



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y  
Toxicología  
Chile

Ruiz De la F., Marcela; Rodríguez F., Alejandra

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, vol. 41, núm. 1, marzo-, 2014, pp. 17-28

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología  
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46930531002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Comparación de tasa metabólica en reposo medida por calorimetría indirecta versus ecuaciones predictivas, en mujeres adultas jóvenes y adultas mayores de peso corporal normal

## Comparison of resting metabolic rate measured by indirect calorimetry and predictive equations in young adult and elderly women with normal body weight

### ABSTRACT

**Introduction:** The resting metabolic rate (RMR) can be measured by indirect calorimetry (RMR IC) or estimated by predictive equations, which can overestimate or underestimate energy requirements. **Objective:** To compare RMRs measured by indirect calorimetry and estimated by predictive equations in young adult and elderly women with normal body mass index (BMI). **Subjects and methods:** Analytical cross-sectional study. RMR IC was measured and estimated by Harris-Benedict (1919), FAO/WHO/UNU (1985), FAO/WHO/UNU (2004), and Mifflin-St Jeor equations in 36 young adult women aged 20 to 24 years (BMI  $20.7 \pm 1.6$ ) and 29 elderly women aged 60 to 76 years (BMI  $25.5 \pm 1.6$ ). Measures of central tendency, dispersion, and position were calculated for quantitative variables. The Kruskal-Wallis test was used to compare RMR between the different formulae and the Mann-Whitney test was used to compare RMR IC between groups after verifying normality by the Shapiro Wilks test. The statistical significance level was  $\alpha = 0.05$ . **Results:** The Harris-Benedict, FAO/WHO/UNU (2004), FAO/OMS/UNU (1985), and Mifflin-St Jeor equations showed a statistically significant overestimation ( $p < 0.0001$ ) of 290.5, 196.8, 200.1, and 188.0 kcal/d and 220.0, 211.9, 235.8, and 79.4 kcal/d in young adult and elderly women, respectively. The RMR IC between young adult women (1050.0 kcal/d) and elderly women (985.0 kcal/d) exhibited a significant statistical difference ( $p = 0.008$ ). A higher overestimation was found by the Harris-Benedict test and the FAO/WHO/UNU (1985) equation in young adult and elderly women, respectively. **Conclusions:** Predictive equations overestimated RMR in young adult and elderly women. Thus, its routine use could lead to malnutrition due to excess intake.

**Key words:** Resting metabolic rate, predictive formulae, indirect calorimetry, women, normal nutritional status.

Marcela Ruiz De la F.  
Alejandra Rodríguez F.

Departamento de Nutrición y Salud Pública,  
Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos,  
Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile.

Dirigir la correspondencia a:  
Prof.

Marcela Ruiz De la Fuente  
Nutricionista

Magister en Nutrición Clínica Adulto  
Departamento de Nutrición y Salud Pública  
Universidad del Bío-Bío, sede Chillán, Chile.  
Teléfono: (56-42) 2463229  
E-mail: marcelaruiz@ubiobio.cl

Este trabajo fue recibido el 15 de Octubre de 2013  
y aceptado para ser publicado el 18 de Enero de 2014.

### INTRODUCCIÓN

El gasto energético total, considera entre sus principales componentes: la tasa metabólica basal, la termogénesis endógena y la actividad física. La tasa metabólica basal fue definida como la tasa mínima de gasto energético compatible con la vida, y constituye el 60-70% del gasto energético diario en la mayoría de los adultos sedentarios. Los términos de tasa

metabólica basal (TMB) y tasa metabólica en reposo (TMR) se tienden a utilizar indistintamente, sin embargo, este último aunque si bien igual considera todos los requisitos de la medición de la TMB, no requiere ayuno previo; presentando una diferencia entre sí de al menos un 10% (1).

Entre los principales factores determinantes de la TMR están: el tamaño corporal, la composición corporal, la edad,

el sexo y la producción de hormonas (2), siendo entre todos ellos la masa magra su principal determinante (3). La TMR puede ser estimada o medido, estimada mediante ecuaciones predictivas y medida mediante: calorimetría indirecta, directa, y agua doblemente marcada. La calorimetría indirecta (CI) es un método no invasivo y validado para determinar la TMR (4). Se denomina indirecta, por que determina el gasto energético por medio de los equivalentes calóricos del  $O_2$  consumido y del dióxido de carbono  $CO_2$  producido, cuyas cantidades difieren según el sustrato energético que se esté utilizando. La producción de energía corresponde a la conversión de la energía química contenida en los nutrientes, en energía química almacenada como ATP, y en la energía disipada como calor en los procesos de oxidación. Si se acepta que todo el  $O_2$  consumido se utiliza para oxidar los sustratos energéticos (proteínas, carbohidratos y lípidos), y que todo el  $CO_2$  producido se elimina por la respiración, es posible calcular la energía total producida por los nutrientes. Este método es un referente como estándar para determinar la TMR en la clínica y en estudios de investigación, sin embargo, no siempre está disponible, debido al elevado costo del equipo y a la necesidad de contar con un personal entrenado. Por consiguiente, las ecuaciones de regresión, usando la calorimetría indirecta como un criterio de medida para desarrollar estos modelos predictivos, son comúnmente usados para estimar la TMR.

Entre las ecuaciones predictivas más utilizadas están: la ecuación de Harris- Benedict, realizada en el laboratorio de Nutrición de Carnegie en Boston y publicada originalmente en el año 1919, basada en mediciones realizadas a 136 hombres de 16 a 63 años y 103 mujeres de 15 a 74 años, con estado nutricional normal; las Ecuaciones de FAO/OMS/UNU año 1985, que utilizaron como base principalmente los datos de los estudios de Shofield realizados en hombres y mujeres de 19 a 82 años, con estado nutricional normal, sobrepeso u obeso. En esta fórmula se ha descrito: limitados datos sobre lactantes, adolescentes y adultos mayores, carencia de datos de personas provenientes de países en desarrollo, poca variabilidad étnica y geográfica, y baja inclusión de individuos de regiones tropicales. Las ecuaciones FAO/OMS/UNU año 2004, fueron desarrolladas igualmente a partir de la base de datos de Shofield utilizada en la estimación de la TMR (1985) (5). Por último la ecuación de Mifflin St-Jeor, que data del año 1990, se basó en un estudio realizado en 498 sujetos de 19 a 78 años de ambos sexos, que presentaban estado nutricional normal, sobrepeso u obeso, y cuya composición racial no fue especificada. Por su exactitud esta ecuación ha sido recomendada por la Asociación Americana de Dietista (6).

Las ecuaciones predictivas descritas anteriormente, se han asociados a subestimaciones pero principalmente a sobrestimaciones de la TMR (7). La agudeza de las fórmulas predictivas también está determinada por el estado nutricional del individuo, describiéndose en obesos adultos, una disminución en la agudeza, comparado con los sujetos no obesos (6).

Sobrestimar los requerimientos energéticos, contribuye a facilitar un balance energético positivo y por consiguiente la malnutrición por exceso del paciente. La investigación se dividió en dos etapas, en su primera etapa el objetivo fue comparar la TMR medida a través del método de calorimetría indirecta, con algunas ecuaciones predictivas, en mujeres adultas jóvenes y mayores con índice de masa corporal (IMC) normal, y en su segunda etapa, se analizará igualmente su

comportamiento en otros estados nutricionales de sobrepeso y obesidad. A continuación se describen los resultados de la primera etapa del estudio.

## SUJETOS Y MÉTODO

El estudio fue analítico, de corte transversal. La muestra estuvo compuesta sólo por participantes del género femenino, 36 mujeres adultas jóvenes de 20-24 años de edad, estudiantes de la Universidad del Bío-Bío sede Chillán, y 29 mujeres adultas mayores de 60-76 años, pertenecientes al Centro de Salud Familiar Violeta Parra de la ciudad de Chillán, Chile, las cuales fueron elegidas aleatoriamente de acuerdo a los criterios de inclusión establecidos: IMC normal es decir de 18.5 a 24.9 en las mujeres jóvenes y de 23.1 a 27.9 en las mujeres adultas mayores, buen estado de salud, ausencia de patología hipermetabólica, peso corporal estable ( $\pm 3$  Kg) en los últimos 6 meses, ausencia de ingesta de medicamentos que modifiquen el gasto energético; y en el caso particular de las mujeres jóvenes, no estar cursando su ciclo menstrual, embarazada o amamantando.

