

NUEVA FÓRMULA PARA MEJORAR LA ESTIMACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO BASAL EN ADULTOS DE CHILLÁN^(a)

A NEW PREDICTIVE EQUATION TO IMPROVE THE ESTIMATION OF BASAL ENERGY EXPENDITURE IN ADULTS INDIVIDUALS FROM CHILLÁN^(a)

Miguel Ángel López E. (1), Pamela Elizabeth Valenzuela M. (2)

(1) Carrera de Nutrición y Dietética. Facultad de Odontología. Universidad del Desarrollo, Concepción. Chile.

(2) Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos. Universidad del Bío Bío, Chillán. Chile.

[Dirección para Correspondencia :](#)

ABSTRACT

Background: One of the aspects of nutritional management is based on the determination of nutrient and calorie needs. One of them is the equation that Harris-Benedict proposed in 1919, about which evidence exists that it overestimates the basal energy expenditure (BEE), a reason why it is necessary to estimate it accurately in subjects in our own environment. Objective: To determine a factorial predictive model to estimate BEE in healthy individuals according to patterns of the local reality. Design: Randomized cross-sectional survey in 56 healthy adults of both sexes, aged 18 to 59 years and with different nutritional status. Results and conclusion: An equation was constructed through the stepwise technique; weight, hip circumference, sex and age, were the variables that best predicted the BEE with an $r^2=0.8647$ ($p<0,0001$) and a standard error of 29.287 cal/day, significantly adjusted to the estimation.

Key words: Basal energy expenditure, indirect calorimetry, Harris-Benedict, model proposed, hip circumference.

RESUMEN

Antecedentes. Uno de los aspectos del manejo nutricional se basa en la determinación de las necesidades nutritivas y calóricas. Para estimar el metabolismo energético basal se ha recurrido por años a la ecuación de Harris-Benedict en 1919, donde existe evidencia que sobreestima el GEB en nuestro medio, por lo que se plantea la necesidad de estimarlo con sujetos de nuestra realidad. Objetivo. Determinar un modelo predictivo factorial para estimar el gasto energético basal en individuos sanos según patrones de la realidad local. Diseño. Corte Transversal al azar de 56 adultos sanos de ambos sexos entre 18 a 59 años de edad y con distintos tipos de estado nutricional. Resultados y Conclusión. Se construyó una ecuación usando la técnica stepwise, donde el peso, circunferencia

de cadera, sexo y edad, fueron las variables que mejor predijeron el GEB arrojando un $R^2=0,8647$ ($p<0,0001$) y un error estándar de 29.287 cal/día, ajustando significativamente la estimación.

Palabras claves: Gasto Energético Basal, Calorimetría Indirecta, Harris-Benedict, modelo propuesto, Circunferencia de cadera.

INTRODUCCIÓN

Entre 1890 y 1930, época en que se profundizaron los conocimientos en la medición cuantitativa del gasto calórico (1), resaltó el estudio que llevaron a cabo Arthur Harris y Francis G. Benedict (2) hacia 1919, año en que publicaron los resultados de sus investigaciones en el Laboratorio de Nutrición del Carnegie Institution en Boston, logrando estimar el gasto energético basal (GEB). En realidad, para cada sexo crearon dos ecuaciones, donde consideraron las variables peso, talla y edad; polinomios que hasta el día de hoy se aplican. Ellos señalaron en su momento que las fórmulas predicen de manera confiable el metabolismo basal en personas con un peso corporal entre 25 y 124,9 kilos, con una estatura entre 1,51 a 2,00 metros y de 21 a 70 años, afirmando que el metabolismo basal se puede estimar en cualquier tipo de sujetos con estas condiciones. Los valores del coeficiente de correlación fueron 0,80 para el hombre y 0,60 para la mujer. Además, destacaron que las personas sujetas a la medición son representativas de la población estadounidense en tipo, variabilidad y correlación con resultados anteriores, siendo generalizables en prácticamente otras sociedades con las mismas características.

