

## Original

# Estudio comparativo del cálculo del gasto energético total mediante Sense Wear Armband y la ecuación de Harris-Benedict en población sana ambulatoria; utilidad en la práctica clínica

A. Calleja Fernández, A. Vidal Casariego y M.<sup>a</sup> D. Ballesteros Pomar

Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Sección de Endocrinología y Nutrición. Complejo Asistencial Universitario de León, España.

## Resumen

**Introducción:** Existen diferentes metodologías para la estimación del Gasto Energético Total (GET).

**Objetivo:** Conocer qué herramienta resulta más útil para la estimación del GET en sujetos sanos: SenseWear Armband (SWA) o Harris-Benedict (HB).

**Metodología:** Estudio transversal realizado en 32 voluntarios. Se colocó el SWA durante 24 h y se estimó el GET con HB y el factor de actividad calculado con un cuestionario de actividad de 24 h.

**Resultados:** La diferencia entre ambas estimaciones en el GET fue de 351,9 (IC 95% 222,2 a 481,6) kcal/día ( $p < 0,001$ ). Dicha diferencia no se relacionó con el sexo pero sí con la obesidad. El valor del CCI fue 65,0% (IC 95% 7,8% a 86,2%) con una significación estadística ( $p < 0,001$ ). Existió una diferencia significativa en la estimación de la actividad entre ambas técnicas [0,4 (IC 95% 0,1 a 0,7) horas ( $p = 0,007$ )].

**Conclusiones:** Existió una diferencia relevante en la estimación del GET mediante HB y SWA.

(Nutr Hosp. 2012;27:1244-1247)

DOI:10.3305/nh.2012.27.4.5823

Palabras clave: Gasto energético. Sujetos sanos. Actividad física.

## COMPARATIVE STUDY OF TOTAL ENERGY EXPENDITURE ESTIMATED BY SENSE WEAR ARMBAND AND HARRIS-BENEDICT EQUATION IN HEALTHY AMBULATORY POPULATION; UTILITY IN CLINICAL PRACTICE

## Abstract

**Introduction:** Different methodologies for estimating total energy expenditure (TEE) are currently used.

**Objective:** To know which tool is most useful to estimate TEE in healthy subjects: SenseWear Armband (SWA) or Harris-Benedict (HB).

**Methodology:** Cross-sectional study in 32 volunteers. SWA was placed for 24 hours and TEE was estimated with HB and the activity factor calculated with a 24-h activity questionnaire.

**Results:** The difference between both estimates of TEE was 351.9 (95% CI 222.2 to 481.6) kcal/day ( $p < 0.001$ ). This difference was associated with obesity, but not with sex. The value of ICC was 65.0% (95% CI 7.8% to 86.2%) being statistically significant ( $p < 0.001$ ). There was a significant difference in the estimation of the activity between both techniques [0.4 (CI 95% 0.1 to 0.7) hours ( $p = 0.007$ )].

**Conclusions:** A significant difference in the estimation of TEE using HB and SWA has been found.

(Nutr Hosp. 2012;27:1244-1247)

DOI:10.3305/nh.2012.27.4.5823

Key words: Energy expenditure. Healthy subjects. Physical activity.

## Introducción

El gasto energético basal (GEB) representa los requerimientos energéticos para mantener las funcio-

nes vitales<sup>1</sup>. El GEB es el componente principal del gasto energético total (GET) y supone el 60-75% en un individuo sedentario. Por su importancia en el cálculo de las necesidades energéticas, se ha incrementado la necesidad de desarrollar sistemas y formulas para su estimación en la práctica diaria<sup>2</sup>. Los métodos de referencia para la estimación del GEB son el agua doblemente marcada y las calorimetrías directa e indirecta, pero por su elevado coste y la dificultad que representa su utilización, hace que se destinen principalmente a la investigación y a la validación de otras técnicas o ecuaciones.

**Correspondencia:** Alicia Calleja Fernández.  
Sección de Endocrinología y Nutrición.  
Complejo Asistencial Universitario de León.  
Altos de Nava s/n.  
24008 León, España.  
E-mail: calleja.alicia@gmail.com

Recibido: 24-II-2012.  
Aceptado: 21-IV-2012.

La ecuación de Harris-Benedict (HB) fue publicada en el año 1919 y está diseñada para el cálculo del GEB en población con normopeso. Se trata de una herramienta ampliamente utilizada por su fácil manejo y bajo coste, pero hay que tener en cuenta que, cuando se emplea en individuos con sobrepeso y obesidad y se utiliza el peso ajustado se reduce el riesgo de sobreestimación pero se incrementa el error máximo de infraestimación<sup>3</sup>. La Asociación Americana de Dietistas ha analizado la validez de las ecuaciones empleadas en la estimación del GEB en población general, pero especialmente su uso en obesos, ancianos y población no caucásica, y ha llegado a la conclusión, de que la población estadounidense en la actualidad es diferente a cuando se elaboraron y que deberán ser reevaluadas<sup>4</sup>.