El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de las instituciones respectivas donde fue tomada la muestra, y con el consentimiento informado de las participantes.

Se realizaron las mediciones antropométricas de peso y talla corporal, utilizando los puntos de corte establecidos por la OMS 1998 (8), de todas ellas fueron realizadas por un mismo evaluador de profesión nutricionista. Se determinó el índice de masa corporal o IMC ( $\text{peso}/(\text{talla}^2)$ ), usando los criterios establecidos por la Organización Mundial de la salud (OMS).

La tasa metabólica en reposo (TMR), se midió mediante el método de calorimetría indirecta (TMR CI), utilizando un equipo Datex - Ohweda modelo Deltatrac II, perteneciente a la Unidad de Metabolismo Energético de la Universidad del Bío-Bío de la ciudad de Chillán. A nivel ambiental se controló que la concentración de  $CO_2$  fuera menor a 3% y existiera termo neutralidad ambiental (20-24°C). El equipo fue auto calibrado antes de cada medición, utilizando una mezcla de gases de 95%  $O_2$  y 5%  $CO_2$ .

El día de la medición de la TMR CI, todas las voluntarias adultas jóvenes fueron instruidas a dirigirse al laboratorio con el mínimo esfuerzo físico posible que pudiese alterar la TMR; particularmente en el caso de las adultas mayores, todas fueron trasladadas desde sus casas en taxi al laboratorio. Previo a la medición de la TMR CI, se verificó ausencia de antecedentes de enfermedad tiroidea, anemia, y cumplimiento del ayuno previo (10-12 hrs.); también fueron controlados los siguientes signos vitales: temperatura corporal a nivel axilar menor a 37,0 °C, y frecuencia respiratoria entre 12-18 respiraciones por minuto.

Antes de la medición las mujeres debieron hacer un reposo de 30 minutos, posteriormente, se realizó a cada una la medición de la TMR CI a las 8:30 hrs. AM y durante un periodo consecutivo de 30 minutos; durante ese periodo la paciente debió estar en posición supina, sin dormir y tranquila. La TMR CI fue calculada por el equipo a partir de la medición del consumo de  $O_2$  y eliminación de  $CO_2$  y se trabajó con la mediana de los valores arrojados de cada paciente.

La validez del examen se ratificó mediante el valor del cociente respiratorio ( $Q_r$ ), obtenido de la relación entre el  $CO_2$  eliminado y el  $O_2$  consumido por el paciente, el que debió mostrar un rango filológico normal entre 0,7- 1,0 (9); como también, mediante la verificación de la fluctuación en el intercambio de volumen de  $CO_2$  ( $\text{ml}/\text{min.}$ ) y de  $O_2$ , ( $\text{ml}/$

min) (10).

Los resultados de la TMR CI, fueron comparados con la TMR estimada mediante las ecuaciones predictivas de: Harris-Benedict 11, FAO/OMS/UNU año 1985 y FAO/OMS/UNU año 2004 12, 13, y de Mifflin St-Jeor. (tabla 1).

Se calculó la diferencia porcentual entre la TMR estimada y la TMR CI en cada mujer del estudio, mediante la siguiente fórmula  $((TMR - TMR CI)/TMR CI \times 100)$ , definiendo la existencia de concordancia entre los valores cuando la diferencia porcentual entre la TMR estimada y la TMR CI, se encontró dentro de  $\pm 10\%$ .

Los datos se analizaron mediante estadística univariada y bivariada. Para la descripción de variables numéricas se calcularon medidas de tendencia central, dispersión y posición, las variables cualitativas se trataron con frecuencia absoluta y porcentajes. Para comparar la TMR entre las diferentes fórmulas, se usó la prueba de Kruskal Wallis, y para comparar la TMB CI entre los dos grupos de mujeres con diferente grupo etarios, la prueba de Mann-Whitney, previa verificación de normalidad de los datos con la prueba de Shapiro Wilks. Se usó un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0,05$ .

### RESULTADOS

La población estudiada estuvo constituida por un total de 65 mujeres, 36 adultas jóvenes y 29 adultas mayores. La media del IMC fue  $20,7 \pm 1,6$  para el grupo de adultas jóvenes y  $25,5 \pm 1,6$  para el grupo de adultas mayores, clasificando ambos grupos, con un estado nutricional de normal según IMC.

En las adultas jóvenes la TMR estimada mediante CI presentó una mediana de 1050,0 Kcal/día, el 25% ( $P_{25}$ ) de ellas gastó menos de 1007,5 Kcal/día y el 75% ( $P_{75}$ ) menos de 1160,0 Kcal/día. Al evaluar la TMR obtenida a través de la fórmula Harris-Benedict, se obtuvo una mediana de 1340,5 Kcal/día, el 25% presentó valores menores a 1315,9 kcal/día y el 75% inferiores a 1385,9 Kcal/día. Con la fórmula FAO/OMS/UNU año 1985 la mediana fue de 1250,1 Kcal/día, el 25% de ellas gastó menos de 1205,3 Kcal/día y el 75% de ellas menos de 1300,0 Kcal/día. Usando la fórmula FAO/OMS/UNU año 2004, los resultados mostraron una mediana de 1246,8 Kcal/día, donde el 25% de ellas gastó menos de 1201,6 kcal/día y el 75% menos de 1297,1 Kcal/día. A través de la fórmula de Mifflin St-jeor la mediana de la TMR fue de 1238,0 Kcal/día, el 25% obtuvo valores menores a 1205,4 Kcal/día y el 75%

inferiores a 1299,2 Kcal/día. La comparación de la TMR fue estadísticamente diferente entre los métodos de estimación usados ( $p < 0,0001$ ). De esta forma, existió para este grupo de mujeres una sobrestimación de la TMR respecto al método de CI ( $p < 0,0001$ ) en las fórmulas de Harris-Benedict, FAO/OMS/UNU año 2004, FAO/OMS/UNU año 1985 y Mifflin St-Jeor de 290,5, 196,8, 200,1 y 188,0 Kcal/días, respectivamente. (figura 1).

La medición de la TMR en mujeres adultas mayores, mediante CI fue estadísticamente diferente de la estimación mediante los demás métodos ( $p < 0,0001$ ). De esta manera, con CI se obtuvo una mediana de 985,0 Kcal/día, el 25% de la muestra gastó bajo las 940,0 Kcal/día y el 75% menos de 1075,0 Kcal/día. Mediante la fórmula Harris-Benedict, la mitad de las mujeres se clasificaron con 1205,0 Kcal/día, el 25% gastó bajo las 1153,9 Kcal/día y el 75% menos de 1238,3 Kcal/día. Con la fórmula de la FAO/OMS/UNU año 1985 la mediana fue de 1220,8 kcal/día, el 25% de la muestra gastó bajo 1205,0 kcal/día y el 75% bajo de 1238,3 Kcal/día. El 50% de las mujeres mediante la fórmula FAO/OMS/UNU año 2004 clasificó con 1198,9 Kcal/día, el 25% gastó bajo 1185,3 Kcal/día y el 75% bajo 1233,4 Kcal/día. Por último a través de la fórmula de Mifflin St-Jeor la mitad de la muestra obtuvo 1064,4 Kcal/día, el 25% gastó menos de 1004,8 kcal/día y el 75% bajo 1118,7 kcal/día. Al igual que el grupo de adultas jóvenes, el de adultas mayores también evidenció una sobrestimación estadísticamente significativa de la TMR estimada mediante ecuaciones predictivas respecto a la medida por CI ( $p < 0,0001$ ). Las fórmulas de Harris-Benedict, FAO/OMS/UNU año 2004, FAO/OMS/UNU año 1985 y fórmula Mifflin St-Jeor, sobrestimaron en 220,0, 211,9, 235,8 y 79,4 Kcal/días, respectivamente. (figura 2). Por lo tanto, en las adultas jóvenes la fórmula que más sobrestimó la TMR CI, fue la de Harris-Benedict, y en el caso de las adultas mayores, la de FAO/OMS/UNU año 1985.

Al comparar la mediana de la TMR CI de 1050,0 Kcal/día y de 985,0 Kcal/día entre las mujeres jóvenes y adultas mayores, respectivamente, se observó una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,008$ ).