En 1985, el equipo investigador encabezado por Daly *et al* (3) plantearon dudas sobre la exactitud de la predicción de la fórmula Harris-Benedict, ya que, al estudiar a 201 sujetos sanos de ambos sexos, encontraron que la ecuación sobreestimaba el GEB en un 10 a 15% al compararlo con mediciones por calorimetría indirecta. En Chile, Carrasco *et al* (4) llegó a una conclusión similar, tanto en hombres como para mujeres con sobrepeso y obesidad. No obstante, analizando la fórmula de Harris-Benedict en sujetos italianos, el equipo de trabajo encabezado por De Lorenzo *et al* (5) concluyó que tal ecuación provee una estimación válida del gasto energético en reposo. En el caso de los obesos, Boqueras *et al* (6) observaron que la ecuación de Harris-Benedict, sobreestima en un 30% su valor en pacientes con sobrepeso y un 40% en obesos.

Como los requerimientos energéticos son estimados a través del GEB, depende de la precisión de la predicción en la medición de la cantidad de energía basal, para que luego, al asignar la actividad física (7) sea el reflejo de las necesidades de los individuos en una realidad específica, tal como lo concluyó el equipo investigador de la Universidad de Columbia encabezado por Wang *et al* (8), quienes afirmaron la necesidad de aplicar predicciones en sujetos de aquellas poblaciones donde fueron desarrolladas. Ellos mismos sostienen que los sujetos que estudiaron Harris y Benedict a principio de siglo son distintos a los actuales, ya que ahora presentan mayor sedentarismo, la dieta es menos magra y experimentan una mayor sobrevida. Esto sugiere que las nuevas ecuaciones se hagan según la evidencia actual y según patrones demográficos específicos.

Se conoce que el peso, talla, edad y sexo (7, 9) son predictores de GEB. Una forma sencilla de medir los componentes grasos y magros del cuerpo humano es recurrir

a mediciones de circunferencia de cintura, cadera y pantorrilla (10-13), es por ello que planteamos la posibilidad de crear un modelo predictivo factorial con alguna de estas variables con el objeto de estimar con precisión el GEB en individuos sanos y que tenga como característica representar la realidad local, escogiendo para ello variables con alta reproducibilidad, bajo costo de medición y aplicable a la atención nutricional en el nivel primario, secundario y terciario de salud.

SUJETOS Y MÉTODO

Se diseñó un estudio de corte transversal, durante los meses de junio y julio de 2006 a adultos de ambos sexos de 18 a 59 años que acreditaron una residencia estable en la ciudad de Chillán por 5 años ó más, con distintos tipos de estado nutricional y de actividad física, en un período de ayuno de doce horas, reposo emocional y sin actividad física significativa durante el día anterior.

Quedaron excluidos del estudio todos aquellos que presentaron enfermedad y/o síntoma de fiebre, tratamiento medicamentoso, tenían ingesta de cafeína permanente en la dieta y hábito tabáquico. En mujeres, se excluyeron a las que se encontraban con período menstrual en la fecha de la medición.

Se muestreó a 56 sujetos usando la técnica descrita por Norman y Streiner (14), los cuales indican que la muestra para una regresión lineal es la multiplicación de un factor, que varía entre de 5 a 10, por el número de variables estudiadas (peso, talla, edad, sexo, circunferencia de cintura, cadera, pantorrilla y GEB por calorimetría indirecta). El factor se calculó usando una potencia de 90%, un r estimado de 0,9580 y una varianza de 0,92, arrojando un factor de 7,00. Los sujetos fueron extraídos a través de un muestreo multietápico estratificado, eligiendo al azar cuadrantes previamente determinados, cuerdas, casas, para finalizar con la invitación a un integrante que cumpla con el mínimo y máximo de edad a participar en la investigación, informándole sobre los objetivos del estudio, las condiciones fisiológicas que debían reunir y la confidencialidad de la información.

El GEB fue medido a través de la calorimetría indirecta con un analizador de O_2 y CO_2 en aire espirado a través de un monitor Datex-Ohweda modelo Deltatrac II, perteneciente al Laboratorio de Metabolismo Energético de la Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos de la Universidad del Bío Bío. Está conectado a un equipo de recirculación de aire Canopi, el cual se desinfectó antes de cada medición con la solución *Quat*® al 5%. Los individuos que sólo presentaban las características para participar en este estudio se sometieron a un reposo de 30 minutos, de los cuales se ocuparon 5 minutos para realizar mediciones antropométricas y verificar una frecuencia respiratoria entre 20 a 30 respiraciones por minuto. Se efectuó la calorimetría indirecta por 30 minutos. Se calculó la mediana de las mediciones de las calorías basales que el instrumento registró, con el objetivo de no tomar en cuenta los valores extremos, ya que al comienzo y al término de la medición del GEB se registra el estrés propio del examen y la disminución significativa del tono muscular al final de la medición mediado por el estado de relajación.