Los acelerómetros son habitualmente empleados en la estimación del gasto energético total (GET)<sup>5</sup>. El "SenseWear Armband" (SWA) ha sido validado en dos estudios con el método de referencia del "agua doblemente marcada" con una correlación aceptable<sup>6,7</sup> para la estimación del GET en individuos sanos y vida normal. Además, el SWA aporta una buena estimación del GET en individuos con normopeso cuando se compara con calorimetría indirecta<sup>8,9</sup>.

## Objetivos

El objetivo de este estudio fue conocer que metodología resulta más útil para la estimación de las necesidades calóricas en sujetos ambulatorios sanos entre SWA y la ecuación de HB.

## Métodos

### *Sujetos y diseño del estudio*

Se trata de un estudio transversal realizado en voluntarios sanos, todos ellos personal sanitario del Complejo Asistencial Universitario de León. Se pesó a los participantes vestidos y descalzos en una báscula digital con una precisión de 0,1 kg y se les talló en bipedestación y descalzos, con los pies unidos por los talones formando un ángulo de 45° y la cabeza situada con el plano de Frankfurt en posición horizontal en un tallímetro con una precisión de 1 mm.

### *SenseWear Armband*

El *SenseWear Armband Pro 3* (HealthWear Bodymedia, Pittsburgh, PA) es un sensor de movimiento que se coloca en la parte trasera del brazo dominante, sobre el músculo del tríceps. El SWA fue colocado en el brazo dominante durante un periodo de 24 h. El SWA es un instrumento que mide el flujo de calor, la respuesta de la piel a la corriente eléctrica, la temperatura de la piel y de la zona alrededor de ésta y mide el movi-

miento que se produce en el individuo. Para ello, emplea dos acelerómetros axiales, un sensor de flujo térmico, un sensor de respuesta cutánea, un sensor de temperatura de la piel y un sensor para detectar la temperatura ambiente sobre la piel. Todos estos datos así como diversas características físicas (sexo, edad, altura, peso y hábito tabáquico), son empleados en la estimación del GET. Este cálculo fue realizado a través del Innerview Research Software versión 6.1 facilitado con el aparato.

### *Cálculo del GET*

Una vez realizada la valoración antropométrica y la estimación de la actividad física practicada, se procedió a realizar el cálculo del GET a través de la multiplicación del GEB obtenido con la fórmula de Harris-Benedict y el factor de actividad estimado. El resultado se expresa en kcal/día.

### *Fórmula de Harris-Benedict*

Las ecuaciones empleadas fueron:  $655,0955 + 9,5634$  [Peso (kg)] +  $1,8496$  [Talla (cm)] -  $4,6756$  [Edad (años)] para mujeres, y  $66,4730 + 13,7516$  [Peso (kg)] +  $5,0033$  [Peso (kg)] -  $6,7550$  [Peso (kg)] para varones<sup>1</sup>.

### *Registro de la actividad física*

Los sujetos recogieron su actividad física en un cuestionario para estimar el factor de actividad. En éste, se detallaban las actividades realizadas y la duración de éstas, para posteriormente cuantificar la actividad física durante las 24 horas de permanencia del SWA a través de las tablas "Recommended Dietary Allowances (National Research Council, 10<sup>th</sup> edition)".

### *Análisis estadístico*

Los datos cuantitativos se expresan con la media y la desviación estándar (DS) y se comprobó su distribución normal con la prueba Z de Kolmogorov-Smirnov. La comparación de medias se realizó mediante el test t de Student y la concordancia entre los dos métodos se realizó mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI). Se evaluaron los factores predictores del GET por SWA mediante regresión lineal múltiple; se consideró significativa una  $p < 0,05$ .

## Resultados

Se incluyeron en el estudio un total de 32 voluntarios sanos, de los cuales fueron varones el 40,6% y mujeres

el 59,4%. La edad media fue de 35,7 años (DS = 11,4), el peso 69,2 kg (DS = 14,2), la talla 1,68 m (DS = 0,1) y el Índice de Masa Corporal (IMC) 24,4 kg/m<sup>2</sup> (DS = 3,3). Presentaron obesidad el 6,3%, sobrepeso el 21,9% y el porcentaje restante normopeso.