El análisis de concordancia mostró en las adultas jóvenes un mayor grado de precisión con las fórmulas de la FAO/OMS/UNU año 1985 y año 2004, donde en ambas el 30,5% de las estimaciones oscilaron en  $\pm 10\%$  de la TMR CI; en el caso de las adultas mayores, la ecuación de Mifflin St-Jeor

TABLA 1

Ecuaciones predictivas para estimar gasto energético en reposo

Ecuación	Sujetos	Estado nutricional	Edad años	Fórmula para sexo femenino	
Harris-Benedict (1919)	103	N	15-74	$9,563 \times P + (1,84 \times T) - (4,676 \times E) + 655,09$	
Mifflin-ST Jeor (1990)	498	N, Sp, O	19-78	$(9,99 \times P) + (6,25 \times T) - (4,92 \times E) - 161$	
FAO/OMS/UNU (1985)	247	N, Sp, O	19-82	$14,7 \times P + 496$	(18- 30años)
				$10,5 \times P + 596$	(> 60 años)
FAO/OMS/UNU (2004)	247	N, Sp, O	19-82	$14,818 \times P + 886,6$	(18-30 años)
				$9,082 \times P + 658,5$	(> 60 años)

P: peso corporal (Kg); T: talla (cm), E: edad (años); N: normal; SP: sobrepeso; O: obesidad.

FIGURA 1

Comparación de la tasa metabólica en reposo según calorimetría indirecta versus ecuaciones predictivas, en mujeres jóvenes de peso corporal normal.

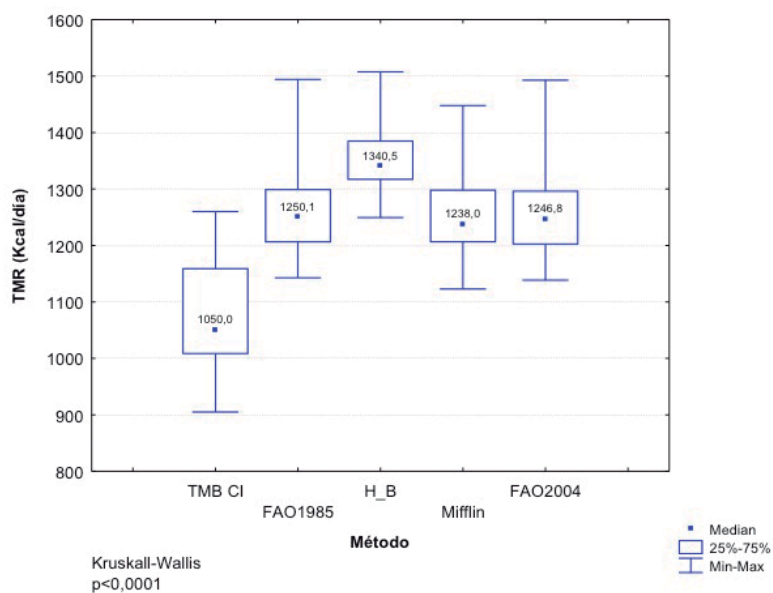
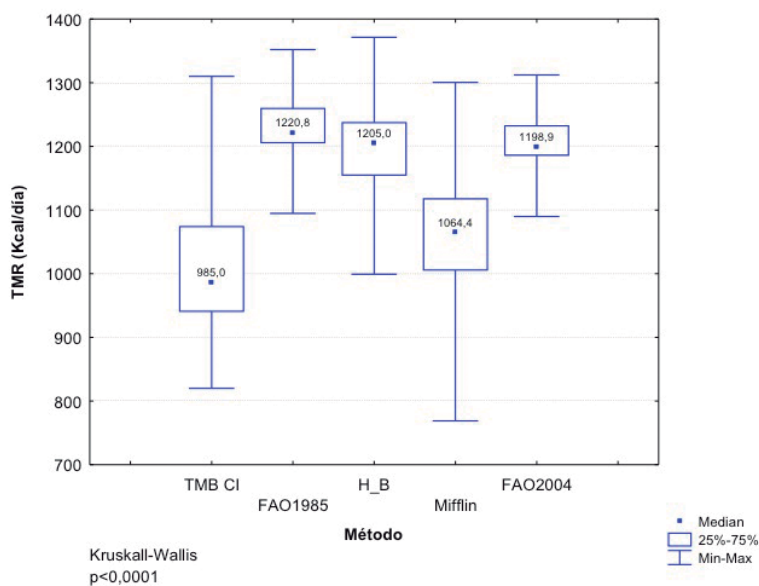


FIGURA 2

Comparación de la tasa metabólica en reposo según calorimetría indirecta versus ecuaciones predictivas, en adultas mayores de peso corporal normal.



fue la que presentó una mayor precisión en un 56,6% de las estimaciones. (tabla 2).

### DISCUSIÓN

La agudeza en la estimación de la TMR mediante el uso de las ecuaciones predictivas, varía dependiendo de algunas variables tales como: género, IMC, edad, raza o etnicidad (14). Se ha descrito en ellas errores de subestimación como sobrestimación de la TMR estimada, con una mayor agudeza en la estimación en adultos no obesos en relación a obesos (6).

La TMR calculada mediante las ecuaciones predictivas respecto a la TMR medida por calorimetría indirecta, mostró una sobreestimación estadísticamente significativas, tanto en adultas jóvenes como en adultas mayores ( $P>0,0001$ ). Situación también reportada en mujeres adultas Vietnamitas con IMC normal, donde la fórmula FAO/OMS/UNU año 1985 (15) sobreestimó en un 9%, y en mujeres adultas mayores, donde la fórmula Harris-Benedict como de la FAO/OMS/UNU año 1985, sobreestimaron en un 12% (16). A nivel nacional las ecuaciones predictivas de Harris-Benedict y de la FAO/OMS/UNU año 1985, también han mostrado sobreestimación de la TMR (17,18).

La fórmula Harris - Benedict es una de las ecuaciones más ampliamente usadas por clínicos en Canadá, Estados Unidos (19), y también en nuestro país. Fue originalmente validada en 239 sujetos blancos de peso corporal normal, de los cuales 103 fueron mujeres (11). En las adultas jóvenes esta ecuación presentó la mayor sobreestimación en más de 290,5 Kcal/día en relación a la TMR CI, situación también reportada en otros estudios internacionales, uno realizado en mujeres canadienses jóvenes (20), y otro realizado en mujeres chinas jóvenes y saludables (21). Por el contrario, la ecuación de Mifflin St-Jeor recomendada por la asociación Americanas de Dietistas, por su mejor exactitud y menor magnitud de error, fue la que presentó la menor sobreestimación además de una buena concordancia, surgiendo como una alternativa de ecuación predictiva a utilizar, previa validación en un mayor número de individuos.

La fórmula FAO/OMS/UNU año 1985 en mujeres adultas mayores, fue la que mostró la mayor sobreestimación de la TMR CI, en 235,8 Kcal/día, situación también descrita en otra investigación (14).

Esta ecuación, se basó en los datos de Scholfield que

comprendió 114 estudios publicados y 7173 mediciones de la TMR, realizadas en sujetos norteamericanos y europeos. El 47% de la base de datos estuvo conformada por policías Italianos, donde se ha descrito una mayor TMR por kilogramo de peso corporal, en comparación a los otros individuos participantes (22). Por lo tanto, los resultados encontrados en la investigación podrían explicarse por la diferencia étnica entre la población estudiada y la población que derivó la ecuación. La ecuación de Mifflin St-Jeor igualmente en este grupo mostró la menor sobreestimación de la TMR CI y mejor concordancia, sin embargo, es importante señalar que en algunos casos también mostró subestimación, situación descrita en otras investigaciones (6).

La edad se asocia con una progresiva declinación de la TMR de 1-2% por década después de los 20 años de edad (23), relacionada a la disminución de la masa magra y a cambios en la distribución de la grasa corporal, observada con el paso de los años (24), el cual es coherente con las diferencias encontradas entre los grupos analizados, donde las adultas mayores presentaron menores valores de la TMR CI, comparadas con las adultas jóvenes ( $p=0,008$ ).

Cuando la ingesta energética supera el requerimiento, el exceso de energía ingerido es depositado en el cuerpo. De acuerdo a lo anterior se ha descrito que un balance energético positivo de 6600-8000 kcal, facilita el incremento de 1 kilogramo de peso corporal (25). De este modo, la sobreestimación de los requerimientos energéticos obtenida mediante el cálculo de las ecuaciones predictivas, puede contribuir en el mediano a largo plazo, a un balance energético positivo y por ende a una malnutrición por exceso en poblaciones en riesgo. Por consiguiente, se hace necesario la realización de más investigaciones a nivel nacional donde se determine los requerimientos energéticos de nuestra población, en los diferentes grupos etarios y estados nutricionales, que permitan finalmente la formulación de ecuaciones predictivas de mayor exactitud para nuestra gente.