Previo a la medición de la calorimetría indirecta, la habitación se debió ventilar, para luego lograr una temperatura ambiente de 20 a 24°C utilizando una estufa de calor radiante; se calibró la presión atmosférica (mb) y el gas del equipo en forma automática. Luego de aquello, se debió ingresar los datos del paciente (sexo, peso, talla y fecha de nacimiento), para iniciar la medición. El peso se obtuvo por medio de una balanza SECA 881 digital con precisión de 0,01 kg.

La talla se midió con un altímetro marca SECA modelo 225, con precisión es de 1 mm. Para la medición de las circunferencias de cintura, cadera y pantorrilla se utilizó una cinta métrica flexible e inextensible con precisión de 1 mm.

Para la determinación de la fórmula predictiva se usó el paquete STATA 8.0 (2003). El método usado fue el de Regresión Lineal Múltiple Paso a Paso (stepwise regression), con alphas de entrada y salida de 0,05 y 0,1, respectivamente. La validez clínica se verificó según los valores estimados y los reales determinados por Calorimetría Indirecta con el punto de corte en la estimación del 10% según sexo y edad. Esta última se estratificó a través de los percentiles $P_{<25}$, P_{25-75} y $P_{>75}$. Como estadígrafo se usó el Coeficiente V de Cramer.

RESULTADOS

Características generales

Los sujetos estudiados (n=56) tenían edades entre 18 y 59 años, de los cuales el 58,93% (n=33) fueron mujeres y el 41,07% (n=23) correspondió a hombres.

Para corroborar la información recogida en esta muestra y luego poder realizar comparaciones de los datos existentes a nivel regional, se procedió a estudiar la normalidad de éstas, arrojando que todas estas variables arrojaron cifras no significativas.

La [tabla 1](#) destaca que las variables antropométricas de la muestra estudiada difieren significativamente según sexo. Los hombres muestran parámetros antropométricos mayores que de las mujeres, con un promedio de edad igual.

Según el grupo estudiado y los datos nacionales registrados en la Encuesta Nacional de Salud 2003 (ENS-2003) (15), encontrándose disponibles los promedios de peso, talla y circunferencia de cintura en adultos todos ellos con distribuciones normales, se calculó la probabilidad de que la muestra tomada en Chillán represente las características nacionales. Tomando hasta las 3 desviaciones estándares en relación al promedio nacional (que varía entre 18 y 64 años), la probabilidad que representa el peso en la población de Chillán es del 92,26% [$P(39,26 < X \leq 111,31)$]. Para la variable talla, la muestra tiene la capacidad de representar tallas entre 1,38 y 1,88 mt con una probabilidad de 94,56% [$P(1,38 < X \leq 1,88)$]. Para la circunferencia de cintura, el promedio de nuestra muestra abarca el 99,88% la variabilidad de esta medición en la población chilena [$P(48,90 < X \leq 121,62)$].

El promedio del GEB medido por calorimetría indirecta alcanza a $1237,86 \pm 235,70$ cal/día. Al comparar el GEB medido en los hombres y las mujeres, se observa que los primeros gastan en promedio $1465,87 \pm 174,84$ cal/día, mientras ellas lo hacen en $1078,94 \pm 105,15$ cal/día con una diferencia significativa de 386,93 cal/día ($p < 0,0001$).

Construcción y validación del modelo

Antes de encontrar el modelo que estime de mejor forma el GEB, se procedió a realizar un análisis de varianza factorial, para establecer posibles interacciones. De lo anterior se planteó que el peso en varones fue la variable que predice el GEB ($p < 0,05$), no siéndolo para las mujeres ($p = 0,502$). Las otras posibles variables predictoras fueron edad en la mujer y la circunferencia de cadera en el hombre, aunque no fueron significativas, son las que se acercaron más a ser consideradas

dentro de las posibilidades ($p=0,093$ y $p=0,061$, respectivamente). Las variables que peor modelaron el GEB fueron la circunferencia de pantorrilla ($p=0,775$ para hombres y $p=0,722$ en mujeres) y la talla ($p=0,684$ para hombres y $p=0,410$ en mujeres).

