

COMPARACIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE LA TASA METABÓLICA EN REPOSO DE LAS ECUACIONES PREDICTIVAS DE HARRIS BENEDICT, OMS-FAO Y NELSON Y SU RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN CORPORAL MEDIDA POR BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA EN DIFERENTES PATOLOGÍAS

Luis Flores¹ , Hector Herrera²  .

Resumen

Introducción: Mediciones precisas de la tasa metabólica en reposo (TMR) son necesarias para los profesionales de la salud a fin de proveer recomendaciones apropiadas de nutrición. **Objetivos:** Comparar los resultados de las ecuaciones de estimación de la Tasa Metabólica en Reposo (TMR) de OMS/FAO (1985), Nelson (1992), Harris Benedict (HB) (1917) y su relación con la composición corporal expresada en sus componentes de masa libre de grasa (MLG) y masa grasa (MG) en individuos adultos con diferentes patologías. **Métodos:** Estudio descriptivo transversal, donde se evaluó un grupo de 4377 sujetos adultos, de uno y otro sexo con edades comprendidas entre los 18 y los 96 años de edad. Mediante valoración antropométrica y bioimpedancia eléctrica (BIA) se obtuvieron los valores de peso, talla, IMC, MLG, MG, respectivamente. Se compararon los resultados de la ecuación de Nelson con los obtenidos a partir de ecuación de FAO/OMS y HB y se determinó su correlación con la MLG. Se utilizó el coeficiente de variación (CV) para estimar la relación relativa entre las ecuaciones y los componentes de la composición corporal con la enfermedad. Se aplicó la prueba “anova” de una vía, para conocer las diferencias entre grupo control y patologías de los sujetos evaluados. En todos los casos se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$. **Resultados:** La ecuación de Nelson presentó un CV de 3,5%, OMS, 8,21% y HB 22,5% con respecto a la MLG. Las 3 ecuaciones presentaron una correlación alta positiva con la MLG Nelson $r = 0,98$; OMS $r = 0,84$; HB $r = 1$. Todos los grupos presentaron $p < 0,05$ para las variables estudiadas. **Conclusiones:** La ecuación de HB y OMS alcanzaron valores de CV más altos que los de la de Nelson en relación a la MLG de la población estudiada. Las ecuaciones predictivas pueden ser usadas en enfermedad. *Diabetes Actual, 2024; Vol 2 (1): 47-57.*

Palabras clave: Tasa metabólica en reposo, composición corporal, masa libre de grasa, masa grasa, ecuación de Schofield, ecuación de Nelson, ecuación Harris Benedict.

COMPARISON OF METABOLIC RATE ESTIMATION IN REST OF HARRIS BENEDICT'S PREDICTIVE EQUATIONS, WHO-FAO AND NELSON AND THEIR RELATIONSHIP WITH BODY COMPOSITION MEASURED BY ELECTRICAL BIOIMPEDANCE IN DIFFERENT PATHOLOGIES

Abstract

Introduction: Accurate measurements of resting metabolic rate (RMR) are necessary for healthcare professionals to provide appropriate nutrition recommendations. **Objectives:** Compare the results of the predictive equations of Resting Energy Expenditure Rest (REE) of WHO/FAO (1985), Nelson (1992), and Harris Benedict (HB) (1917), and its relationship with body composition expressed in its components of fat free mass (FFM) and fat mass (FM) in adult individuals with different pathologies. **Methods:** Cross-sectional descriptive study, where evaluated a group of 4377 adult subjects of both sexes, aged between 18 and 96 years old. Through anthropometric assessment and bioelectrical impedance (BIA), the values of weight, height, BMI, FFM, FM, respectively. The results of the equation of Nelson were compared with those obtained from the FAO/WHO and HB equation and its correlation with the FFM. The coefficient of variation (CV) was used to estimate the relative relationship between the equations and the components of body composition with the disease. The one way “anova” test was applied, to know the differences between control group and pathologies of the evaluated subjects. In all cases, a significance level of $p < 0.05$ was established. **Results:** The equation of Nelson presented a CV of 3.5%, WHO, 8.21% and HB 22.5% with respect to the FFM. The 3 equations presented a high positive correlation with the FFM Nelson $r = 0.98$; WHO $r = 0.84$; HB $r = 1$. All groups presented $p < 0.05$ for the variables studied. **Conclusions:** The equation of HB and OMS reached higher CV values than those of Nelson in relation to the FFM of the population studied. Predictive equations can be used in disease. *Diabetes Actual, 2024; Vol 2 (1): 47-57.*