### RESUMEN

Introducción: La tasa metabólica en reposo (TMR) puede ser medida por calorimetría indirecta (TMR CI) o estimada mediante ecuaciones predictivas, que pueden subestimar o sobreestimar los requerimientos energéticos. Objetivo: Comparar la TMR medida por calorimetría indirecta, con la estimadas

TABLA 2

Concordancia en rango de  $\pm 10\%$  entre TMR medido y la TMR estimado por fórmulas.

Ecuación	Grupo etario	% sujetos dentro rango concordancia	% sujetos sobre rango concordancia	% sujetos bajo rango concordancia
Harris – Benedict	Mujeres jóvenes	11,1	88,8	0
	Mujeres adultas mayores	26,6	73,3	0
FAO/OMS/UNU 1985	Mujeres jóvenes	30,5	69,4	0
	Mujeres adultas mayores	26,6	73,3	0
FAO/OMS/UNU 2001	Mujeres jóvenes	30,5	69,4	0
	Mujeres adultas mayores	26,6	73,3	0
Mifflin St- Jeor	Mujeres Jóvenes	27,7	72,2	0
	Mujeres adulta mayores	56,6	43,3	0



por ecuaciones predictivas, en adultas jóvenes y mayores con índice de masa corporal (IMC) normal. Sujetos y métodos: Estudio analítico, transversal. Se midió la TMR CI y se estimó a través de las ecuaciones Harris-Benedict 1919; FAO/OMS/UNU 1985; FAO/OMS/UNU 2004, y Mifflin St-Jeor, en 36 adultas jóvenes de 20-24 años (IMC  $20,7 \pm 1,6$ ) y 29 adultas mayores de 60-76 años (IMC  $25,5 \pm 1,6$ ). Para variables numéricas se calcularon medidas de tendencia central, dispersión y posición. Para comparar la TMR entre las diferentes fórmulas, se usó la prueba de Kruskal Wallis, y para comparar la TMB CI entre grupos, la prueba de Mann-Whitney, previa verificación de normalidad con prueba Shapiro Wilks. Se usó nivel de significancia estadística  $\alpha = 0,05$ . Resultados: Las ecuaciones Harris-Benedict, FAO/OMS/UNU 2004, FAO/OMS/UNU 1985 y Mifflin St-Jeor, mostraron sobrestimación estadísticamente significativa ( $p < 0,0001$ ) de 290,5, 196,8, 200,1 y 188,0 kilocalorías/día en adultas jóvenes, y de 220,0, 211,9, 235,8 y 79,4 kilocalorías/días, en adultas mayores, respectivamente. La TMR CI entre adultas jóvenes (1050,0 kcal/día) y mayores (985,0 kcal/día), presentó una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,008$ ). En adultas jóvenes Harris - Benedict mostró mayor sobrestimación y en adultas mayores la FAO/OMS/UNU 1985. Conclusiones: Las ecuaciones predictivas, sobrestimaron la TMR en adultas jóvenes y mayores, por lo cual su uso rutinario, podría facilitar la malnutrición por exceso.

Palabras clave: Tasa metabólica reposo, fórmulas predictivas, calorimetría indirecta, mujeres, estado nutricional normal.

Agradecimientos: Se agradece al Centro de Salud Familiar Violeta Parra de la Ciudad de Chillán y a los alumnos de la Carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad del Bío-Bío, quienes hicieron posible el desarrollo de esta investigación. También al proyecto código 102520 2/R de la Universidad del Bío-Bío.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Mataix J, Martínez JA. Balance de energía corporal. En : *Nutrición y alimentación humana*. Mataix J Ed. Oceano/Ergon. Barcelona. 2006:703-22.
- Mahalan LK, Escott-Stump S. *Dietoterapia de Krause*. Edit. Elsevier Masson. 12 a ed. Barcelona 2009:22-37.
- Esteves de Oliveira FC, de Mello Cruz AC, Gonçalves Oliveira C, Rodriguez Ferreira Cruz AC, Mayumi Nakajima V, Bressan J. Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos. *Nutr Hosp*. 2008; 23 :554-61.
- Coper JA, Watrs AC, O' Briend MJ, et al. Assesing validity and reliability of resting metabolic rate in six gas analysis systems. *J Am Diet Assoc* 2009; 109(1):128-32.
- Vargas M, Lancheros L, Barrera MP. Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos. *Rev Fac Med*. 2011; 59 (Supl 1):543-58.
- Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J. Am Diet Assoc*. 2005;105(5):775-89.
- Muller MJ, Bosy-Westpha AL, Klau S, Kreyman G, Luhrmann PM, Neuhauser- Berthold M, et al. World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in person from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80: 1379-90.
- World Healdth Organization (WHO). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: World Health Organization; 1998.
- McClave SA, Lowen CC, Kleber MJ, McConnell JW, Jung LY, Goldsmith LJ. Clinical use of the respiratory quotient obtained from indirect calorimetry. *JPEN*. 2003; 27: 21-6.
- Boullata J, Williamns J, Cottrell F at el. Accurate Determination of energy need in hospitalizad patient. *J Am Diet Assoc*. 2007; 107:393-401.
- Harris JA, Benedict FG: " A Biometric study of basal metabolism in man". Washington. DC: Carnegie Institution of Washington, 1919.
- FAO/OMS/UNU. *Neccesidades de energía y proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos*. OMS, genebra, 1985.
- FAO/WHO/UNU. *Expert Consultation. Interim Report-Report on Humman Energy Requeriments*, 2001.
- Hasson R, Howe CH, Jones B, Freedson P. Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: Effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. *J Sc Med Sport*. 2011; 14; 344-51.
- B T Nhung, N C Khan, L T Hop, D T K Lien, D S N T Le, V T T Hien, D Kunii, T Sakai, M Nakamori and S Yamamoto. FAO/WHO/UNU equations overestimate resting metabolic rate in Vietnamese adults. *European J Clin Nutr*. 2005; 59, 1099-104.
- Arciero PJ, Goran MI, Gardner AM, Ades PA, Tyzbir RS, Poehlman ET. A practical equation to predict resting metabolic rate in older females. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41:389-95.
- Carrasco F, Reyes Eliana, Núñez CH, Reidemann S, Rimler O, Sánchez G, Sarrat G. Gasto energético de reposo medido en obesos y no obesos: comparación con la estimación por fórmulas y ecuaciones propuestas para la población chilena. *Rev. Méd. Chile*. 2002, 130 (1):51-60.
- López M, Valenzuela E. Nuevas fórmulas para mejorar la estimación del gasto energético basal en adultos de Chillán. *Rev Chil Nutr*. 2007; 34(4), 338-45.
- Reeves MM, Capra S: Predicting energy requeriments in the clinical setting: are current methods evidence based? *Nutr Rev* 2003;61:143-151.
- Basc A, Tereszowski C, Eddwards M et al. Published predictive equations overestimate measured resting metabolic rate in young, healthy females. *J Am Coll Nutr*. 2010;29(3): 222-7
- Rao ZY, Wu XT, Lian BM, Wang MY, Hu W. Comparison of five equations for estimating resting energy expenditure in Chinese young, normal weight healthy adults. *Eur J Med Res*.2012; 1:17-26
- Henry CJK. Basal metabolic rate studie in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition*. 2005, 8 (7A):1133-1152.
- Elia, M., Ritz, P., et al. Total energy expenditure in the elderly. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54 (Suppl. 3), S92-103.
- Luhrmann PM, Edelmann-Schafer B, Neuhauser-Berthold M. Changes in resting metabolic rate in an elderly German population: cross-sectional and longitudinal data. *J Nutr Health Aging*. 2010; 14(3): 232-6.
- Diaz E, Pretince A M, Goldberg CR, Murgatryd PR, Coward Wa. Metabolic response to experimental overfeeding in lean and overweight healthy volunteers. *Am J Clin Nutr*. 1992; 56:641-55.

