

# Comparación de la estimación del gasto energético en reposo por ecuación de predicción y calorimetría indirecta en población adulta

(Comparison of the of basal energetic expenditure estimation by prediction equation and indirect calorimetry in adult population)

Marcelo Nicolalde<sup>(1)</sup>, Álvarez Ludwig<sup>(2)</sup>, Diana Fonseca<sup>(2)</sup>, Mónica Guevara<sup>(1)</sup>, Carlos Poveda<sup>(3)</sup>,  
Susana Heredia<sup>(1)</sup>, Lilia Peralta<sup>(1)</sup>

(1)Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Salud Pública

(2)Universidad Católica Santiago de Guayaquil

(3)Escuela Politécnica del Litoral

\*Correspondencia: Dr. Marcelo Nicolalde Cifuentes Riobamba, Ecuador; correo electrónico: tnicolalde@epoch.edu.ec

## RESUMEN

**INTRODUCCION:** La calorimetría indirecta (CI), es un método que se utiliza para el cálculo del gasto energético. Se trata de una técnica no invasiva y muy fiable utilizada comúnmente en el área clínica. **OBJETIVO:** validar las diferentes ecuaciones de predicción del GER con la Calorimetría indirecta y proponer una ecuación de predicción desarrollada con población adulta sana o aparentemente sana y en relación a diferentes componentes corporales como la masa libre de grasa. **METODOLOGÍA:** Se realizó un estudio transversal. Se midió la Tasa Metabólica en Reposo, TMR, por calorimetría indirecta ventilatoria, edad, sexo, composición corporal por bioimpedancia, se desarrolló una ecuación de predicción por regresión lineal múltiple que fue validada por precisión y concordancia por método de Bland-Altman. **RESULTADOS:** La población participante fue de 38 individuos con edad promedio de 24 (5.5), el Índice de Masa Corporal (IMC) 24.5(3.7) de promedio y masa muscular con promedio de 46.8 (9.5), La fórmula de predicción se desarrolló a partir de las variables edad, sexo, IMC, y masa muscular como independientes y GER como dependiente. De las variables utilizadas se encontró que solamente tenía correlación y significancia la masa muscular y permitió el desarrollo de una formula de predicción con este parámetro. **CONCLUSION:** La fórmula desarrollada para predicción de requerimiento calórico en reposo en personas adultas aparentemente sanas tiene una buena concordancia y exactitud con los valores estimados por el método de calorimetría indirecta

**PALABRAS CLAVE:** calorimetría indirecta, GER, ecuación de predicción, masa muscular

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Indirect calorimetry (CI) is a method used to calculate energy expenditure. It is a non-invasive and very reliable technique in the clinical area. **OBJECTIVE:** To validate the different prediction equations of the GER with the indirect Calorimetry and to propose a prediction equation developed with the healthy or apparently healthy adult population and in relation to different body components such as fat-free mass. **METHODOLOGY:** A cross-sectional study was carried out. The Resting Metabolic Rate, TMR, was measured by indirect ventilatory calorimetry, age, sex, body composition by bioimpedance, a prediction equation was produced by multiple linear regression, was validated by precision and concordance by the Bland-Altman method. **RESULTS:** The participating population was 38 individuals with an average age of 24 (5.5), the Body Mass Index (BMI) 24.5 (3.7) average and muscle mass with an average of 46.8 (9.5), The prediction formula refers to the variables of age, sex, BMI, and muscle mass as independent and GER as dependent. **CONCLUSION:** The formula developed for the prediction of the caloric requirement at rest in apparently healthy adults has a good concordance and accuracy with the values estimated by the indirect calorimetry method.

**KEY WORDS:** indirect calorimetry, GER, prediction equation, muscle mass

## 1. Introducción

Existen varios factores que influyen en el Gasto energético en reposo GER y determinan su variación significativa de una persona a otra, entre estos factores se encuentran la composición corporal, especialmente el porcentaje de masa muscular, edad, sexo, producción hormonal, nivel de actividad física, estado fisiológico, toma de fármacos que alteran metabolismo y presencia de patología, entre otros (1,30). La determinación del requerimiento energético para el GER es el componente inicial y básico en el proceso de atención nutricional, con esta finalidad se utilizan ecuaciones de predicción basadas en datos antropométricos, fáciles de implementar, de baja complejidad y costo, pero poco precisos. Los métodos de determinación más precisos por lo general son complejos, costosos, invasivos y no están disponibles para uso generalizado, especialmente en el ambiente de la consulta fuera del hospital.