Keywords: Resting energy expenditure, body composition, fat free mass, fat mass, Schofield equation, Nelson equation, Harris Benedict equation.

¹Lic. en Nutrición y Dietética. MSc. en Nutrición. Departamento de Endocrinología y Enfermedades Metabólicas. Hospital Militar “Dr. Carlos Arvelo”. ²Antropólogo Físico. MSc. en Nutrición. DEA en Biología. Dr. en Ciencias. Profesor titular. Dpto. Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. División de Ciencias Biológicas. Universidad Simón Bolívar.

Correo de correspondencia: Luis Flores. e-mail: Correo:luisflowers@gmail.com

Conflictos de interés: ninguno declarado.



Creative Commons Attribution 4.0 Internacional (CC BY).

INTRODUCCIÓN

Mediciones precisas de la tasa metabólica en reposo (TMR) son necesarias para los profesionales de la salud a fin de proveer recomendaciones apropiadas de nutrición. El Gasto Energético Basal (GEB) es la pérdida de calor o la fracción del gasto de energía total que se requiere para mantener los procesos vitales del cuerpo, como el metabolismo celular, la síntesis de proteínas, el equilibrio de iones, además de las actividades nerviosa, cardiovascular, respiratoria, digestiva, endócrina y la necesaria para el mantenimiento de la temperatura corporal⁽¹⁾.

El GEB contribuye del 60 al 70% del requerimiento de energía diaria para la mayoría de los individuos sedentarios y cerca del 50% para aquellos que son físicamente activos. El GEB difiere del gasto energético en reposo (GER); este último se obtiene cuando la determinación se hace en reposo y en las condiciones descritas para el GEB pero no en ayuno, incluyendo por lo tanto la energía utilizada para el aprovechamiento biológico de los alimentos, además que el sujeto la mayoría de las veces se encuentra en estrés emocional. Estas mediciones, difieren en menos del 10% y ambos términos se tienden a utilizar indistintamente. En la actualidad se utiliza más la denominación del GER y habitualmente se determina por medio de ecuaciones predictivas. La TMR puede ser medida por calorimetría indirecta (CI) o estimada por ecuaciones predictivas. La CI es un método confiable y bien documentado de estimación de las demandas metabólicas de un individuo analizando el intercambio respiratorio de dióxido de carbono y oxígeno. Sin embargo, las ecuaciones predictivas son empleadas con más frecuencia debido a su fácil uso y bajo costo^(2,3).

Debido a la gran cantidad existente de ecuaciones predictivas, grandes variaciones se presentan en el

cálculo de la TMR entre las mismas dependiendo del método antropométrico del cual se derivó la ecuación. La ecuación de Nelson es un modelo validado que incluye para su cálculo la masa libre de grasa (MLG) y la masa grasa (MG), la cual es empleada para el cálculo de la TMR.

El GE está influenciado por diversos factores como el peso, la edad, la talla y la temperatura corporal entre otras cosas y de estos factores el peso depende de las variaciones de sus componentes que a su vez pueden variar por condiciones fisiológicas o de enfermedad. Dado que en Venezuela se siguen los lineamientos de la OMS para el cálculo de los valores de referencia de energía y siendo la TMB el principal componente de este cálculo, el propósito del presente estudio fue comparar los resultados de las ecuaciones de estimación de TMR de OMS (1985), Nelson (1992) y de HB (1917) en diferentes patologías y su relación con la composición corporal expresada en su componente masa libre de grasa (MLG) en individuos adultos, los cuales acudieron a la consulta de nutrición en el Hospital Militar Dr. Carlos Arvelo de la ciudad de Caracas, Venezuela⁽⁴⁾.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio descriptivo de corte transversal, en donde se evaluó un grupo de 4.377 sujetos adultos (2477 de sexo femenino (56,6%) y 1900 de sexo masculino (43,4%) con edades comprendidas entre 18 y 96 años de edad, que asistieron a la consulta externa de nutrición del Hospital Militar Universitario "Dr. Carlos Arvelo" entre enero del año 2014 y diciembre del año 2018. Se conformaron 4 grupos de acuerdo a sus correspondientes diagnósticos clínicos y se les clasificó en diabetes, enfermedades renales, oncológicas y carenciales. Se estableció un grupo