# Requerimientos energéticos y proteicos estimados por calorimetría indirecta y nitrógeno urinario en pacientes con quemadura o pancreatitis aguda

## Energy and protein requirements estimated by indirect calorimetry and urine urea nitrogen in burn and acute pancreatitis patients

### ABSTRACT

*The pathological states of burn injuries and acute pancreatitis are associated with hypermetabolic and hypercatabolic states. The objective of the study was to determine energy and protein requirements in these conditions. A transversal analytical study was applied to 18 patients: 10 with mild burn injuries in <5% body surface and 8 with acute pancreatitis. Anthropometric measurements were taken (weight, height, BMI, skin folds), as well as resting metabolic rate through indirect calorimetry (RMR IC), protein catabolism using 24-hour urine urea nitrogen (UUN), and trauma factor (RMR IC/BMR Harris-Benedict equation). The sample was made up of 72.2% men and 27.8% women. The study of burn and acute pancreatitis patients was carried out on the average 16.1 ± 13.0 SD and 8.8 ± 2.0 SD days after the onset of the disease, respectively. There were no statistically significant differences in RMR IC since mean energy requirements were 24.4 kcal/kg/d and 23.2 kcal/kg/d in patients with burns and acute pancreatitis, respectively, for both sexes ( $p > 0.05$ ). Total energy expenditure (TEE) was not significant ( $p > 0.05$ ). Acute pancreatitis and burn patients showed mild catabolism and their protein requirement was 1,19 g/kg/d ( $p > 0.05$ ). The trauma factor in acute pancreatitis patients was 0,91 ( $p > 0.05$ ). In conclusion, patient energy requirement was lower than reported or recommended values in both pathologies under study, whereas protein requirement was lower in burn patients. Key words: Protein requirement, urine urea nitrogen, acute pancreatitis, burn, energy requirement.*

Marcela Ruiz De la F. (1)  
Nataly Sepúlveda Ch. (2)  
Alejandra Rodríguez F. (1)

(1) Departamento de Nutrición y Salud Pública,  
Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos,  
Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile.  
(2) Centro de Salud familiar Cartagena,  
Provincia de San Antonio, Chile.

Dirigir la correspondencia a:  
Profesora

Marcela Ruiz De la Fuente  
Nutricionista

Magister en Nutrición Clínica Adulto  
Departamento de Nutrición y Salud Pública  
Universidad del Bío-Bío, sede Chillán  
Teléfono: (56-42) 2463229  
E mail: marcelaruiz@ubiobio.cl

Este trabajo fue recibido el 27 de Agosto de 2013  
y aceptado para ser publicado el 12 de Enero de 2014.

### INTRODUCCIÓN

En la clínica nutricional, es habitual considerar que pacientes con pancreatitis aguda o quemaduras menores, padezcan estados hipermetabólicos (1,2) y/o hipercatabólicos (3), influenciados entre otros factores, por el grado de severidad de la patología presente (4).

Al estimar los requerimientos energéticos totales del paciente, mediante ecuaciones predictivas, es habitual agregar en el cálculo, además del factor de actividad física, el factor trauma o de corrección (1,2), el cual considera el porcentaje del aumento de la tasa metabólica basal presente, situación observada en algunos estados patológicos y de manera variable.

Recientemente se conoce con mayor precisión el gasto energético real de los pacientes, lo que ha provocado la reducción de los factores de corrección energética. Estos factores, pueden llevar a sobrestimar el requerimiento energético del paciente, lo cual no implica disminuir las pérdidas nitrogenadas presentes, sino facilitar los depósitos de grasa y la aparición de complicaciones metabólicas secundaria a la sobrealimentación (5).

En el estado hipercatabólico, se ha descrito una considerable destrucción proteica y por ende un aumento de los requerimientos de este nutriente en el paciente, sin embargo, aportes proteicos muy elevados, podrían facilitar el aumento



de la degradación proteica neta e incrementar la tasa de catabolismo (6).

En relación a lo anterior los objetivos de la investigación fueron: determinar los requerimientos energéticos y proteicos de pacientes con pancreatitis aguda o quemaduras menores; y analizar la influencia de la patología en los resultados. Estableciéndose como hipótesis del estudio que el requerimiento energético y proteico es mayor en el paciente quemado.

### SUJETOS Y MÉTODO

El estudio fue analítico, de corte transversal. Se estudiaron 18 pacientes de ambos géneros del Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán. De ellos, 8 padecían pancreatitis aguda y 10 sufrían quemaduras menores al 5% de la superficie corporal. En los pacientes con pancreatitis aguda, la distribución porcentual de acuerdo a los criterios de gravedad de Balthazar (7) fue la siguiente: 12,5% clasificó con pancreatitis tipo A, 25% tipo C, 37,5% con tipo D y un 25% con tipo E. Respecto al índice de severidad (8) el 62,5% clasificó en severidad baja, el 12,5% en media y el 25% en alta. En estos pacientes el estudio se realizó en promedio a los  $8,8 \pm 2,0$  DS días, posteriores al inicio de los síntomas de la enfermedad.

La distribución porcentual de pacientes quemados de acuerdo a la clasificación de severidad, según American Burn Association (9), mostró que un 10% de ellos presentó quemadura grave, un 50% quemadura moderada y un 40% quemadura leve. El estudio en los pacientes quemados se realizó en promedio a los  $16,1 \pm 13,04$  DS días, posteriores al inicio de la enfermedad.

De los 18 pacientes estudiados, todos se encontraban recibiendo sólo alimentación vía oral. El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética del hospital y con el consentimiento informado de los pacientes.

### MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS

Se determinó el peso corporal a través de una balanza marca SECA modelo 713, con escala de 2 kg a 130 kg y precisión de 0,2 kg; talla corporal a través de un tallímetro con graduación mínima de 1 mm; pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular y supraíliaco), mediante un plicómetro marca Lange con sensibilidad de 1 mm, graduación de 0-67 mm. (10-12). Se determinó el índice de masa corporal o IMC ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) (11), utilizando los criterios establecidos por la Organización Mundial de la salud (OMS).

De la sumatoria de los pliegues cutáneos y utilizando la ecuación de Durnin y Womersley (13), se obtuvo el porcentaje de la masa grasa (MG) y, por diferencia, el porcentaje de la masa libre de grasa (MLG).

En los diferentes cálculos se utilizó el peso corporal real del paciente, salvo aquellos con estado nutricional de obesidad, donde se utilizó el peso corporal ajustado (14).  $\text{Peso ajustado} = ((\text{peso actual} - \text{peso ideal}) \times 0,25) + \text{peso ideal}$ ; considerando que el 25% del exceso de peso corporal está constituido por masa magra metabólicamente activa, y el 75% restante corresponde a tejido adiposo (15).

### ENCUESTA NUTRICIONAL

La prescripción nutricional habitual de los pacientes estudiados, consideraba una dieta hiperproteica, debido al estado hipercatabólico derivado del tipo de patología presente. No obstante, por la influencia de la ingesta proteica en el resultado del examen de medición del nitrógeno ureico en orina de 24 horas, se solicitó al nutricionista a cargo de los pacientes, la planificación de una dieta con bajo aporte proteico el día

previo al examen, lo cual fue ratificado mediante la aplicación y evaluación de una encuesta recordatoria de 24 horas.

### DETERMINACIÓN DEL CATÁBOLISMO PROTEICO

La excreción urinaria de nitrógeno ureico, el cual es considerado un indicador fiable de la vertiente catabólica del metabolismo celular y tisular, en particular del recambio proteico (16), fue empleada en la investigación para estimar la tasa de catabolismo y el requerimiento proteico.

Luego de descartar en los pacientes la presencia de enfermedad renal, y con indicación de dieta hipoproteica el día anterior al examen ( $< 40 \text{ g}/\text{día}$ ), se evaluó el catabolismo proteico mediante la mediación nitrógeno ureico en orina (NUU) de 24 horas. El requerimiento proteico se determinó mediante la fórmula:  $(\text{NUU de 24 horas (g)} + 4 \text{ otras pérdidas nitrogenadas (g)}) \times 6,25$ . El valor 4 g agregado al NUU, representó una estimación liberal de la pérdida no medida de NUU, correspondiente al sudor, pelo, piel y heces. El factor 6,25 se asoció a que el nitrógeno representa al 16% (es decir  $1/6,25$ ) del peso de la proteína de la dieta (17).