La calorimetría indirecta, CI, es un método que se utiliza para el cálculo del gasto energético. Se trata de una técnica no invasiva y muy fiable utilizada comúnmente en el área clínica. Por medio de la CI se estima el gasto energético basal de forma indirecta usando los equivalentes calóricos de oxígeno (O<sub>2</sub>) consumidos y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producidos (2,3). Esta energía producida corresponde a una conversión que se da a través de energía química de los nutrientes que son ingeridos y luego se almacenan en forma de ATP, energía que es disipada en forma de calor durante el proceso de oxidación. Así el O<sub>2</sub> consumido oxida los sustratos energéticos de macronutrientes (proteínas, hidratos de carbono y grasas) y el CO<sub>2</sub> al ser eliminado por la respiración hace posible el cálculo de la energía total producida por los nutrientes (2).

Este principio se basa en el intercambio de gases, la respiración en un calorímetro produce una depleción de O<sub>2</sub> y acumulación de CO<sub>2</sub>, esta cantidad de O<sub>2</sub> consumido y de CO<sub>2</sub> producido se determina multiplicando la frecuencia de ventilación, de 1L/seg, por el cambio en la concentración de gas que tiene un valor de 1,0 para la oxidación de hidratos de carbono, 0,81 para proteína y 0,71 para los lípidos (4,5).

Estimar y comprender estos valores de gasto

energético en reposo permite al nutricionista proporcionar un adecuado manejo nutricional al individuo (6-10), equilibrado en relación con el consumo de alimentos y gasto de energía. Las ecuaciones de predicción, por lo general, se han desarrollado y validado utilizando datos recolectados de individuos de diversas edades, sexo, etnias, composiciones corporales, niveles de actividad física y demás características físicas, por lo tanto, las ecuaciones de predicción podrían no ser tan exactas cuando se aplican a poblaciones distintas de las que se utilizaron para el desarrollo de las mismas, por lo que la utilidad, validez y fiabilidad de las fórmulas de predicción deben ser evaluadas cuando la población en la que se desea aplicarlas difiere considerablemente de las poblaciones en las que se desarrollaron estas fórmulas, varios estudios demuestran que existe una diferencia considerable y un error de estimación que es necesario conocer para una correcta aplicación en la práctica clínica (11,20). Con la finalidad de mejorar la capacidad de predicción de las fórmulas se han incluido diferentes variables y se ha propuesto la utilización de la masa libre de grasa por cuanto ésta explica del 53% al 88% de la variación de la tasa de metabolismo en reposo (12,21-25).

Al revisar la literatura científica no se han encontrado estudios que validen en la población ecuatoriana las diferentes ecuaciones de predicción del GER, especialmente con elementos de la composición corporal en comparación con métodos de medición más precisa y directa como la calorimetría indirecta. El presente estudio tiene como propósito desarrollar una ecuación de predicción del GER desarrollada con población adulta sana o aparentemente sana que utilice a diferentes componentes corporales como la masa libre de grasa y validarla en relación con la determinación del GER por calorimetría indirecta (26-29).

## 2. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio transversal, se calculó el tamaño muestral para un CC esperado entre la Calorimetría indirecta y el modelo predictivo de 0.850, un nivel de confianza de 95 % y un error máximo del 0.10. Se añadió un 10% por posibles pérdidas, por lo que el tamaño necesario final fue de 38 sujetos. Se seleccionaron consecutiva-

mente a 15 hombres (39.5%) y 23 mujeres (60.5%), estudiantes universitarios que participaron de manera voluntaria en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en el término del 2017. Los mismos respondieron a medios de reclutamiento como mensajes por la web y anuncios de la Carrera de Nutrición de la ESPOL. La muestra se trató de que sea equitativa referente al sexo. Los participantes fueron informados del proyecto. Los criterios de inclusión fueron: que sean aparentemente sanos, sin patología conocida que pudiera afectar su tasa metabólica basal, no haber tomado bebidas con cafeína, ni tener como hábito el fumar. Las mujeres en gestación que conocían de su condición y/o madres lactantes no formaron parte del estudio, se obtuvo el consentimiento informado, el protocolo fue aprobado por el Comité de Revisión Institucional y se siguieron los criterios de la Declaración de Helsinki (13).

