

## Original

# Calorimetría indirecta en el enfermo crítico: validez de la medición durante 10 minutos

P. Marsé Milla, J. M.<sup>a</sup> Raurich Puigdevall, J. Homar Ramírez, M. Riera Sagrera y J. Ibáñez Juvé

*Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario Son Dureta. Palma de Mallorca.*

### Resumen

**Objetivo:** No existen estándares definidos sobre la duración y frecuencia de la medición de la calorimetría indirecta, hecho que tiene importancia en la práctica asistencial diaria. Se valora el grado de concordancia entre el gasto energético en reposo (GER) medido en un espacio de tiempo corto (10 minutos) frente a otro prolongado (1 hora).

**Pacientes:** Se estudiaron 60 pacientes críticos, sedoanalgesiadados y conectados a ventilación mecánica. **Intervenciones:** El GER se determinó mediante un computador metabólico (Engström Eliza) en condiciones de reposo. Se valoró la reproducibilidad y el grado de acuerdo de las mediciones hechas en ambos períodos de tiempo.

**Resultados:** Los valores medios de las determinaciones de GER a 10 y 60 minutos fueron de  $1818 \pm 319$  Kilo-calorías/día y de  $1815 \pm 318$  Kcal/día. Los límites de acuerdo entre ambos tiempos fueron de  $-101$  a  $+117$  Kilo-calorías/día y la correlación fue significativa ( $r = 0.98$ ,  $p < 0,0001$ ).

**Conclusiones:** En los pacientes críticos, sedados y en ventilación mecánica, la medición del GER puede hacerse en períodos de tiempo cortos (10 minutos) siempre que se cumplan unas condiciones basales de exploración, lo que permite una mayor disponibilidad de los recursos usados para el estudio de la calorimetría indirecta.

(*Nutr Hosp* 2004, 19:95-98)

Palabras clave: *Calorimetría indirecta. Tiempos de medición. Enfermo crítico.*

### INDIRECT CALORIMETRY IN CRITICAL ILL PATIENTS: VALIDITY OF MEASUREMENT FOR TEN MINUTES

#### Abstract

**Goal:** There are no gold standards on the duration and frequency of the measurement of indirect calorimetry, a fact of importance in daily clinical practice. An assessment of is made of the degree of concordance between energy expenditure at rest (EER) measured over a short interval (10 minutes) versus another prolonged measurement (1 hour).

**Patients:** Sixty critically-ill patients, under sedation and analgesia with connection to mechanical ventilation, were studied.

**Interventions:** EER values were determined by means of a metabolic computer analysis (Engström Eliza) at rest. The reproducibility and the degree of concordance were assessed in the measurements made with both periods. **Results:** The mean values of the EER determinations at 10 and 60 minutes were  $1,818 \pm 319$  kilocalories/day and  $1,815 \pm 318$  Kcal/day. The limits of the concordance between both times were  $-101$  and  $+117$  kilocalories/day and the correlation was significant ( $r = 0.98$ ,  $p < 0.0001$ ).

**Conclusions:** In critically-ill patients under sedation and with mechanical ventilation, the measurement of EER may be taken over short periods of time (10 minutes) providing that baseline examination conditions are met, thus giving greater availability of the resources used to study indirect calorimetry.

(*Nutr Hosp* 2004, 19:95-98)

Key words: *Indirect calorimetry. Measurement times. Critically-ill patients.*

**Correspondencia:** Dr. P. Marsé Milla.  
S. Medicina Intensiva. H.U. Son Dureta  
C/ Andrea Doria, 55.  
07014 Palma de Mallorca  
pmarse@telefonica.net

Recibido: 14-IV-2003.  
Aceptado: 24-VII-2003.

### Introducción

Para el cálculo del gasto energético en reposo (GER) se han propuesto diferentes fórmulas basadas en los datos antropométricos del paciente, de las que la más conocida y utilizada es la de Harris-Benedict<sup>1</sup>, que fue obtenida de una población sana y ha sufrido

adaptaciones a la situación clínica de los pacientes: traumatismo, sepsis, ...<sup>2</sup>, siempre ligadas a una valoración subjetiva del observador ante la imposibilidad de reflejar las múltiples variaciones del estado clínico y del tratamiento<sup>3</sup> de estos enfermos y con una clara tendencia a supra o infravalorar el GER según la fórmula y las correcciones empleadas<sup>4</sup>.

La medición del GER mediante calorimetría indirecta proporciona datos reales; sin embargo pese a la indiscutible utilidad de esta técnica, no existe un claro consenso sobre la realización de la misma, por lo que no se han definido estándares de duración de la prueba, ni frecuencia de repetición de la misma. La posible mayor fiabilidad de una medición continua o en períodos prolongados de tiempo (8-12 horas) tiene el inconveniente de ser poco práctica para la valoración asistencial diaria de los enfermos críticos.