TABLA 1

Características generales del grupo estudiado

VARIABLES	TOTAL (n=56)	SEXO		P
		Hombres (n=23)	Mujeres (n=33)	
Peso (Kg)	68,11 ± 13,22	78,94 ± 12,91	60,56 ± 6,55	<0,0001 ^a
Talla (mt)	1,63 ± 0,09	1,72 ± 0,05	1,59 ± 0,06	<0,0001 ^b
Edad (años)	34,82 ± 11,70	34,48 ± 12,61	35,06 ± 11,52	0,8586 ^b
C. de cintura (cm)	85,26 ± 12,12	94,94 ± 11,15	78,51 ± 7,26	<0,0001 ^a
C. de cadera (cm)	98,02 ± 7,60	100,29 ± 9,85	96,44 ± 5,12	0,0272 ^a
C. de pantorrilla (cm)	36,40 ± 3,10	38,05 ± 3,61	35,24 ± 2,06	0,0007 ^a

^a Two-sample Wilcoxon test; ^b Paired t-Student with equal variances

Del análisis anterior, se decidió interrelacionar en un mismo paso (interacción en cadena) ciertas variables que presentaron la mejor significación estadística posible con aquellas que biológicamente interactúan, que son el peso con la circunferencia de cadera, siendo éstos marcadores de la composición corporal. Se eligió esta interacción y no con la de cintura por tener esta última un peor valor p según sexo que la circunferencia de cadera.

Luego, se decidió incluir a la edad y el sexo al modelo en un mismo paso por presentar la mejor probabilidad de significación para predecir GEB, siendo además de fácil medición y disponibilidad, y que probadamente son predictores del metabolismo energético. El resto de las variables se incluyeron dentro del pool de posibles variables predictoras como variables únicas (interacción simple).

Usando el método *stepwise regression* (16), la [tabla 2](#) muestra el resultado de las variables que mejor predicen el GEB.

La [tabla 2](#) muestra los parámetros estimados que predicen el GEB, donde la variable sexo entró al modelo como una variable dicotómica, donde 1 (uno) se asigna al hombre y 0 (cero) se asigna a la mujer. En efecto, el modelo incluyó al sexo como variable predictora, es decir, si una mujer se sometió al cálculo del GEB, estimaría 136 cal/día menos en relación a los varones.

Además, la interacción entre peso y circunferencia de cadera hizo que ésta pasara a ser parte del modelo. Igual situación pasa con la variable edad, que al interaccionarla con el sexo pasa también a formar parte de la ecuación. Pero tales variables no son significativas ($p=0,06$ y $p=0,057$), por lo que se le consideran variables control, porque son importantes biomédicamente para modelar el GEB de los individuos. Si se observa el signo del coeficiente calculado para circunferencia de cadera, éste controla el aumento exagerado de GEB en un individuo con gran peso y por ende con una cadera grande, por acumulo de masa grasa ($\beta_2 = -5,77$).

La variable edad también presenta signo negativo, el cual coincide con el modelo formulado por Harris-Benedict y otras ecuaciones, reflejando que a medida avanza la edad, el GEB estimado disminuye.

Por ende, las variables predictoras son el peso y el sexo, mientras que las variables control son circunferencia de cadera y edad, explicando significativamente el 86,47% de la varianza del GEB ($p < 0,0001$). El modelo propuesto plantea los siguientes coeficientes para el peso (kilos), la circunferencia de cadera (centímetros), el sexo (para hombres es uno y para mujeres cero) y la edad (años cumplidos).

$$\text{GEB}_{L-V2006} = 813,09 + (14,80 \cdot \text{Peso}) - (5,77 \cdot \text{Cadera}) + (135,93 \cdot \text{Sexo}) - (2,10 \cdot \text{Edad})$$

Para validarlo se calculó el GEB con esta ecuación y se comparó con el medido a través de Calorimetría Indirecta, diferenciando por sexo y grupos de edad.

La [tabla 3](#) muestra que no se observó evidencia significativa el cual indicara que la estimación del GEB medido por el modelo propuesto se aleje significativamente del *gold estándar* (calorimetría indirecta), estratificados por sexo y edad.

Desde el punto de vista clínico, la [tabla 4](#) compara la calidad de la estimación calculada por el método propuesto en relación a la ecuación de Harris-Benedict. El parámetro de comparación es el GEB medido por Calorimetría Indirecta, aceptándose hasta un 10% de seguridad.