Se midió la Tasa Metabólica en Reposo, TMR, por calorimetría indirecta ventilatoria de circuito cerrado con calorímetro portátil MedGem®, siguiendo el protocolo del fabricante, este procedimiento determina el requerimiento calórico basado en el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), es calculado de manera rutinaria a partir del consumo de oxígeno utilizando un coeficiente respiratorio constante de 0.85%, que considera un error clínicamente aceptable de 2.5%. La TMR conocida también como gasto energético en reposo (GER) es calculado utilizando la ecuación de Weir: Salida de calor =  $3.941 \times$  consumo de oxígeno en litros +  $1.106 \times$  dióxido de carbono producido en litros -  $2.17 \times$  nitrógeno urinario en gramos. Esta ecuación ha sido modificada por  $Vo_2$  y  $Vco_2$  para la calorimetría indirecta.  $RMR = [(3.9 \times Vo_2) + (1.1 \times Vco_2)] 1440$  (14.15). La diferencia en los cálculos de gasto energético no difiere significativamente cuando se realiza con o sin valores de excreción de nitrógeno, la ecuación de Weir omite el nitrógeno urinario (16.17). Este resultado es expresado en Kcal/día.

Los participantes informaron si se habían adherido a las instrucciones del procedimiento y pruebas, no presentaron al momento de la evaluación ninguna afección respiratoria. Antes de cada procedimiento se encontraban en reposo absoluto en la sala de valoración nutricional con iluminación tenue y con temperatura controlada a 22 grados centígrados, con mínima cantidad

de ropa, bata médica, y en posición sentada. Todos los participantes fueron advertidos de no realizar actividad física con un tiempo mínimo de 4 horas antes de la prueba y se les sugirió que descansaran mínimo 20 minutos. Los evaluados se encontraron en periodo post-absortivo de alimentación, la prueba se realizó a partir de las 2 pm y su última comida había sido el desayuno, los participantes no consumieron cafeína mínimo 12 horas antes de la prueba y/o no refirieron haber consumido alcohol 24 horas. La duración de la prueba fue menor a los 10 minutos (rango de 5-10 min). Se recomendó que los pacientes no fumen, ni ingieran cafeína el día de la evaluación. La prueba fue controlada por los investigadores. El procedimiento fue considerado como válido si el aparato no reportaba error en la medición, además que el evaluado haya cumplido con todos los procedimientos detallados.

Se evaluó la composición corporal utilizando una balanza de bioimpedancia eléctrica Tanita BC - 418® con una presión de 0.1 kg para el registro de, peso, masa grasa y masa magra. La balanza fue calibrada antes de comenzar la investigación. Los participantes no se encontraban en situación de deshidratación, ni sobrehidratación que podía alterar los valores del tejido magro esquelético. La talla se la midió en centímetros utilizando un estadiómetro marca Seca.

Con los datos obtenidos y luego de su verificación y depuración, se procedió a realizar un análisis descriptivo según tipo de variable, las variables cuantitativas se describieron como media (desviación standard) o mediana (intervalo intercuartílico), en función de la normalidad de su distribución. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para verificar su distribución normal y eventual necesidad de transformaciones o agrupaciones. Se desarrolló una fórmula de predicción utilizando regresión lineal múltiple los dos modelos el primero con las variables de edad, sexo, BMI y masa magra y el segundo solamente con el uso de masa magra, se calculó el requerimiento calórico en reposo utilizando la fórmula de Harris&Benedict (19), La concordancia entre la calorimetría indirecta y los modelos predictivos se evaluó mediante el método de Bland-Altman y la exactitud por el porcentaje de valores entre +10% del valor medido (18). Se emplearon los tests t de Student o U de Mann-