Planteamos un estudio que valore en pacientes en ventilación mecánica y bajo sedación-analgésia el grado de concordancia entre el GER medido durante un corto espacio de tiempo de diez minutos y otro más prolongado de una hora.

## Material y método

Se estudiaron 60 pacientes críticos tratados con ventilación mecánica, hemodinámicamente estables y sometidos a sedoanalgesia (tabla I).

Para determinar el GER se usó el computador metabólico (Engström Eliza mc) del respirador Engström Elvira (Engström Medical AB. Bromma. Suecia). El cálculo se realiza a través de la fórmula de Weir simplificada a partir de la medición del consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) y la producción de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>):

$$\text{GER} = (3,9 \cdot \text{VO}_2 + 1,1 \cdot \text{VCO}_2) \times 1,44$$

Donde el GER se expresa como kcal/día, VO<sub>2</sub> y VCO<sub>2</sub> en ml/min, siendo 1,44 el factor de conversión de minutos a días y de mililitros a litros<sup>5</sup>.

Los pacientes se mantenían en condiciones de reposo que venían definidas por: posición de decúbito supino con la cabeza incorporada 30°, administración

endovenosa continua de sedantes y analgésicos, volumen minuto del respirador constante durante las dos horas previas a la medición y ausencia de procedimientos diagnósticos o terapéuticos (aspiraciones, aseo, punciones, ...) en los 30 minutos anteriores. Desde varias horas previas a las mediciones y durante las mismas, se mantenía la misma perfusión continua de nutrición artificial (enteral o parenteral).

El GER se determinó durante diez minutos y durante una hora. En cada período de tiempo la determinación fue la media de las mediciones realizadas por el computador metabólico cada dos minutos: cinco para el período de diez minutos y treinta para el de una hora.

Para establecer la reproducibilidad de las mediciones de 10 y 60 minutos, en dos grupos distintos de 25 pacientes y en las mismas condiciones de exploración, se realizaron determinaciones del GER durante dos períodos de 10 minutos y otros dos períodos de 60 minutos.

En el estudio estadístico se ha seguido la metodología de Bland y Altman<sup>6</sup> tanto para valorar la reproducibilidad de cada una de las mediciones como el grado de acuerdo entre los dos períodos de tiempo. La reproducibilidad de cada medición de GER (diez minutos frente a una hora) se realizó por el cálculo de la media y la desviación estándar (DE) de los datos obtenidos. El grado de acuerdo entre las dos medidas de GER se valoró con la media de ambas. El acuerdo o falta de acuerdo se estableció con el cálculo del sesgo. Dado que se considera válida la reproducibilidad del 14%<sup>7</sup> de la fórmula de Harris-Benedict, se ha establecido como "clínicamente" aceptable un límite de acuerdo hasta el 15%. Se utilizó la relación lineal para comparar el GER a los diez minutos y a la hora. Se consideró significativo un valor de p inferior a 0,05.

## Resultados

### Reproducibilidad de la medición del GER

Los valores medios de las 25 primeras y de las 25 segundas mediciones del GER en 10 minutos, fueron de 2.066 ± 319 Kcal/día y de 2.068 ± 319 Kcal/día respectivamente; para las de 60 minutos fueron de 1.850 ± 354 Kcal/día y de 1.860 ± 362 Kcal/día. Las diferencias entre ambas mediciones de GER fueron de 2,3 ± 66,8 Kcal/día para las determinaciones a los 10 minutos y de 9,5 ± 51,1 Kcal/día para las de 60 minutos. Los coeficientes de reproducibilidad fueron de 134 Kcal/día y de 102 Kcal/día respectivamente, que corresponden a valores del 6% y del 5% del GER respectivamente.

### Comparación del GER medido en períodos de 10 y 60 minutos

Los valores medios de las determinaciones de GER a los 10 y a los 60 minutos, en los 60 pacientes, fueron de 1.818 ± 319 Kcal/día y de 1.815 ± 318 Kcal/día respectivamente. Entre ambas mediciones de GER la correlación fue estadísticamente significativa

Total casos	60
Sexo: Hombres/Mujeres	48/12
Edad (años)	53,3 ± 19,4
Peso (Kg)	74,6 ± 15,7
Talla (cm)	166 ± 9,8
SAPS II	35,4 ± 12
Temperatura (°C)	37,4 ± 0,6
TAM (mmHg)	79,3 ± 14,4
FC (latidos/min)	89 ± 19
FIO <sub>2</sub> (%)	0,45 ± 0,10
VT (ml)	590 ± 69
FR (respiraciones/min)	16 ± 5

( $r = 0,98$ ,  $p < 0,0001$ ), y la fórmula que los relaciona:  $GER_{60 \text{ min}} = 32,7 + 0,98 \times GER_{10 \text{ min}}$  (fig. 1).