Se clasificó el grado del estado catabólico, según NUU de 24 horas 17:

Grado de catabolismo	NUU en 24 h
Normal	$< 5 \text{ g}$
Leve	$5 - 10 \text{ g}$
Moderado	$10 - 15 \text{ g}$
Grave	$> 15 \text{ g}$

### DETERMINACIÓN DE LA TASA METABÓLICA EN REPOSO POR CALORIMETRÍA INDIRECTA

En la investigación se utilizó el método de la calorimetría indirecta, el cual ha sido ampliamente considerado como uno de los más precisos en la determinación de la tasa metabólica en reposo, en pacientes hospitalizados (18).

La medición de la tasa metabólica en reposo mediante calorimetría indirecta, (TMR CI) utilizó un equipo Datex - Ohweda modelo Deltatrac II, perteneciente a la Unidad de Metabolismo Energético de la Universidad del Bío- Bío. A nivel ambiental se controló que la concentración de  $\text{CO}_2$  fuera menor a 3% y existiera termo neutralidad ambiental ( $20-24^\circ\text{C}$ ). El equipo fue auto calibrado antes de cada medición, utilizando una mezcla de gases de 95%  $\text{O}_2$  y 5%  $\text{CO}_2$ . Previo a la medición de la TMR CI, se verificó ausencia de antecedentes de enfermedad tiroidea, ayuno previo (10-12 h), anemia y dolor; también se controlaron los siguientes signos vitales: temperatura corporal a nivel axilar menor a  $37,0^\circ\text{C}$ , y una frecuencia respiratoria de 12-18 respiraciones por minuto. Todas las mediciones fueron realizadas a las 8:30 h A.M, con el paciente en posición supina, sin dormir y tranquilo. Las mediciones se efectuaron una vez que el sujeto alcanzó el estado estable con un coeficiente de variación intrasujeto de  $\leq 10\%$  en la medición del consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Toda indicación de analgésicos en los pacientes, fue administrado después de la medición del examen de calorimetría indirecta. La validez del examen se ratificó mediante el valor del cociente respiratorio (Qr), obtenido de la relación entre el  $\text{CO}_2$  eliminado y el  $\text{O}_2$  consumido por el paciente, el que debió mostrar un rango filológico normal de 0,7-1,0 (19); como también mediante la verificación de la fluctuación en el intercambio de volumen de  $\text{CO}_2$  ( $\text{ml}/\text{min.}$ ) y de  $\text{O}_2$ , ( $\text{ml}/\text{min}$ ) (20).

Posteriormente los resultados de TMR CI y NUU de 24

de los pacientes, fueron comparados entre las patologías estudiadas.

#### GASTO ENERGÉTICO TOTAL

El gasto energético total (GET) se obtuvo multiplicando la TMR CI por el tipo de reposo físico indicado; en el reposo relativo se utilizó el factor 1,3 y, en el reposo absoluto, el factor 1,2 (20).

#### CÁLCULO DEL FACTOR TRAUMA

El factor trauma que determina el porcentaje de aumento de la TMR respecto a la condición de normalidad, se calculó a través de la TMR CI dividido por la tasa metabólica en reposo, calculada a través de la fórmula Harris Benedict (TMB HB) (21,2).

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tamaño mínimo de la muestra ( $n = 7$  para cada patología), se determinó utilizando las diferencias estimadas en el porcentaje de aumento de TMR, correspondiente a  $1,13 \pm 0,12$  DS<sup>2</sup>,  $1,64 \pm 0,09$  DS<sup>2</sup> en pancreatitis aguda y quemadura, respectivamente, con una potencia de 0,8 y una significación del 5%.

Se determinó el ajuste de la distribución normal de las variables continuas a través del test de Shapiro- Wilk.

La comparación de las variables en estudio según patología para ambos géneros, se realizó mediante la prueba de la mediana dado el rango de los datos donde el promedio no fue el mejor representante para la distribución. Todos los test realizados fueron del tipo no paramétrico, debido a los tamaños de muestra de los distintos grupos comparativos. El nivel de significación fue 5% y todos los análisis se realizaron utilizando el software Stata versión 10.0.

#### RESULTADOS

La muestra estuvo representada en un 27,8% por mujeres y en un 72,2% por hombres.

En los pacientes con pancreatitis aguda, los varones presentaron un IMC promedio dentro del rango de normalidad de  $24,74 \pm 1,15$  DS, a diferencia de las mujeres donde el promedio fue clasificado de obesidad  $32,04 \pm 5,03$  DS; concordante con el valor promedio de grasa corporal, el cual fue superior al 30%, porcentaje determinante de obesidad en la mujer (22). La distribución porcentual respecto a la clasificación del estado nutricional según IMC fue: normal en un 25%, sobrepeso en un 50% y de obesidad en un 25%.

Respecto al IMC, los hombres y las mujeres con quemaduras menores mostraron un valor promedio en la clasificación del estado nutricional de sobrepeso. En cuanto a la composición corporal, los hombres en promedio presentaron un porcentaje de grasa corporal normal, a diferencia de las mujeres donde fue superior a lo aceptable (24). La distribución porcentual con respecto a la clasificación del estado nutricional según IMC fue: normal en un 50%, sobrepeso en un 40% y de obesidad en un 10% (tabla 1).

El estudio de la TMR CI y GET según patología, no mostró diferencias significativas entre las patologías y según género ( $p > 0,05$ ) (tabla 2).

El factor trauma (TMR CI/TMB HB), no resultó ser estadísticamente diferente por patologías ( $P=0,506$ ), cuyo valor promedio en las patologías estudiadas fue  $0,91 \pm 0,14$ ; menor en aproximadamente 9% a lo estimando mediante la fórmula Harris Benedict.

El valor promedio del QR en los pacientes con pancreatitis aguda fue  $0,75 \pm 0,0$  y en los pacientes quemados  $0,87 \pm 0,1$ , presentando diferencias estadísticamente significativas según el test de Kruskal Wallis ( $p=0,029$ ).

El estudio del catabolismo proteico mostró en ambas patologías un catabolismo leve, sin diferencia estadísticamente significativa ( $p>0,05$ ) (tabla 3). La mediana del requerimiento proteico fue de  $1,19$  g/Kg/día, también sin diferencia estadísticamente significativa entre las patologías estudiadas ( $p>0,05$ ) (tabla 4).

TABLA 1

Parámetros antropométricos

Patología	Variable	Género	
		Hombre $\bar{x} \pm s$	Mujer $\bar{x} \pm s$
Pancreatitis aguda	N	5	3
	Edad (años)	$45,20 \pm 13,17$	$40,00 \pm 12,16$
	Talla (mt)	$1,72 \pm 0,07$	$1,54 \pm 0,07$
	Peso (kg)	$73,48 \pm 5,54$	$76,27 \pm 17,90$
	Índice de Masa Corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	$24,74 \pm 1,15$	$32,04 \pm 5,03$
	Masa grasa (%)	$20,18 \pm 2,79$	$33,53 \pm 2,43$
	Masa libre de grasa (%)	$79,82 \pm 2,79$	$66,47 \pm 2,43$
Quemadura	N	8	2
	Superficie corporal quemada (%)	$4,37 \pm 3,29$	$4,0 \pm 0,00$
	Edad (años)	$52,12 \pm 13,37$	$43,00 \pm 5,65$
	Talla (mts)	$1,66 \pm 0,06$	$1,51 \pm 0,05$
	Peso (kg)	$70,26 \pm 14,53$	$62,75 \pm 7,42$
	Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	$25,35 \pm 5,00$	$27,55 \pm 1,34$
	Masa grasa (%)	$20,28 \pm 6,21$	$33,85 \pm 4,59$
	Masa libre de grasa (%)	$79,72 \pm 6,21$	$66,15 \pm 4,59$

## DISCUSIÓN

Estados patológicos tales como, quemadura y pancreatitis aguda, provocan en los pacientes un estado hiper metabólico (1,2) y pérdida de la masa muscular (3).

En la investigación la TMR CI y el GET día, resultó similar ( $p>0,05$ ) entre las patologías estudiadas. El GET mostró un requerimiento energético promedio en ambas patologías de 24 cal/Kg peso/día, inferior al rango de 30-40 Kcal/Kg peso/día, habitualmente recomendado a los pacientes con patologías asociadas a estados hiper metabólicos (23). La disparidad numérica según género, imposibilitó la comparación entre grupos y estados patológicos, sin embargo, la mayor representación del género masculino en la muestra estudiada, y su mayor nivel de masa muscular, pudo haber influido en los resultados encontrados.