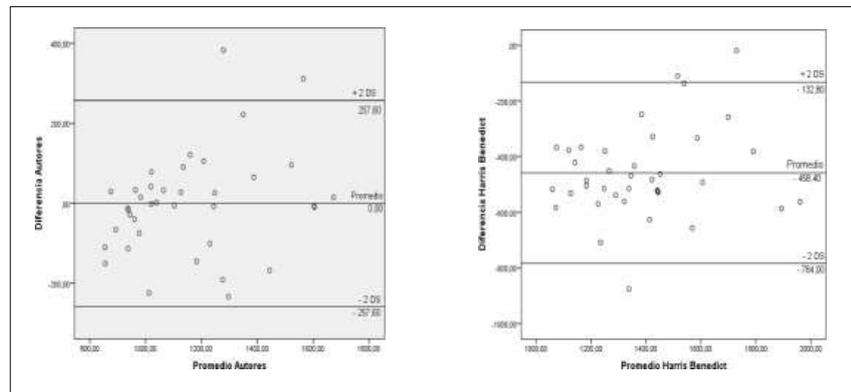
Whitney para analizar las diferencias de las variables analizadas en función del sexo. La significación estadística se alcanzó con  $p < 0,05$ . Para los modelos desarrollados se seleccionaron las fórmulas que cumplieron los tres criterios siguientes: (i) que se obtuviera un  $CCI \geq 0,7$ ; y (ii) que no se observara ninguna tendencia lineal de la nube de puntos en el modelo de Bland-Altman (18).

### 3. Resultados

La población participante fue de 38 individuos con edades comprendidas entre 20 a 45 años, 24 (5.5) años de mediana, el Índice de Masa Corporal (IMC) un máximo de 34.5 y mínimo de 17.9 con 24.5(3.7) de promedio, el valor máximo de masa muscular fue de 68.7 y mínimo de 34.2 con promedio de 46.8 (9.5). En la Tabla 1. Se indica promedio, desviación estándar o mediana y rango intercuartílico para cada una de las variables utilizadas en este estudio según sexo, así como el valor de p de la prueba de diferencias de promedio o mediana, la única diferencia significativa se encontró en los promedios de masa muscular que fue mayor en hombres por lo que esta variable fue incluida en el modelo de predicción.

La fórmula de predicción se desarrolló a partir de las variables edad, sexo, IMC, y masa muscular como independientes y GER como dependiente, mediante un modelo de regresión lineal múltiple método ENTER, en la tabla dos se observan los coeficientes, valor de  $r^2$  y significancia. De las variables utilizadas en el primer modelo explorado se encontró que solamente tenía significancia la masa muscular, era la variable con mayor aporte a la variación del  $r^2$ .

Para verificar la pertinencia o no de realizar un modelo que utilice solamente la masa muscular como única variable significativa se corrió nuevamente el modelo de regresión múltiple pero esta vez como modalidad "Enter step-wise for-



**Figura 1.** Evaluación de concordancia método de Bland-Altman de la fórmula de predicción desarrollada por los autores y Harris Benedict para estimar el Requerimiento Energético en Reposo en comparación con Calorimetría Indirecta.

ward" en la que se van incluyendo o no variables dependiendo de su aporte a la variación en el  $r^2$  del modelo, tabla 3. Se observa que el modelo incluye solamente la variable Masa muscular (kg) y excluye las otras variables, por lo que la fórmula de predicción final considera solamente la masa muscular.

Con este modelo que utiliza la masa muscular se calcularon los requerimientos al igual que con la ecuación de Harris-Benedict, Hombre GMB =  $66.4730 + 13.7516 \times \text{Peso (kg)} + 5.0033 \times \text{Talla (cm)} - 6.7759 \times \text{Edad (años)}$ . Mujeres GMB =  $6665.0955 + 9.5634 \times \text{Peso (Kg)} + 1.8496 \times \text{Talla (cm)} - 4.6756 \times \text{Edad (años)}$ , que es la fórmula de predicción más utilizada en el medio, y fórmula de predicción propuesta por los autores según coeficientes de regresión lineal descritos;  $\text{GER aut} = 62.8 + 23.3 \times \text{Masa muscular kg}$ . Para las dos fórmulas se evaluó la concordancia según el método de Bland Altman, así como la exactitud considerada como el porcentaje de valores entre más menos 10% de los estimados por calorimetría. Se observó que la concordancia y la exactitud fueron superiores para la estimación del GER con la fórmula desarrollada por los autores comparada con Harris-Benedict 71.1% y 7.9% respectivamente.