TABLA 2						
Modelo lineal múltiple propuesto para estimación del gasto energético basal						
Variables	Parámetro	Coefficiente estimado	Error estándar	Puntaje t	P	Intervalo de confianza (95%)
Constante	α	813,09	188,81	4,31	<0,001	[434,02 - 1192,15]
Peso	β_1	14,80	2,28	6,49	<0,001	[10,22 - 19,38]
Cadera	β_2	-5,77	2,99	-1,92	0,060	[-11,79 - +0,25]
Sexo	β_3	135,93	41,30	3,29	0,002	[53,02 - 218,84]
Edad	β_4	-2,10	1,08	-1,95	0,057	[-4,27 - +0,06]

Error Estándar= 29,29 cal/día. DE= 90,05 cal/día
 Detalle de los coeficientes calculados luego de aplicar el procedimiento paso a paso, con sus respectivos intervalos de confianza (n=56)

Al sumar los porcentajes por los cuales el modelo planteado estima dentro del 10% respecto al *gold estándar* (calorimetría indirecta), el 84,84% de las mujeres el modelo calculó el gasto energético dentro del 10% de margen establecido, mientras que sólo el 12,12% de las estimaciones logró adecuar dentro del 10% por el método de Harris-Benedict. En el grupo de los hombres, el 91,31% de las estimaciones del GEB por el modelo propuesto está dentro del 10% de seguridad, mientras que Harris-Benedict lo hace en el 8,70%.

Por otro lado, sumando las estimaciones que cayeron fuera del margen de seguridad para las mujeres, el modelo estudiado lo hizo en un 15,15%, mientras que Harris-Benedict sobreestima en el 87,87% de los casos. En hombres, el modelo erró en un 8,7% versus el 91,31% de las mediciones por Harris-Benedict. Comparando estos dos modelos, existe evidencia suficiente para afirmar que nuestro modelo se ajusta significativamente dentro del 10% de seguridad calculado para el valor real de GEB (Cramer= 0,8676 para mujeres y 0,8348 en hombres).

TABLA 3						
Promedios del gasto energético basal medido por calorimetría indirecta (CI) y el modelo propuesto según sexo y grupos de edad						
EDAD (años) §	MUJERES			VARONES		
	CI	MODELO PROPUESTO	P	CI	MODELO PROPUESTO	P
< 24	1364.17 ± 60.36	1357.30 ± 64.80	0.7303 ^a	1112.22 ± 88.46	1101.37 ± 105.23	0.6888 ^a
25 - 43.5	1520.00 ± 215.96	1522.19 ± 168.48	0.9441 ^a	1072.50 ± 109.01	1073.52 ± 69.60	0.6417 ^b
>43.5	1468.33 ± 136.77	1456.05 ± 35.67	0.9165 ^b	1054.38 ± 118.03	1052.05 ± 51.79	0.8886 ^b

§ Estratos de edad calculados según $P_{\leq 25}$, P_{25-75} y $P_{>75}$
^a Two-sample t-Student with equal variances; ^b Two-sample Wilcoxon test

TABLA 4									
Validez clínica del gasto energético basal medido con fórmula propuesta (2006) y la ecuación harris-benedict (1919) por sexo y edad, según el punto de corte al 10% del «gold estándar»									
Punto de Corte al 10%	EDAD (años) [§]	MUJERES [†]				VARONES ^{††}			
		H-B 1919		Modelo Propuesto 2006		H-B 1919		Modelo Propuesto 2006	
		n	%	n	%	n	%	n	%
GEB Calorimetría Indirecta [10%] (subestima)	< 24	-	-	-	-	-	-	-	-
	25 - 43.5	-	1	3.03	-	-	-	-	-
	> 43.5	-	2	6.06	-	-	-	-	-
GEB Calorimetría Indirecta [10%] (adecuado)	< 24	-	9	27.27	-	6	26.09	-	-
	25 - 43.5	1	3.03	15	45.45	1	4.35	10	43.48
	> 43.5	3	9.09	4	12.12	1	4.35	5	21.74
GEB Calorimetría Indirecta [10%] (sobrestima)	< 24	9	27.27	-	-	6	26.09	-	-
	25 - 43.5	15	45.45	-	-	10	43.48	1	4.35
	> 43.5	5	15.15	2	6.06	5	21.74	1	4.35
TOTAL		33	100.00	33	100.00	23	100.00	23	100.00