Entre los factores descritos como determinantes de la variación de la TMR en estados patológico, se encuentran: la fase de la enfermedad (aguda o de recuperación), agresividad de la patología, el tratamiento médico y la presencia de malnutrición previa (4). Para evitar que los resultados encontrados fueran explicados por la fase del curso de la enfermedad, se consideró en la injuria la existencia de dos fases diferentes desde un punto de vista fisiopatológico: primero, la denominada fase de Reflujo, que comprende alrededor de las 24 horas posterior al trauma, donde el paciente cursa con un estado hipo metabólico; seguido de la fase siguiente llamada Flujo, caracterizada por un estado hiper metabólico (3), que alcanza su máximo nivel al cuarto día de iniciada la injuria, para luego decaer hasta un nivel basal del séptimo a décimo día. En la investigación se aceptó realizar en los pacientes quemados las mediciones de la TMR CI, también en días posteriores a lo señalado, en consideración a que se ha

descrito estados hipermetabólicos persistentes, aún durante la fase de convalecencia (24).

Respecto a la agresividad de la patología y su influencia en la TMR, el bajo porcentaje en promedio de SCQ (<5%) de los pacientes quemados, podría explicar la baja TMB CI encontrada. En relación a lo anterior, se ha definido una correlación positiva entre la TMR y el porcentaje de la superficie corporal quemada, señalándose en quemaduras cercanas al 10% de SCQ, sólo leves aumentos en la TMR, que oscilan entre 0 y 10%, aproximadamente (25); rango muy inferior a lo considerado rutinariamente en la nutrición clínica.

En los pacientes con pancreatitis aguda se ha descrito aumentos en la TMR que varían en 13-14% (2,26), lo cual en el estudio no fue observado, posiblemente por el bajo índice de severidad registrado en la mayoría de los pacientes estudiados.

Debido al conocido efecto de algunos medicamentos tales como: sedantes, analgésicos, beta bloqueador y relajante muscular, en la disminución de la TMR (27), todos los medicamentos consumidos por los pacientes estudiados fueron administrados en un horario posterior a la realización del examen de calorimetría indirecta. Sin embargo, no es posible descartar totalmente el efecto en la TMR de aquellos administrados el día previo.

El análisis del estado nutricional de la muestra arrojó ausencia de pacientes enflaquecidos, permitiendo también descartar la influencia de un estado hipo metabólico asociado a desnutrición calórica-proteica (28).

Otro factor que contribuye a disminuir la TMR específicamente en los pacientes quemados, es la termo neutralidad ambiental, condición que estuvo presente en las salas clínicas donde ellos permanecían (29).

TABLA 2

Tasa metabólica en reposo medido por calorimetría indirecta y gasto energético total, según patología y género.

Patología	Tasa metabólica en reposo (Kcal/día)		Gasto energético total (Kcal/Kg/día) (TMR CI x Factor actividad física)	
Género	Hombres (H) (n=13) Me $R_e = x_{\max} - x_{\min}$	Mujeres (M) (n=5) Me $R_e = x_{\max} - x_{\min}$	Hombres (H) (n=13) Me $R_e = x_{\max} - x_{\min}$	Mujeres (M) (n=5) Me $R_e = x_{\max} - x_{\min}$
Pancreatitis aguda	1.680 (1175-1825)	1.125 (1070-1345)	27.4 (21.4-32.1)	21.4 (18.0-21.9)
Quemadura	1.425 (1150-1510)	1.115 (1110-1120)	24.9 (19.2-29.8)	21.5 (19.6-23.4)
Prueba mediana hombres $p=0,284$ Prueba mediana mujeres $p=0,660$			Prueba de la mediana hombres $p=0,592$ Prueba mediana mujeres $p=0,925$	

TABLA 3

Grado de catabolismo proteico, según patología

Patología	NUU (g/24 h) Mediana	Clasificación de grado catabólico
Quemadura	8,91	Leve
Pancreatitis aguda	9,11	Leve

Test Wilcoxon. Mann-Whitney  $p > 0,05$

El factor trauma promedio en las patologías estudiadas fue de 0,91 ( $p>0,05$ ), siendo la TMR CI de los pacientes estudiados, menor en un 9% a lo calculado a través de la fórmula Harris Benedict. Esta fórmula tiende a sobrestimar la tasa metabólica en reposo en personas sanas como enfermas, lo que puede explicar el hipometabolismo observado (30). Respecto a la pancreatitis, cabe mencionar que también se ha descrito una alta dispersión en el factor trauma (0.67-1.7) en los pacientes con pancreatitis aguda severas y leves (31).

La oxidación preferente de los sustratos energéticos evaluada mediante el cociente respiratorio (32), resultó ser diferente estadísticamente ( $p=0,029$ ). Sin embargo, debido a la baja sensibilidad y especificidad descrita (19), no fue utilizado como indicador de sobrealimentación o subalimentación en los paciente analizados.

La determinación de los requerimientos proteicos de los pacientes mediante NUU, mostró en ambas patologías un estado de hipercatabolismo leve sin diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ), resultando una mediana en el requerimiento proteico de 1,19 g/Kg/día, levemente superior al rango considerado normal en clínica (0,8-1,0 g/kg/día) (33,34). El requerimiento proteico en los pacientes quemados fue inferior a lo recomendado de 1,5-2.0 g/kg/día (35,36), y para los pacientes con pancreatitis aguda, estuvo dentro de lo sugerido de 1,0-1,5 g/Kg/día (37). Los pacientes con quemaduras leves presentaron una mediana en el NUU de 8,91 g/24 h, inferior a lo encontrado en otro estudio (11,1 $\pm$ 0,7 g), el cual además mostró una relación directa entre el tamaño de la quemadura y la ureagénesis (38).

En pancreatitis aguda no hay investigaciones que relacionen la severidad con la pérdida de NUU. El 62,5% de los pacientes con pancreatitis aguda clasificó con un índice de severidad bajo, según el criterio de Baltazar, presentando la muestra de manera general, una mediana de NUU de 9,11g/día, lo cual fue esperablemente menor a lo reportado en pancreatitis agudas severas (20-40 g/día.) (39,40).

En conclusión, los requerimientos energéticos y proteicos de los pacientes estudiados con quemaduras menores y pancreatitis agudas, fueron similares, y menor a lo esperado, lo cual puede ser explicado principalmente por la menor severidad de los estados patológicos observados, rechazándose por lo tanto la hipótesis del estudio, la cual señalaba que el requerimiento energético y proteico, es mayor en el paciente quemado.

## RESUMEN

Los estados patológicos de quemadura y pancreatitis aguda, se asocian a estados híper metabólicos e híper catabólicos. El objetivo de este estudio fue determinar los requerimientos energéticos y proteicos mediante un estudio analítico transversal en 18 pacientes: 10 con quemadura menores al 5% de la superficie corporal quemada y 8 con pancreatitis aguda. Se determinó el peso, la talla, el IMC, los pliegues cutáneos, la tasa metabólica en reposo por calorimetría indirecta (TMR CI), el catabolismo proteico mediante nitrógeno ureico (NUU) orina de 24 horas, factor trauma (TMR CI/TMB fórmula Harris Benedict). La muestra estuvo representada en 72,2 % por hombres y 27,8% por mujeres. El estudio en pacientes quemados o con pancreatitis aguda se realizó en promedio a los 16,1  $\pm$ 13,04 DS y 8,8  $\pm$ 2,0 DS días posteriores al inicio de la enfermedad, respectivamente. No mostró diferencias estadísticamente significativas en TMR CI, resultando un requerimiento energético promedio de 24,4 kcal/Kg/día y 23,2 kcal/Kg/día, en pacientes con quemadura y pancreatitis aguda, respectivamente, en ambos géneros ( $p>0,05$ ); tampoco en el gasto energético total (GET) ( $p>0,05$ ). Los pacientes con pancreatitis aguda o quemadura presentaron un catabolismo leve y su requerimiento proteico fue 1,19 g/Kg/día ( $p>0,05$ ). En los pacientes con pancreatitis aguda el factor trauma fue 0,91 ( $p>0,05$ ). En conclusión, en ambas patologías estudiadas el requerimiento energético de los pacientes fue inferior a lo reportado, respecto al requerimiento proteico, siendo menor en el paciente quemado.

Palabras clave: Requerimiento proteico, nitrógeno ureico urinario, pancreatitis aguda, quemadura, requerimiento energético.