La diferencia media del GER en los dos períodos de tiempo fue de  $3,3 \pm 57$  Kcal/día. Los límites de acuerdo entre ambos tiempos de medición fueron de  $-101$  a  $117$  Kcal/día (fig. 2), lo que equivale al 6% del GER medio. El 95% del intervalo de confianza del sesgo fue de  $-11$  a  $+18$  Kcal/día.

## Discusión

Según nuestros resultados, en los pacientes críticos, con ventilación mecánica y sedados, se pueden valorar

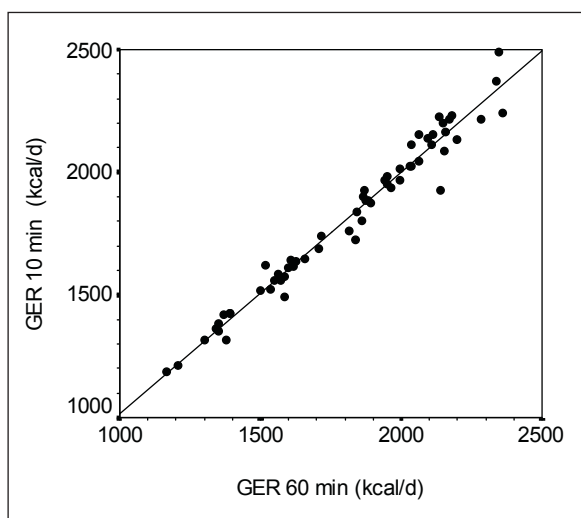


Fig. 1.—Correlación entre el gasto energético de reposo (GER) medido durante 10 minutos ( $GER_{10 \text{ min}}$ ) y durante 60 minutos ( $GER_{60 \text{ min}}$ ).

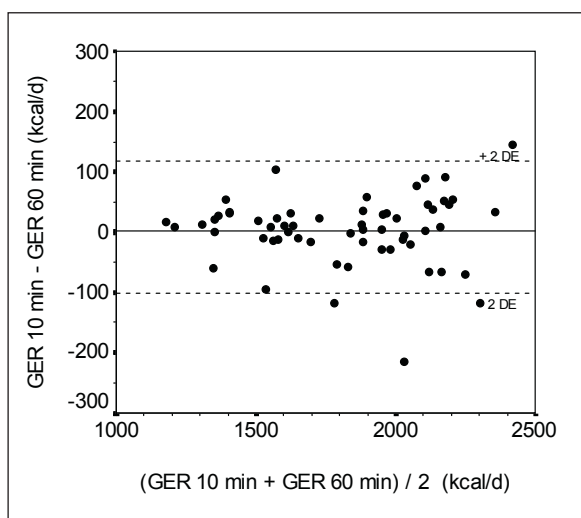


Fig. 2.—Diferencias del gasto energético en reposo (GER) medido durante diez minutos ( $GER_{10 \text{ min}}$ ) y durante 60 minutos ( $GER_{60 \text{ min}}$ ). Cada valor de GER es el promedio de una doble determinación.

las necesidades energéticas mediante medición de la calorimetría indirecta en periodos de tiempo cortos (10 minutos) siempre que se cumplan unas condiciones basales predeterminadas al realizar la técnica. El coste de los equipos y de los técnicos que los manejan, requiere que se establezca un sistema lo más eficiente posible para determinar las necesidades energéticas en aquellos pacientes que por sus características no sean correctamente valorados por las diversas fórmulas predictivas de uso habitual en la práctica clínica.

Según Smyrnios<sup>8</sup>, que comparó en 8 pacientes críticos, períodos de medición de 30 minutos frente a la medición continua durante 24 horas, los valores obtenidos en las determinaciones cortas (30 minutos) son útiles para los propósitos clínicos de evaluación de estos pacientes y son más fiables si se realizan en situaciones de estabilidad de volumen minuto respiratorio, tensión arterial y frecuencias cardíaca y respiratoria. Nuestros pacientes cumplían las antedichas indicaciones de estabilidad y se evitaban los efectos que sobre las mediciones tienen el dolor, la administración discontinua de la dieta o la fiebre; así mismo los pacientes se exploraban en ausencia de maniobras que pueden aumentar el GER durante los 30 minutos anteriores para restablecer las condiciones de reposo.