### 4. Discusión

La estimación del requerimiento energético en reposo por fórmula de predicción desarrollada por los autores considerando la masa muscular en kilogramos tuvo una concordancia y exactitud significativamente superior a la de Harris Benedict de amplio uso en el ambiente clínico

	Total (n=38)	Hombre (n=15)	Mujer (n= 23)	p
Edad (años)*	24 (5.5)	27.33 (6.13)	24.9(4.54)	0,202
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24.5 (3.78)	26 (3.85)	24 (3.63)	0,150
Masa muscular kg	46.8 (14.3)	56 (7.98)	41 (3.82)	0,000

\* Mediana y rango intercuartílico

**Tabla 1.** Características generales de la muestra participante

Modelo	Coefficiente B	Error st	T	Sig p
(constante) Edad	133.279	312.217	0.427	0,672
Sexo BMI	-7.250	4.355	-1.665	0,105
Masa Muscular (kg)	12.655	89.438	0.141	0,888
	2.431	9.208	0.264	0,793
	24.111	5.749	4.194	0,000
Modelo	R	R2	R2 cambio	Sig. F cambio
1 Enter	0.877	0.769	0.769	0,000

**Tabla 2.** Modelo de regresión lineal múltiple para predicción de Gasto Energético en Reposo

Modelo	r	r <sup>2</sup>	Error est	r <sup>2</sup> cambio	F cambio	Sig
1*	0.865	0.741	130.6	0.748	106,7	0,000
	B				T	
Constant	62.8		107.8		0.53	0,564
Masa Muscular	23.3		2.257		10.33	0,000

\*Predictoras: (Constante), Masa Muscular (kg), Dependiente: Gasto Energético en Reposo  
Variables no incluidas en el modelo: Edad, Sexo, BMI

**Tabla 3.** Resumen de modelo de regresión lineal múltiple para predicción de Gasto Energético en Reposo en población adulta. Método enter step- wise forwar

pese a conocer sus limitaciones e inexactitud. La mejor exactitud y concordancia observados en la fórmula desarrollada por los autores es posible se deba a algunos factores, el más importante que fue desarrollada con población local y además porque toma en cuenta como principal y único factor a la masa muscular que es el determinante más importante de la magnitud del requerimiento calórico (19).

La diferencia en los resultados de los requerimientos calóricos con la fórmula de predicción de Harris Benedict y la calorimetría indirecta, probablemente se debe a que ésta fue desarrollada en otro tipo de población y cualquier fórmula de predicción antes de su uso debe ser

analizada sobre si la población en la que se desarrolla concuerda o es semejante a la población objetivo en la que se desea aplicarla, por lo que la fórmula desarrollada por los autores no pretende ser universal sino relacionada y aplicable a una población objeto similar a la propuesta en este estudio y demuestra la necesidad de adaptar las fórmulas desarrolladas en poblaciones distintas a las que se desea aplicar.

Una limitante en la realización del presente estudio fue el tamaño muestral, una muestra más grande daría la posibilidad de obtener mejores parámetros de rendimiento del modelo en estudio y también mejoraría considerablemente la validez externa, por otro lado se debe conside-

rar la realización de un estudio similar con una muestra más representativa de la población ecuatoriana especialmente en el ambiente hospitalaria a fin de contar con una fórmula de predicción que pudiera ser adecuadamente utilizada en pacientes hospitalarios dentro de proceso de atención nutricional.

### 5. Conclusiones

Se puede concluir que la formula desarrollada por los autores para predicción de requerimiento calórico en reposo en personas adultas aparentemente sanas tiene una buena concordancia y exactitud con los valores estimados por el método de calorimetría indirecta.

