

Determinación del Gasto Energético Básico

J. F. PATIÑO, M. D., FACS (Hon), MSCC (Hon).

Palabras claves: Gasto energético basal, Soporte metabólico y nutricional, Ecuación de Harris-Benedict, Calorimetría indirecta, Excreción de creatinina, Gasto energético en reposo.

El gasto energético basal (GEB), o gasto metabólico basal (GMB) o gasto energético en reposo (GER), puede ser estimado en forma grosera, pero bastante aproximada, mediante la sencilla fórmula siguiente:

$GMB = 20 - 22 \times \text{peso ideal en kg.}$

La manera más precisa de realizar esta determinación, en cualquier momento y con cualquier secuencia, es mediante la calorimetría indirecta.

La medición de la excreción urinaria de creatinina en 24 horas permite una determinación bastante aproximada del GMB y hace innecesario realizar determinaciones frecuentes por el más complejo y costoso método de calorimetría indirecta, el cual, por lo demás, no es universalmente accesible.

INTRODUCCION

Los notables avances logrados en el soporte metabólico y nutricional desde la introducción y popularización de la nutrición parental total hacia el final de los años 1960s han estimulado el desarrollo de métodos para determinar el gasto energético real en pacientes afectados por las diferentes condiciones clínicas en las cuales se utiliza este tipo de soporte.

A continuación se enumeran los métodos que nuestro Servicio de Soporte Metabólico y Nutricional emplea en la práctica clínica diaria.

1) **Ecuación de Harris-Benedict.** En 1919 Harris y Benedict publicaron su famoso estudio sobre 249 sujetos, el cual les permitió derivar la ecuación que hoy se conoce con su nombre, para estimar el gasto metabólico basal (GMB), o gasto energético basal (GEB) (que en la práctica clínica realmente corresponde al gasto energético en reposo) a partir de la talla, peso, edad y sexo (2):

GMB (hombres): $66.4730 + (13.7516 \times P) + (5.0033 \times T) - (6.7550 \times E).$

GMB (mujeres): $655.0950 + (9.563 \times P) + (1.8496 \times T) - (4.6756 \times E).$

Donde P= peso en kg, T= talla en cm y E= edad en años

La estrecha correlación entre el valor que se obtiene mediante la aplicación de la ecuación de Harris-Benedict y la medición real del intercambio gaseoso por el método de calorimetría indirecta, ha sido bien demostrada (3,9), aunque recientemente se ha informado que la ecuación de H-B tiende a sobreestimar el gasto calórico en 10% a 15% (4) y a ser menos exacta en individuos desnutridos (7).

2) **Calorimetría indirecta.** Es el método mediante el cual se miden el tipo y la rata de oxidación de sustratos y la producción de calor *in vivo* a partir de la determinación del intercambio gaseoso (consumo de oxígeno y producción de anhídrido carbónico). Las consideraciones térmicas asociadas con el metabolismo energético realmente no son tomadas en cuenta en la calorimetría indirecta, la cual se refiere primordialmente a los requerimientos de carburantes y a la relación del intercambio gaseoso, así como a la oxidación de un alimento en particular (1).

Desde el punto de vista práctico, la utilidad y precisión de la ecuación de H-B, pero aplicando siempre el valor del peso ideal en pacientes con sobrepeso, y del peso actual en pacientes con peso inferior al ideal, ha sido probada en nuestro servicio de Soporte Metabólico y Nutricional (5).

Lo anterior confirma la opinión originalmente expuesta por Harris y Benedict, y más tarde por Moore (6), de que el "peso metabólico", o sea, el equivalente a la masa celular corporal, es el factor determinante principal, más que el sexo y la edad, del gasto energético. Se entiende por "peso metabólico" el peso ideal de la persona; sin embargo, y como es obvio, en la práctica clínica se usa como "peso metabólico" en una persona con peso subnormal el peso real, que es el representativo de la masa celular corporal en el momento en que se hace la determinación.

Se ha comprobado que el peso corporal es un factor de referencia tan adecuado como la superficie corporal o la

Doctor José Félix Patiño, Jefe del Dpto. de Cirugía, Fundación Santa Fe de Bogotá, Bogotá, Colombia.

masa corporal magra para la determinación del gasto energético (8).

Las nuevas tecnologías de calorimetría directa, derivadas del antiguo método de medición del metabolismo basal (medición en estado de reposo absoluto), permiten actualmente realizar la determinación, al lado de la cama del paciente, del gasto metabólico en reposo, en cualquier momento y con cualquier secuencia.

El cociente respiratorio (RQ) es un componente muy útil en la determinación por calorimetría indirecta, por cuanto establece el equivalente calórico del oxígeno. El RQ tiene un valor de 0.71 para la oxidación de grasa, de 1.0 para la oxidación de carbohidrato y de 0.81 para la oxidación de proteína (1,5). Valores superiores a 1.0 son indicativos de lipogénesis a partir de carbohidratos, fenómeno que es francamente indeseable en pacientes en estado crítico, por cuanto significa un estrés metabólico adicional y el depósito anormal de grasa en el hígado (5,11,12).

Weir (10) señaló la mínima corrección que implica la oxidación de proteínas y propuso un sencillo factor que hace innecesario conocer la excreción de nitrógeno; Consolazio (13) también ha propuesto una fórmula simplificada.

Como resultado de la calorimetría indirecta realizada en pacientes en diversos grados de estrés, se ha podido racionalizar la provisión calórica y administrar cargas de glucosa bastante inferiores a las que fueron usuales en el pasado (11,12). Con ello se rebajan costos biológicos y, ciertamente, los costos económicos.