control con sujetos sin patologías referidas menores de 41 años y con un IMC entre 29,99 kg/m² y 18 kg/m². Participaron en el estudio todos aquellos individuos que expresaron su consentimiento previa información por escrito y que cumplieran con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión

Pacientes del sexo femenino y masculino, con edades comprendidas entre 18 y más años, que asistieron a la consulta externa de nutrición del Hospital Militar Universitario "Dr. Carlos Arvelo", referidos por los distintos servicios médicos de la institución, entre los meses previstos para la selección de la muestra (enero 2014 a diciembre 2018).

Criterios de exclusión.

Para minimizar el efecto de factores sobre la composición corporal, se incorporaron al protocolo de estudio los siguientes criterios de exclusión: edemas, amputaciones de miembros inferiores y superiores, ingesta de medicamentos que alteran la composición corporal como esteroides e hidrocortisona, tratamientos para otras patologías de base como quimioterapia y radioterapia. Con la finalidad de cumplir con los requisitos de las técnicas empleadas en este estudio, también fueron excluidos aquellos pacientes que no estuviesen en ayunas, que no hubiesen vaciado su vejiga, que estuviesen sudando, que hubiesen ingerido líquidos 2 horas antes del estudio, mujeres menstruando, condiciones todas que interfieren con los resultados de las técnicas de medición. Así mismo, fueron excluidas las pacientes embarazadas. Al momento de la evaluación, y tras el levantamiento de su respectiva historia clínica, pudieron considerarse criterios de exclusión adicionales no contemplados en el protocolo inicial.

Evaluación antropométrica

Todas las medidas antropométricas fueron tomadas por personal estandarizado siguiendo las técnicas descritas por el Programa Biológico Internacional (Weiner y Lourie, 1981), las cuales aparecen descritas en el Manual de Procedimientos y Técnicas Antropométricas de la Universidad Simón Bolívar (Herrera et al., 2010). A todos los pacientes se les tomó las siguientes medidas antropométricas: peso y talla se construyó el indicador IMC (según la ecuación de Quetelet (Quetelet, 1848) ⁵.

Medición de la Composición Corporal por bioimpedancia

Con la finalidad de realizar la evaluación por BIA, se les hizo pasar a la Unidad de Composición Corporal del hospital, lugar en donde está localizado el equipo Inbody 720 (Biospace Inc®), de fabricación coreana. El equipo se auto-calibra al encenderse. En ayunas y con el valor de la talla ya obtenido a los sujetos se le indicó retirar prendas de metal, zapatos y medias quedando con vestimenta ligera. Se registra el peso en una balanza electrónica interna del equipo la cual está en comunicación a la computadora, en donde se ingresaron sus datos personales. Se instruye al sujeto para colocar dedos de ambas manos y planta y talones de ambos pies en contacto con los electrodos.

Una vez corroborado el registro de datos y el contacto con los electrodos, el técnico da inicio a la medición que dura aproximadamente 60 segundos y los resultados se registraron en la computadora conectada al equipo donde se almacenan en una base de datos interna para su revisión posterior.