### Conflictos de interés

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés

### Referencias

1. Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos. 2011;59(1):43-58
2. Ferrannini E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism*. 1988 Mar;37(3):287–301.
3. Esteves de Oliveira FC, de Mello Cruz AC, Goncalves Oliveira C, Rodrigues Ferreira Cruz AC, Mayumi Nakajima V, Bressan J. Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos. *Nutr Hosp*. 2008; 23:54-61.
4. Seale JL. Energy expenditure measurements in relation to energy requirements. *Am J Clin Nutr*: 1995; 62(suppl): 1042-6S.
5. Patiño JF. Determinación del gasto energético en paciente quirúrgico. En: *Metabolismo Nutricion y Schock*. Ed Panamericana. Bogotá. 2006:181-93.
6. Vargas M, Lancheros L, BarreraMP. Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos. *Rev Fac Med*. 2011; 59 (Supl.1): S43-58
7. Parra-Carriedo A, Cherem-Cherem L, Noriega D, Díaz-Gutiérrez M, Pérez Lizaur A, Hernández-Guerrero C. Comparación del energético en reposo determinado mediante calorimetría indirecta y estimado mediante fórmulas predictivas en mujeres con grado de obesidad I a III. *Nutrición Hospitalaria*. 2013; 28(2):357-364.
8. Blasco R. Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2015;21 (Supl.1):243-251.
9. 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
10. Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W, Rood JC, Welk J. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42:2134-2140.
11. Cruz Marcos S, Mateo Silleras B, Camina Martin M, Carreño Enciso L, Miján de la Torre A, Galbani J, Redondo del Rio. Concordancia entre Calorimetría indirecta y modelos predictivos en una población sana española. *Nutr Hosp*. 2015;32(2):888-896
12. Flack KD, Siders WA, Johnson L, Roemmich JN. Cross- Validation of Resting Metabolic Rate Prediction Equations. *J Acad Nur Diet* [Internet]. 2016;116(9):1413-22. Available from: [Http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2016.03.018](http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2016.03.018)
13. World Medical Association. Declaration of Helsinki – ethical principles for medical research involving human subjects. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>. [Online]; 2017.

14. De Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol.* 1949; 109:1-9. [PubMed: 15394301]
15. Haugen HA, Chan LN, Li LF. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract.* 2007; 22:377-388. [PubMed: 15394301]
16. 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. [PubMed: 1957828]
17. Bursztein S, Saphar P, Singer P, Elwyn DH. A mathematical analysis of indirect calorimetry measurements in acutely ill patient. *Am J Clin Nutr.* 1989; 50:227-230. [PubMed: 2756909]
18. Bland JM, Altman DG. statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1(8476):307-310.
19. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1918 Dec; 4 (12): 370-3. PubMed PMID: 16576330
20. Frankenfield D. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese Adults: A systematic review. *Journal of American Dietetic Association.* 2005; 105:775-789
21. Parra-Carriedo A, Cherem-Cherem L, Noriega D, Díaz-Gutiérrez M, Pérez-Lizaur A, Hernández-Guerrero C. Comparación del gasto energético en reposo determinado mediante calorimetría indirecta y estimado mediante fórmulas predictivas en mujeres con grados de obesidad I a III. *Nutrición Hospitalaria.* 2013; 28(2):357-364.
22. Rodríguez A, et al. Comparación de tasa metabólica en reposo medida por calorimetría indirecta versus ecuaciones predictivas, en mujeres adultas jóvenes y adultas mayores de peso corporal normal. *Revista chilena de nutrición.* 2014; 41(1): 17-22.
23. De la Cruz MS, de Mateo Silleras B, Alicia Camina Martín M, Enciso L, de la Torre A, Paz Redondo del Río M, et al. Concordancia entre calorimetría indirecta y modelos predictivos en una población sana española. *Nutrición Hospitalaria.* 2015; 32(2): 888-896.
24. Jesús P, Achamrah, N., Grigioni, S., Charles, J., Rimbart, A., Folope, V. & Coëffier, M. Validity of predictive equations for resting energy expenditure according to the body mass index in a population of 1726 patients followed in a Nutrition Unit. *Clinical Nutrition.* 2015;34(3): 529-535.
25. PinheiroVolp A, de Oliveira F, Duarte Moreira Alves R, Esteves E, Bressan J. Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutrición Hospitalaria.* 2011; 26(3): 430-440.
26. Heather A, Lingtak-Neander C, Li F. Indirect Calorimetry: A Practical Guide for Clinicians. *Nutrition in Clinical Practice.* 2007;22(4):377-388.
27. Melzer K, Karsegard VL, Genton L, Kossovsky MP, Kayser B, Pichard C. Comparison of equations for estimating resting metabolic rate in healthy subjects over 70 years of age. *Clin Nutr.* 2007; 26:498-505.
28. Lorenzo DA, Tagliabue A, Andreoli A, Testolin G, Comelli M, Deurenberg P. Measured and predicted resting metabolic rate in Italian males and females, aged 18 ± 59 y. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2001; 55: 208-214.
29. Ferro-Luzzi A. The conceptual framework for estimating food energy Requirement Public Health Nutrition. 2005; 8:940-52.
30. Quiroz Olguín G. Fundamentos del gasto energético. [Internet]. [Consultado abril 18 de 2019] Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/9370/1/Documento0.pdf>.