La valoración realizada por el SWA indicó que el número de pasos fue de 14.755,7 (DS = 4941,4), las horas de actividad física estimada 2,7 (DS = 1,4) y de reposo 7,0 (DS = 1,7). Las horas de actividad física calculadas con el cuestionario de actividad fueron de 2,3 (DS = 1,1). Esto supone una diferencia de 0,4 (DS = 0,8) horas entre ambas mediciones de la actividad, que fue estadísticamente significativa ( $p = 0,007$ ). El GET calculado con HB fue 2.462,8 (DS = 484,0) kcal/día y con SWA 2.814,7 (DS = 607,1) kcal/día. La diferencia entre las dos estimaciones fue de 351,9 (IC 95% 222,2 a 481,6) kcal/día y resultó estadísticamente significativa ( $p = 0,001$ ). Dicha diferencia no se relacionó con el sexo ( $p = 0,28$ ) pero sí con la obesidad: en los pacientes obesos el ARMBAND sobrestimó 1.000,5 (DS = 54,0;  $p = 0,006$ ) kcal/día respecto al HB. El valor del CCI fue de 65,0% (IC 95% 7,8% a 86,2%) y presentó significación estadística ( $p = 0,001$ ). En la figura 1 se detalla de forma gráfica la correlación entre ambos métodos empleados en el cálculo de GET. El peso, el número de pasos, las horas de actividad física y de reposo explican el 86,7% del resultado obtenido con el SWA; el análisis de regresión lineal múltiple excluyó factores como la edad, sexo y talla como determinantes del gasto energético con el SWA, que son fundamentales en la ecuación de HB.

## Discusión

Los resultados obtenidos indican una diferencia en el cálculo del GET a través de la ecuación de HB y el uso del acelerómetro SWA. Resulta destacable la sobreestimación del GET cuantificado con SWA en los sujetos obesos estudiados. Este resultado coincide con el estudio de Papazoglou realizado sobre individuos obesos, donde se comparaba el SWA con calorimetría indirecta. Concluye que se produce una sobreestimación del GET cuantificado con SWA e indica la necesidad del ajuste de las fórmulas utilizadas en el programa informático para esta población<sup>10</sup>.

Tanto el SWA<sup>6,7</sup> como la ecuación de HB<sup>3</sup> están correctamente validadas, y ambas metodologías emplean el peso en la estimación del GET. Pero en el estudio se han obtenido resultados muy diferentes, y esto puede ser debido a que ambas técnicas difieren en el resto de parámetros empleados: la ecuación de HB utiliza parámetros antropométricos y el SWA registros de temperatura y de movimiento. Ambas metodologías presentan una serie de ventajas e inconvenientes a tener en cuenta en la elección de la herramienta a emplear para estimar el GET.

Las ventajas aportadas por el SWA en la estimación del GET en la práctica ambulatoria diaria son diversas.

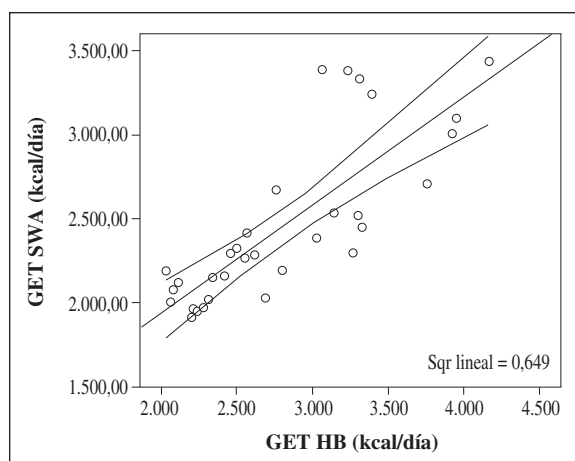


Fig. 1.—Correlación entre el GET calculado con la ecuación de HB y el acelerómetro SWA.

La metodología empleada está correctamente validada con el agua doblemente marcada para la estimación del gasto energético tanto en individuos sanos<sup>6</sup>, como en ancianos<sup>11</sup>. Además, este dispositivo permite cuantificar la actividad física realizada y ha sido validado comparando el gasto energético producido durante la actividad con calorimetría indirecta<sup>12</sup>, o estimando la duración e intensidad del ejercicio con otros dispositivos<sup>13</sup>. También ha sido empleado para la validación de cuestionarios de actividad, como el 24PAR<sup>14</sup>. Además, el SWA puede resultar motivador en el individuo que desea perder peso. En el estudio realizado por Polzien et al, se observó que el uso de programas que emplean estas nuevas tecnologías de forma continuada consiguen pérdidas de peso mayores y mantenidas en el tiempo respecto a pacientes que reciben el mismo seguimiento pero que no utilizan estos dispositivos<sup>15</sup>.