§ Estratos de edad calculados según P_{10%}, P₂₅₋₇₅ y P_{75%}
† Cramer's V= 0.8676; †† Cramer's V= 0.8348
Se observa un mayor porcentaje de imprecisión en la estimación del GEB en los adultos muestreados en relación al gold estándar por medio de la ecuación de Harris-Benedict 1919 que el modelo propuesto por los autores

DISCUSIÓN

El GEB varía entre el 50 y 80% de las necesidades energéticas totales (17). Este porcentaje permite la realización normal de las funciones fisiológicas indispensables para mantener una vida vegetativa; es decir, en una persona sana, despierta, relajada, acostada, cómoda, en un ambiente termoneutral y que ha estado en reposo muscular y ayuno fisiológico de 10 a 12 horas (18), donde su importancia radica en la estimación total de las necesidades calóricas. Es por ello que la aplicación de modelos matemáticos calculados según patrones fenotípicos debe estar en concomitancia con los sujetos al cual se estima el GEB.

Las necesidades energéticas basales de hombres y mujeres son distintas, ya que está dado por la composición corporal de cada sexo (masa grasa, libre de grasa). Este aspecto se recoge al medir por calorimetría indirecta el GEB, quien para varones se determinó en promedio 387 cal/día respecto a las mujeres estudiadas, situación que está en la misma línea de lo publicado en México, donde indican que los varones por su mayor tamaño corporal que las mujeres tienden a presentar un GEB más alto (19). La interacción del peso con la circunferencia de cadera facilitó que esta última variable formara parte del modelo, razón por la cual trae implícito el hecho de medir tejido adiposo subcutáneo (20), donde un estudio realizado en mujeres el porcentaje de grasa en edades jóvenes y adultas jóvenes está asociado a la medición de la cadera (21).

El método stepwise no logró incluir a la circunferencia de cintura en el modelo, a pesar de la importancia en cuanto al tejido adiposo visceral que representa (20). No obstante lo anterior, el signo negativo del coeficiente de la circunferencia de cadera, como medidor de masa grasa, logra que la ecuación estime menor cantidad de calorías conforme aumenta la cadera del sujeto. Además, se conoce que el tejido adiposo refleja un bajo gasto energético basal (22). Esto es relevante desde el punto de vista de la Salud Pública según lo manifiesta Luke et al quien señala que la prevalencia de personas con sobrepeso y obesidad se ha ido incrementando en

pocas décadas tanto en los países industrializados como en los en vías de desarrollo (23), como es el caso de nuestra sociedad. Hay que tener en cuenta que la medición de cintura puede en algunos casos verse afectada por factores que pueden influir en su medición, como el aumento del tamaño del colon y/o riñones, quistes, ascitis, tumores abdominales que pudieran adquirir grandes dimensiones y retención de orina en la vejiga (24, 25).

La edad es otra dimensión que se logró incorporar al modelo. Al igual que la ecuación de Harris-Benedict, esta variable está incluida de manera inversamente proporcional al GEB. Con la edad van ocurriendo una serie de cambios en la composición corporal. La pérdida muscular es compensada por el aumento de grasa corporal y condiciona un ligero aumento de peso corporal (26). En relación a la circunferencia de pantorrilla, que se consideró dentro de las posibles variables predictoras del GEB, ya que en un estudio reciente se demostró que ésta es una medida sensible a la pérdida de tejido muscular (27). El método stepwise no lo consideró dentro del modelo, ya que en el grupo de adultos mayores cobra mayor importancia como predictor de masa magra, pudiendo cobrar importancia si esta ecuación se extendiese a individuos de mayor edad.

La correlación entre el modelo propuesto y el gasto energético basal es de 0,93. Según lo publicado por Harris y Benedict (2), su ecuación correlaciona en hombres con 0,80 y para mujeres lo hace en 0,60, siendo estos valores inferiores al modelo propuesto en este estudio, lo que implica una mejoría en la estimación de las necesidades energéticas basales de los adultos estudiados, respaldado por la validación clínica con punto de corte al 10%, donde la fórmula de Harris-Benedict sobreestima la medición por calorimetría indirecta, situación que sucede en una proporción menor con el modelo desarrollado por los autores. No obstante, el modelo propuesto representa de mejor modo el comportamiento del *gold estándar*, en los puntos de corte de edad y sexo.