Agradecimientos: La autora agradece al Director Médico del Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán, Dr. Rodrigo Avendaño Brandeis, por haber facilitado la realización de la investigación, y al doctor Erik Díaz Bustos por su asesoría técnica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Long CI, Shaffel N, Geiger JW, et al. Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN*. 1979; 3: 452-6.
2. Barak N, Wall-Alonso E, Sitrin MD. Evaluation of stress factors and body weight adjustments currently used to

TABLA 4

Requerimientos de proteínas (g/Kg/día), según patología

Patología	Género		Total
	Hombre Mediana	Mujer Mediana	
Pancreatitis	n=5	n=3	n=8
	1,32	0,55	1,24
Quemadura	n=8	n=2	n=10
	1,19	1,18	1,19
Total	n=13	n=5	n=18
	1,24	0,77	1,19

Test Wilcoxon Mann-Whitney  $P>0,05$

- estimate energy expenditure in hospitalized patients. *JPEN* 2002; 26:231-8.
3. M Shils. *Nutrition en Salud y Enfermedad* En: *El estado hipercatabólico*. 9ª Edición, México, Editorial Mc. 2002. p 1805-20.
  4. Elia M. *Insight into energy requeriments in disease*. *Public Health Nutr*. 2005; 8: 1037-52.
  5. Wang Z, Heshka S, Heymsfield SB, Shen W, Gallagher D. A cellular –level approach to predicting resting energy expenditure across the adult years. *Am J Clin Nutr*. 2005; 81: 799- 806.
  6. Ortiz C, Gómez-Tello V, Arbeloa S. *Requerimientos de macronutrientes y micronutrientes*. *Nutr Hosp*. 2005; 2:13-7.
  7. Balthazar E, Robinson D, Megibow A. *Acute pancreatitis: value of CT in establishing prognosis*. *Radiology*. 1990; 174: 331- 6.
  8. Schwaner J, Rivas F, Cancino A, Torres O, Briceño C, Riquelme P. *Pancreatitis aguda: Índice de severidad en tc. Evaluación de complicaciones y hospitalización*. *Rev Chil Radiol*. 2003; 9: 187- 93.
  9. Schwartz RJ, Chirino CN, Saenz SV y Rodríguez TV. *Algunos aspectos del manejo del paciente quemado en un servicio de cirugía infantil. A propósito de 47 pacientes pediátricos. IIa parte*. *Rev Argent Dermatol*. 2008; 89: 165-73.
  10. Gordon C, Cameron W, Rochet A. *Stature, recumbent length, and weight*. In: Lohman T, Roche A, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Abidged Edition. 1988: p 3-8.
  11. Callaway W, Cameron, Bouchard C, Himes J, Lohman T, Martín A, et al. *Circumferences*. In: Lohman T, Roche A, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Abidged Edition. 1988: p 39-54.
  12. Harrison G, Buskirk E, Carter J, Johnston F, Lohman T, Pollock M, et al. *Skinfold thicknesses and measurement technique*. In: Lohman T, Roche A, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Abidged Edition. 1988: p 55-70.
  13. Durnin, JV, Womersley, J. *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. *Br J Nutr*. 1974; 32: p 77-97.
  14. *Adaptado de The ASPEN Nutrition Support Practice Manual*. American Society of Enteral and Parenteral Nutrition. Silver Spring, 1998.
  15. Burge JC. *Obesidad*. En: Matarese L, Gottschlich M. *Nutrición Clínica Práctica*. Editorial Elsevier. 606-11. España, Madrid. 2004.
  16. Alcock NW. *Laboratory tests for assessing nutritional status*. En: *Modern Nutrition in Health and Disease*(Editores: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC). Novena Edición. Williams &Wilkins. Baltimore, MD: 1999: p 923-35.
  17. Morgan S, Weinsier R. *Valoración Nutricional*. En: *Nutrición Clínica*. 2ª ed.España, Ediciones Harcourt, 2000: p 182-94.
  18. Cooney RN, Frankenfield DC. *Determining energy needs in critically ill patients: equations or indirect calorimeters*. *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(2):174-7.
  19. McClave SA, Lowen CC, Kleber MJ, McConnell JW, Jung LY, Goldsmith LJ. *Clinical use of the respiratory quotient obtained from indirect calorimetry*. *JPEN* 2003; 27: 21-6.
  20. Boullata J,Williamns J, Cottrell F at el. *Accurate Determination of energy need in hospitalized patient*. *J Am Diet Assoc*. 2007; 107:393-401.
  21. Harris JA, Benedict FG. *Biometric Study of Basal Metabolism in Man*. Washington, DC: Carnegie Institute, 1919: (Publication 279), p 40-4.
  22. *Definitions and proponed current classifications of obesity*. Bray G, Bouchard C, James WPT. *Handbook of obesity*. New York Marcel Dekker. 1998, p 31-40.
  23. Oliveira G, Gonzalo M. *Requerimientos nutricionales*. En: *Manual de nutrición y metabolismo*. España. Ediciones Díaz de Santos. 2006.p 25-47.
  24. Elia M. *Hunger disease: Metabolic response to starvation, injury and sepsis*. *Clin Nutr*. 2000; 19:379-86.
  25. Elia M. *Artificial feeding: requeriments and complications*. *Med Internac*. 1994; 22: 411-5.
  26. Morgan S, Weinsier R. *Nutrición y páncreas*. En: *Nutrición Clínica*. 2ª ed.España, Ediciones Harcourt, 2000: p 226-7.
  27. Roland N Dickerson, Pharm D, Lori Roth- Yousey. *Medication effects on metabolic rate: A systematic Review (part 1)* *J Am Diet Assoc*. 2005; 105:835-43.
  28. Torum B, Chew F. *Desnutrición calórica proteica*. Shils E, Maurece. *Nutrición en la Salud y la Enfermedad*. 9 na Edición Edit. Mc Graw – Hill Interamericana. España. 2002.
  29. Prelack K, Dylewski M, Sheridan R. *Practical guidelines for nutritional management of burn injury and recovery*. *Burns*. 2007; 33:14-24.
  30. Frankenfield D, Roth-Yousey-L, Compher C. *Comparison of Predictive Equations for Resting Metabolic Rate in Healthy Nonoobese and Obese Adults: A Systematic Review*. *J Am Diet Assoc*. 2005;105:775-89.
  31. Velasco N, Papapietro K, Rapaport J, Guzmán S, Maíz A et al. *Variability of measured energy expenditure in patients with acute panbcreatitis: is it posible to obtain a reliable pathology factor for these cases?*. *Rev Med Chil*. 1994; 122:48-52.
  32. Frankefeld D. *Dinámica Energética EN: Nutrición Clínica Práctica Por Matarese L., Gottschlich M., 2a ed. España, Editorial Elsevier Sanders*. 2004, p. 85-6.
  33. *Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU ExpertConsultation*. Geneva, World Health Organization, (WHO Technical Report Series, No. 724). 1985.
  34. Morgan S, Weinsier R. *Valoración Nutricional*. En: *Nutrición Clínica*. 2ª ed.España, Ediciones Harcourt, 2000: 195-213.
  35. Prelack K, Dylewski M, Sheridan RL. *Practical guidelines for nutritional management of burn injury and recovery*. *Burns*. 2007; 33(1):14-24.
  36. Williams FN, Branski LK, Jeschke MG, Herndon DN. *What, how, and how much should patients with burns be fed?*. *Surg Clin North Am*. 2011; 91(3):609-29.
  37. García Almansa A, García Peris P. *Tratamiento nutricional de los enfermos con pancreatitis aguda: cuando el pasado es presente*. *Nutr Hosp*. 2008; 23(2):52-8.
  38. Kagan R, Matsuda T, Hanumadass M, Castillo B, Jonason O. *The effect of burn wound size on ureagenesis and nitrogen balance*. *Ann Surg*. 1982; 195:70-4.
  39. Gupta R, K Patel, Calder PC, Yaqoob P, JN Primrose, Johnson CD. *A randomized clinical trial to assess the effect of total enteral and total parenteral nutritional support on metabolic, inflammatory and oxidative markers in patients with predicted severe acute pancreatitis (APACHE II > or = 6)*. *Pancreatology*. 2003; 3: 406-13.
  40. Shaw JH, Wolfe RR. *Glucose, fatty acid, and urea kinetics in patients with severe pancreatitis. The response to substrate infusion and total parenteral nutrition*. *Ann Surg*. 1986; 204 : 665-72.