3) Cálculo del GMB a partir de la excreción de creatinina. El grupo de Blackburn de Boston ha propuesto una fórmula para determinar el gasto energético en reposo (GER) a partir de la medición de la excreción urinaria de creatinina en 24 horas (14,15):

$$GER = 0.48 (X) + 964.$$

Donde X es la excreción urinaria de creatinina en 24 horas expresada en miligramos.

Los estudios de Blackburn y col. han demostrado una correlación estadísticamente significativa entre el GER (kcal) y la excreción urinaria de creatinina (24 horas), por lo cual la anterior ecuación viene a ser una manera más certera de determinar el gasto energético que las ecuaciones que se basan en talla, peso, edad y sexo (14,15).

El mismo grupo (15,16) también ha presentado una fórmula para la determinación del GER en pacientes sometidos a cuidado intensivo quirúrgico:

$$GER = 620, 2 + [27,3 \times \text{peso (kg)}] \\ + [28,8 \times \text{RGB (cel/mm}^3)] - [603.2 \times \text{sexo} \\ \text{hombre} = 1, \text{ mujer} = 2] \\ - [0.66 \times \text{creatinina urinaria (g/24 horas)}]$$

Donde RGB es el recuento globular blanco expresado en leucocitos por milímetro cúbico, y no por decilitro de sangre.

En esta fórmula se introduce el recuento leucocitario como factor de aumento del gasto energético. Con leucocitosis moderada resulta muy aumentado el valor, acercándose entonces, si se aplica como cálculo de provisión, a las provisiones calóricas un tanto excesivas que han sido preconizadas en el pasado por el mismo grupo de Blackburn (11,12).

4) Una fórmula elemental. Es interesante saber que estos autores también señalan que, como fórmula empírica y para uso práctico en grupos generales de pacientes, la siguiente y muy sencilla ecuación es útil y fácil para estimar el GER (15,16):

$$GER = 22 \times \text{peso corporal (kg)}$$

La anterior fórmula ha sido aplicada desde hace tiempo en nuestro Servicio de Soporte Metabólico y Nutricional utilizando el factor 20, o más precisamente 22, para multiplicarlo por el peso corporal ideal (5).

ABSTRACT

The Harris-Benedict equation allows an accurate estimation of the resting energy expenditure or resting metabolic rate.

A gross estimation, but still closely approximated to the true value, of the resting metabolic rate, can be obtained by the application of a simple formula:

$$R.M.R. (Cal) = 20-22 \times \text{ideal body weight (kg)}.$$

The most precise method for the quantification of RMR, at any given time, is indirect calorimetry.

Quantification of urinary creatinine excretion during a 24 hour period permits a close approximation to the real R.M.R. and facilitates patient management, making frequent indirect calorimetry measurements unnecessary. Furthermore indirect calorimetry is a complex and expensive method, not universally available for general clinical practice.

REFERENCIAS

- Bursztein S, Elwyn D H, Askanazi J, Kinney, J M: Indirect calorimetry: History and overview In: Energy Metabolism, Indirect Calorimetry, and Nutrition. Baltimore, Williams & Wilkins, 1989
- Harris J A, Benedict F G: A Biometric Study of Basal Metabolism in Man. Publication 279, Washington, DC, Carnegie Institution, 1979
- Long C L, Schaffel N, Geiger, J W et al: Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. JPEN 1979; 3:452
- Daly J M, Heymsfield, S B, Head C A et al: Human energy requirements over-estimation by widely used prediction equations. Am Soc Clin Nutr 1985; 42:1170
- Patiño J F: Metabolismo, Nutrición y Shock en el paciente Quirúrgico. Tercera Edición, Bogotá, Fundación Lucía Patiño Osorio y Carlos Valencia, Editores, 1985
- Moore F D, Olesen K H, McMurrey F D et al: The Body Cell Mass and its Supporting Environment: Body Composition in Health and Disease.

- Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1963
7. Roza A M, Shlsgal, H M: The Harris-Benedict equation reevaluated: Resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr* 1984; 40:168
 8. Owen O E, Holup J L, D' Alessio D A et al: A reappraisal of the caloric requirements of men. *Am J Clin Nutr* 1987; 46:875
 9. Feurer I D, Crosby L O, Mullen J L: Measured and predicted resting energy expenditure in clinically stable patients. *Clin Nutr* 1984; 3:27
 10. Weir J B de V: New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949; 109:1
 11. Patiño J F: Requerimientos calóricos y energéticos en el paciente quirúrgico. *Rev Col Cirug* 1987 agt; 2(2): 167
 12. Patiño J F: Soporte metabólico hipocalórico del paciente en estado séptico. En: *Infección Quirúrgica*. Fundación Santa Fe de Bogotá, Centro Médico de los Andes. Bogotá, 1989
 13. Consolazio C F, Johnson R E, Pecora L J: *Physiologic Measurements of Metabolic Functions in Man*. New York, McGraw Hill, 1963
 14. Shanbhogue R L K, Bistrían B R, Swenson S, Blackburn G L: Twenty-four urinary creatinine: a simple technique for estimating resting energy expenditure in normal population and hospitalized patients. *Clin Nutr* 1987; 6:221
 15. Blackburn G L, Bell S J, Mullen J L: Appendix B: Macronutrient requirements. In: *Nutritional Medicine. A Case Management Approach*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1989
 16. Hunter D C, Jaksie T, Lewis D et al: Resting energy expenditure in the critically ill: estimation versus measurement. *Brit J Surg* 1988; 75:875