(^a) *Extracto de la Tesis: Estimación y Validación de Fórmula Predictiva del Gasto Energético Basal en Adultos. Chillán, 2006. Unidad de Metabolismo Energético, Universidad del Bío- Bío. Registro de Propiedad Intelectual N°156818 a nombre de Miguel Á. López Espinoza y Pamela E. Valenzuela Mayorga.*

BIBLIOGRAFÍA

1. Chiapello, Jorge A, Rücker Patricia Said. Calorimetría indirecta: una perspectiva histórica y el resurgimiento de esta práctica médica. 2001 [<http://www.nutriinfo.com.ar>] Consulta: [26 de octubre de 2005]. [[Links](#)]
2. Harris Arthur, J Benedict, Francis G. A biometric study of human basal metabolism. Proc Natl Acad Sci USA 1918; 4(12):370-373. [[Links](#)]
3. JM Daly, SB Heymsfield, CA Head, LP Harvey, DW Nixon, H Katzeff, et al. Human energy requirements: overestimation by widely used prediction equation. Am J Clin Nutr 1985; 42(6): 1170-1174. [[Links](#)]
4. Carrasco N, Fernando, Reyes S, Eliana, Nunez B, Cherie, Riedemann S, Karen, Rimler S, Olga, Sánchez G, Gabriela, et al. Gasto energético de reposo medido en obesos y no obesos: comparación con la estimación por fórmulas y ecuaciones propuestas para población chilena. Rev Méd Chile 2002; 130(1): 51-60. [[Links](#)]
5. A. de Lorenzo, A. Tagliabue, A. Andreoli, G. Testolin, M. Comelli and P. Deurenberg. Measured and predicted resting metabolic rate in italian males and

females, aged 18-59 y (Resumen). Eur J Clin Nutr 2001; 55(3):208-214 [[Links](#)]

6. Nogues Boqueras R, Albiol de Cal P, Cajas Contreras P, Aguilar Soler G, Cuatrecasas Cambra G. Utilidad de la calorimetría indirecta en el manejo clínico de la obesidad. Área Temática 3. Obesidad: Perspectivas Terapéuticas Integrales Futuras (Resúmenes de comunicaciones). Nutr Hosp 2005; 20 Supl 1. [[Links](#)]

7. Nancy F Butte, Margarita S Treuth, Nitesh R Mehta, William W Wong, Judy M Hopkinson, E O'Brian Smith. Energy requirements of women of reproductive age. Am J Clin Nutr 2003; 77(3):630-638. [[Links](#)]

8. ZiMian Wang, Stanley Heshka, Kuan Zhang, Carol N. Boozer, Steven B. Heymsfield. Resting energy expenditure: systematic organization and critique of prediction methods. mini review. Obes Res 2001; 9(5):331-336 [<http://www.obesityresearch.org>]. [[Links](#)]

9. Roberts, Susan B; Dallal, Gerard E. Energy requirements and aging. Public Health Nutrition 2005; 9(8): 1028-1036 Supl Issue 1 [<http://www.ingentaconnect.com>]. [[Links](#)]

10. Jennifer L Kuk, SoJung Lee, Steven B Heymsfield, Robert Ross. Waist circumference and abdominal adipose tissue distribution: influence of age and sex. Am J Clin Nutr 2005; 81(6):1330-1334. [[Links](#)]

11. Albala Cecilia, Arroyo Patricia. Evaluación de la obesidad en el adulto. Rev Chil Nutr 2000; 27(1): 151- 156. [[Links](#)]

12. Rekin Carlos. Enfrentamiento de la obesidad grave y mórbida. Medwave, Año 2, No.7. Resumen: III Congreso de Nutrición Clínica y Metabolismo, Santiago 2002 [<http://www.medwave.cl/congresos/2002nutricion1/1.act>] Consulta: [13 de marzo de 2007]. [[Links](#)]

13. Eymin Gonzalo, Manrique Mónica. Obesidad. Temas de medicina interna. Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago 2001 [<http://escuela.med.puc.cl/paginas.html/>] Consulta: [21 de febrero de 2007]. [[Links](#)]

14. Norman, Geoffrey; Streiner, David (1996) Regresión Múltiple En: Bioestadística. Editorial Hartcourt. Barcelona pp. 115-116. [[Links](#)]


15. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Salud Pública. Resultados Encuesta Nacional de Salud. Santiago, 2006 [http://escuela.med.puc.cl/deptos/saludpublica/Resultado_ENS/CapI_V203Obesidad] Consulta: [03 de julio de 2006]. [[Links](#)]

16. Dupont William D. Statistical modeling for biomedical researchers. a simple introduction to the analysis of complex data. Cambridge University Press. pp 95, 369, Inglaterra, 2002. [[Links](#)]

17. Cuerda Compés M.^a C, Ruiz Sancho A, Moreno Rengel C, Iriondo Martínez M.^a T., Velasco Gimeno C., Bretón Lesmes I. et al. Study of energy expenditure in anorexia nervosa: agreement between indirect calorimetry and several equations. Nutr. Hosp.; 20(6): 371-377. [[Links](#)]

18. Moreno G, Manuel (1997) Diagnóstico de Obesidad y sus Métodos de Evaluación. Boletín Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile. 26:9-13. <En línea>:[<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/Boletin/html/obesidad/obesidad03.html>] Consulta: [07 de noviembre de 2006]. [[Links](#)]
19. Poehlman Eric; et al Necesidades Energéticas: evaluación y requerimientos en humanos Vol 1, pp113. En: SHILS, Maurice S; et al: Nutrición en salud y enfermedad. 9 edición, editorial Mc Graw HillInteramericana. 2002, México. [[Links](#)]
20. Jennifer L Kuk, Peter M Janiszewski, Robert Ross. Body mass index and hip and thigh circumferences are negatively associated with visceral adipose tissue after control for waist circumference (Resumen). Am J Clin Nut 2007; 85(6): 1540-1544. [[Links](#)]
21. Arlette Vania Padilla-Vázquez, Héctor Lamadrid-Figueroa, Aurelio Cruz-Valdez. El peso, el porcentaje de grasa y la densidad mineral ósea materna son determinantes de la densidad mineral ósea en mujeres adolescentes y adultas jóvenes. Bol Med Hosp Infant Mex 2007; 64:72-82 [<http://www.medigraphic.com>] Consulta: [04 de octubre de 2007]. [[Links](#)]
22. Andrew M Tershakovec, Kerri M Kuppler, Babette Zemel, Virginia A Stallings. Age, sex, ethnicity, body composition, and resting energy expenditure of obese african american and white children and adolescents (Resumen). Am J Clin Nut 2002; 75(5): 867-871. [[Links](#)]
23. Amy Luke, Ramon A Durazo-Arvizu, Charles N Rotimi, Helen Iams, Dale A Schoeller, et al. Activity energy expenditure and adiposity among black adults in Nigeria and the United States. Am J Clin Nut 2002; 75(6): 1045-1050. [[Links](#)]
24. Accantino Luigi. Meteorismo crónico: manejo práctico, Medwave 2003 [<http://www.medwave.cl/cursos/SII6/1.act>] Consulta: [12 de diciembre de 2006]. [[Links](#)]
25. Miquel P Juan Francisco. Síndrome de intestino irritable (SII). Curso integrado de clínicas médico quirúrgicas: apuntes de clases del capítulo de gastroenterología. Departamento de Gastroenterología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. 2006 [<http://escuela.med.puc.cl/paginas/Cursos>] Consulta: [27 de enero de 2007]. [[Links](#)]
26. Bacardí G Monserrat, Jiménez C Arturo, Cortés B Sara. Nutrición en el anciano Salud Fronteriza 1990; 6(4):19-28 [<http://www.usmbha.org/esp/publications>]. [[Links](#)]
27. Herrera Héctor, Hernández Yolanda, Hernández Rosa, Rebato Esther. Caracterización antropométrica de una población de adultos mayores institucionalizados de la ciudad de Caracas, Venezuela. Investigación Clínica 2005; 46(2):139-156. [[Links](#)]

Este trabajo fue recibido el 27 de Junio de 2007 y aceptado para ser publicado el 18 de Octubre de 2007.

 Dirigir la correspondencia a: Profesor Miguel Ángel López Espinoza.
Escuela de Nutrición y Dietética
Facultad de Odontología
Universidad del Desarrollo
Barros Arana 1735, 4º Piso
Concepción, Chile
Fono: (41) 2268 583
Fax: (41) 2268 501
malopez@udd.cl