Las desventajas del dispositivo se resumen en el tiempo necesario para la estimación del GET (24 horas), el precio del dispositivo y la necesidad de contar con múltiples SWA para poder realizar la estimación del GET a todos los individuos sanos que acuden a la consulta y que necesitan un tratamiento nutricional. Por todo ello, el uso de este dispositivo suele ser limitado y estar destinado a proyectos de investigación y en consultas específicas con un número de pacientes limitado.

La ecuación de Harris-Benedict, aunque presenta sus limitaciones<sup>3</sup>, resulta la herramienta más utilizada en la práctica clínica por su fácil manejo y por ausencia de costes. Para mejorar estas limitaciones, en individuos obesos se han desarrollado estrategias para poder estimar el GET de forma más precisa: empleo del peso ajustado o la masa libre de grasa en los cálculos.

Se observa una diferencia estadísticamente significativa en la cuantificación del tiempo de actividad física, siendo menor el recogido en el cuestionario de actividad completado por el propio sujeto respecto al recogido por el dispositivo SWA. Este dato indica que el individuo infraestima su actividad física y en muchos casos no cuantifica la realizada en desplazamientos, tareas domés-

ticas, etc. ya que no las considera ejercicio físico. Respecto a la estimación del factor de actividad a través de la encuesta de actividad física, puede presentar como limitación que no ha sido cuantificada la intensidad de la actividad, sino que tan solo se ha considerado la actividad y el tiempo que se realizaba.

En este estudio se concluye que los resultados obtenidos indican una diferencia clínicamente importante y estadísticamente significativa entre la estimación del GET mediante la ecuación de HB y el SWA. Esta diferencia puede estar relacionada con los diferentes principios en que se basan ambas técnicas y puede condicionar el uso clínico de la ecuación de HB. Se deberá seguir trabajando en conseguir una ecuación más eficaz para la estimación del GET.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación de España la financiación predoctoral de Formación de Profesorado Universitario otorgada a Dña. Alicia Calleja Fernández en la convocatoria AP 2007-02026.

### Referencias

1. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of the Basal Metabolism in Man. In: Washington CIo, ed. Publication No 279. Washington, DC: 1919.
2. Hasson RE, Howe CA, Jones BL, Freedson PS. Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. *J Sci Med Sport* 2011; 14 (4): 344-51.
3. Pinheiro Volp AC, Esteves de Oliveira FC, Duarte Moreira Alves R, Esteves EA y Bressan J. Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutr Hosp* 2011; 26 (3): 430-440.
4. Frankenfield D, Roth-Yousey L. Compher Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc* 2005; 105 (5): 775-789.
5. Esliger DW, Tremblay MS. Physical activity and inactivity profiling: the next generation. *Can J Public Health* 2007; 98 (Suppl 2): S195-S207.
6. Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W, Rood JC, Welk GJ. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 2134-2140.
7. St-Onge M, Mignault D, Allison DB, Rabasa-Lhoret R. Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am J Clin Nutr* 2007; 85: 742-749.
8. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1063-1069.
9. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M, Poli M, Romagnoli E, De Cristofaro P, Battistini NC. A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007; 17: 338-343.
10. Papazoglou D, Augello G, Tagliaferri M, Savia G, Marzullo P, Maltezos E et al. Evaluation of a multisensor armband in estimating energy expenditure in obese individuals. *Obesity (Silver Spring)* 2006; 14 (12): 2217-23.
11. Mackey DC, Manini TM, Schoeller DA, Koster A, Glynn NW, Goodpaster BH et al. Validation of an armband to measure daily energy expenditure in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011; 66 (10): 1108-13.
12. Brazeau AS, Karelis AD, Mignault D, Lacroix MJ, Prud'homme D, Rabasa-Lhoret R. Accuracy of the SenseWear Armband™ during ergocycling. *Int J Sports Med* 2011; 32 (10): 761-4.
13. Berntsen S, Hageberg R, Aandstad A, Mowinckel P, Anderssen SA, Carlsen KH et al. Validity of physical activity monitors in adults participating in free-living activities. *Br J Sports Med* 2010; 44 (9): 657-64.
14. Calabro MA, Welk GJ, Carriquiry AL, Nusser SM, Beyler NK, Mathews CE. Validation of a computerized 24-hour physical activity recall (24PAR) instrument with pattern-recognition activity monitors. *Respir Med* 2009; 103 (10): 1511-7.
15. Polzien KM, Jakicic JM, Tate DF, Otto AD. The efficacy of a technology-based system in a short-term behavioral weight loss intervention. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15 (4): 825-30.