Valores de referencia y puntos de corte

Para el IMC se utilizaron los valores de referencia de la OMS: bajo peso (< 18 kg/m²) peso adecuado (18 a 24.9 kg/m²), sobrepeso (25 a 29.9 kg/m²) y obesidad (≥ 30 kg/m²). Con los resultados obtenidos de la medición de la composición corporal se calculó la TMR según la ecuación de Nelson (1992), la ecuación OMS/FAO 1985. La ecuación de HB es registrada en el software del equipo ⁽⁶⁻⁸⁾

Se compararon los resultados de la ecuación de Nelson (1992)⁽⁶⁾ con los obtenidos a partir de ecuación de FAO/OMS (1985) derivadas de la ecuación de Schofield (1985) y la de HB de estimación de TMR. A continuación, se presentan las ecuaciones predictivas:

Harris Benedict (1917)

Hombres

$$GMB = 66.4730 + 13.7516 \times P + 5.0033 \times T - 6.7759 \times E$$

Mujeres

$$GMB = 665.0955 + 9.5634 \times P + 1.8496 \times T - 4.6756 \times E$$

En donde P = peso en Kg, T = talla en cm, E = edad en años

Nelson (1992)

$$25,8 \text{ (MLG)} + 4,04 \text{ (MG)}$$

En donde MLG = masa libre de grasa (kg) y MG= masa grasa (kg)

FAO/OMS/UNU (1985)

Edad años	Masculino	Femenino
18-29	15,3*P + 679	14,7*P + 496
30-59	11,6*P + 879	8,7*P + 829
60 y más	13,5*P + 487	10,5*P + 487

En donde P = peso (kg)

Procesamiento Estadístico

Para el análisis estadístico los datos fueron tabulados bajo Excel® 2007, siendo procesados con SPSS® 19.0 en el cual se aplicaron estadísticas descriptivas como la media y la desviación estándar, para describir el comportamiento de la muestra a evaluar. Se aplicó la prueba "anova" de una vía, para conocer las diferencias por grupo de los sujetos evaluados. En todos los casos se estableció un nivel de significación de p<0,05. Se calculó el coeficiente de variación para conocer la relación relativa de las distintas ecuaciones con los componentes de la composición corporal medidos. Para las correlaciones se aplicó la prueba de coeficientes de correlación de Pearson con los siguientes criterios para su interpretación: r = entre 0,01 -- 0,39 indica una correlación baja positiva, r = entre 0,4 – 0,69 indica una correlación moderada positiva, r = entre 0,70 – 0,99 indica una correlación alta positiva, r = entre -0,01 – -0,39 indica una correlación baja negativa, r = entre -0,4 – -0,69 indica una correlación moderada negativa y r = entre -0,70 – -0,99 indica una correlación alta negativa. La interpretación del coeficiente de correlación de Pearson oscila entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, 0 (cero), significa no correlación.

RESULTADOS

A partir de una muestra intencional no probabilística, se estudiaron 4377 individuos 2477 del sexo femenino y 1900 del sexo masculino con un rango de edad de 18 a 96 años y una media de $54,2 \pm 17,9$ para el sexo femenino y de $54,7 \pm 19,1$

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables antropométricas y de la TMR de los pacientes en estudio.

	N	Mín.	Máx.	Media	Desv. típ.
Edad años	4377	18	96	54,4	18,477
Peso kg	4377	21,6	147,7	67,6	15,342
Talla cm	4377	114,0	191,0	160,6	9,568
IMC kg/m ²	4377	12,4	56,5	26,1	5,498
Masa Grasa kg	4377	1,2	76,3	21,9	10,846
% Grasa	4377	3,0	59,5	31,4	10,908
MLG kg	4377	16,6	89,4	45,7	9,996
EP_HB kcal	4377	729,4	2300,5	1357,5	215,900
EP_OMS kcal	4377	813,5	2592,3	1455,0	247,637
EP_Nelson kcal	4377	455,0	2325,5	1268,1	265,124

Tabla 2. Estadística descriptiva sexo femenino de las variables antropométricas y de la TMR de los pacientes en estudio.