Sin embargo, las maniobras que incrementan claramente el GER lo hacen por períodos muy limitados de tiempo y su repercusión sobre el consumo energético total del día es muy poco significativa. Swinamer<sup>9</sup> establece, para diversas actividades cotidianas, aumentos tan importantes como un  $36 \pm 12\%$  al pesar al enfermo,  $20 \pm 10\%$  con la fisioterapia,  $19 \pm 11\%$  en el aseo y  $22 \pm 16\%$  en la realización de una radiografía de tórax, pero la transitoriedad de estas prácticas hace que su repercusión sobre el consumo energético medido durante 24 horas sea solo de un  $6,9 \pm 2,6\%$ , oscilando entre valores de 1,4% y 10,6% según las manipulaciones aplicadas, lo que se podría traducir en que el paciente crítico en fase aguda de hecho pasa más del 90% del tiempo “en reposo”. Estos datos coinciden con el estudio de Weissman<sup>10</sup> que en mediciones tomadas en períodos de 8 horas establece en un 5% el incremento que sobre el GER total ejercen las maniobras terapéuticas en estos pacientes.

Pese a la diversidad que se encuentra en la literatura por lo que respecta a cual sería el tiempo de medición más adecuado para estos enfermos, se aprecia que manteniendo unas características basales de exploración comunes y rigurosas, siendo estrictos en partir de un estado de reposo adecuado, y pese a los diferentes métodos instrumentales empleados y los tiempos de exploración, los GER de pacientes de similares características difieren poco en números absolutos. Tampoco parece que los diferentes tiempos de medición hayan servido para reducir las diferencias que habitualmente se encuentran entre el GER medido por calorimetría indirecta y el GER calculado a través de las múltiples ecuaciones predictivas existentes: Harris-Benedict y otras<sup>11-13</sup>.

Aunque parece lógico que la medición continua del GER sería la técnica más fiable para las necesidades del paciente y aunque la medición durante las 24 horas del día es técnicamente posible es en la realidad clínicamente impracticable y con importantes limitaciones técnicas en su uso (costes de los aparatos y técnicos, averías, etc.). La medición durante períodos limitados, siguiendo una rigurosa metodología, permite que se beneficien de esta técnica un mayor número de pacientes, se puede realizar en cualquier momento del día<sup>13</sup> y permite repetir las determinaciones cuando ocurren cambios clínicos y a lo largo de la evolución de la enfermedad, siguiendo los cambios que se producen en el transcurso del proceso<sup>14</sup>.

En conclusión, en los enfermos críticos con ventilación mecánica y sedoanalgesiadados, es válida la medición del GER en períodos cortos de tiempo.

## Referencias

1. Harris JA y Benedict FG: Biometric studies of basal metabolism in man. Carnegie Institute of Washington Publ. 1919, 279.
2. Long CI, Schaeffel N, Geiger JW, Schiller WR y Blakemore WS: Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN*, 1979, 3:452-456.
3. Marsé Milla P, Raurich Puigdevall JM<sup>a</sup> y Ibáñez Juvé J: Calorimetría indirecta en el enfermo crítico. *Medicina Intensiva*, 1989, 13:216-219.
4. Marsé Milla P y Raurich Puigdevall JM<sup>a</sup>: Calorimetría indirecta en el enfermo crítico. Necesidad de su medición. *Nutr Hosp*, 1988, 3:226-230.
5. Weir JB: New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*, 1949, 109: 1-9.
6. Bland JM y Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986, i:307-310.
7. Kinney JM: Energy metabolism: heat, fuel and life, in: Nutrition and metabolism in patient care. En: JM Kinney, KN Jeejeebhoy, GL Hill, OE Owen eds. Saunders Co. Philadelphia, 1988, 3-34.
8. Smyrnios NA, Curley FJ y Shaker KG: Accuracy of 30-minute indirect calorimetry studies in predicting 24-hour energy expenditures in mechanically ventilated critically ill patients. *JPEN*, 1997, 21:168-174.
9. Swinamer DL, Phang PT, Jones RL, Grace MG y King EG: Twenty-four hour energy expenditure in critically ill patients. *Crit Care Med*, 1987, 15:637-643.
10. Weisman C, Kemper M, Elwyn DH, Askanazi J, Hyman AI y Kinney JM: The energy expenditure of the mechanically ventilated critically ill patient. *Chest*, 1986, 89:254-259.
11. Hwang TL, Huang SL y Chen MF: The use of indirect calorimetry in critically ill patients. The relationship of measured energy expenditure to injury severity score, septic severity score and APACHE II score. *J Trauma*, 1993, 34: 247-251.
12. Swinamer DL, Grace MG, Hamilton SM, Jones RL, Roberts P y King EG: Predictive equation for assessing energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care Med*, 1990, 18:657-661.
13. Brandi LS, Santini L, Bertolini R, Malacarne P, Casagli S y Baraglia AM: Energy expenditure and severity of injury and illness in multiple trauma patients. *Crit Care Med*, 1999; 27: 2684-2689.
14. Raurich JM, Ibáñez J y Marsé P: Influencia de la modificación del peso corporal sobre el gasto energético de reposo en pacientes críticos. *Nutr Hosp*, 2002; 17:231-235.