB, McCrory MA, Hsu LK, Shikora SA, Kehayias JJ, Dallal GE, Saltzman E. Long-term changes in energy expenditure and body composition after massive weight loss induced by gastric bypass surgery.. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 22-30.
29. Carrasco F, Papapietro K, Echenique C, Lisboa C, Salazar G, Csendes A, Díaz E. Changes on energy expenditure and body composition after weight loss following bariatric surgery. *Obes Res* 2003; 11 (Suppl.): A108.
30. Ott MT, Ott L, Haack D, Colacchio TA, Lewis J. The MEE/PEE ratio as a predictor of excess weight loss for up to 1 year after vertical banded gastroplasty. *Arch Surg* 1992; 127: 1089-93.
31. Camerini G, Adami GF, Marinari GM, Campostano A, Ravera G, Scopinaro N. Failure of preoperative resting energy expenditure in predicting weight loss after gastroplasty. *Obes Res* 2001; 9: 589-91.