	N	Mín.	Máx.	Media	Desv. típ.
Edad años	2477	18	96	54,23	17,974
Peso kg	2477	21,6	144,4	63,76	15,130
Talla cm	2477	114,0	179,0	155,02	7,029
IMC kg/m ²	2477	12,4	56,5	26,54	6,172
Masa Grasa kg	2477	1,2	74,4	24,29	11,246
MLG kg	2477	16,6	70,4	39,47	5,918
EP_HB kcal	2477	729,4	1889,8	1222,56	127,824
EP_OMS kcal	2477	813,5	2152,7	1334,05	172,613
EP_Nelson	2477	455	2115,2	1116,46	180,031
EP_Nelson kcal	4377	455,0	2325,5	1268,1	265,124

años para el sexo masculino. Las características de las variables estudiadas para la muestra total y por sexo se presentan en las tablas 1, 2 y 3.

Tabla 3. Estadística descriptiva sexo masculino de las variables antropométricas y de la TMR de los pacientes en estudio.

	N	Mín.	Máx.	Media	Desv. típ.
Edad años	1900	18	91	54,70	19,115
Peso kg	1900	37,2	147,7	72,73	14,085
Talla cm	1900	119,0	191,0	167,96	7,188
IMC kg/m ²	1900	13,0	52,3	25,73	4,429
Masa Grasa kg	1900	1,6	76,3	18,86	9,462
MLG kg	1900	23,7	89,4	53,86	8,203
EP_HB kcal	1900	882,9	2300,5	1533,43	177,178
EP_OMS kcal	1900	1032,4	2592,3	1612,80	241,808
EP_Nelson	1900	722,96	2325,5	1465,88	224,919
EP_Nelson kcal	4377	455,0	2325,5	1268,1	265,124

Las tablas 4 y 5 presentan las características de las variables estudiadas para la muestra por grupo control y enfermedad por sexo se presentan en las tablas. Las variables estudiadas en todos los grupos observan diferencias significativas en ambos sexos. La relación relativa para todos los grupos estudiados entre los componentes de la composición corporal y las ecuaciones predictivas indica una mayor variación entre las ecuaciones y el componente graso. Las variaciones entre la MLG y las ecuaciones son menores. La ecuación de Nelson tuvo menor variación con el componente MLG, seguido de la OMS y HB.

Las figuras 1 y 2 comparan los valores de media de MG (kg) para grupo control y de enfermedad en ambos sexos. Las enfermedades carenciales para ambos sexos mostraron los valores más bajos de MG 13 kg (femenino) y 9,1 kg (masculino) y la diabetes los más altos 26,7 kg (femenino) y 22,9

Tabla 4. Estadísticos descriptivos grupo control y enfermedades sexo femenino

	Grupo	N	Media	Desv. típ	CV%
Masa Grasa kg P=0,001	Control	295	20,6	6,458	31,3
	Diabetes	915	26,7	11,756	44,0
	Enf. Renal	931	25,2	11,099	44,0
	Oncológica	186	22,5	12,006	53,3
	Carencial	150	13,0	4,906	37,7
MLG kg P=0,001	Control	295	41,1	5,298	12,8
	Diabetes	915	40,3	6,129	15,2
	Enf. Renal	931	38,8	5,571	14,3
	Oncológica	186	38,6	6,552	16,9
	Carencial	150	35,6	4,534	12,7
EP_HB kcal P=0,001	Control	295	1259,4	114,399	9,0
	Diabetes	915	1241,6	132,358	10,6
	Enf. Renal	931	1209,1	120,326	9,9
	Oncológica	186	1204,0	141,507	11,7
	Carencial	150	1139,6	97,913	8,5
EP_OMS kcal P=0,001	Control	295	1383,2	111,710	8,0
	Diabetes	915	1365,2	193,957	14,2
	Enf. Renal	931	1314,4	157,980	12,0
	Oncológica	186	1307,3	183,219	14,0
	Carencial	150	1202,0	103,309	8,5
EP_Nelson P=0,001	Control	295	1145,7	145,539	12,7
	Diabetes	915	1149,1	190,095	16,5
	Enf. Renal	931	1104,1	168,741	15,2
	Oncológica	186	1087,3	203,905	18,7
	Carencial	150	971,9	120,313	12,3

kg (masculino), seguido de renales, oncológicas y grupo control. El sexo femenino mostró valores más altos que el masculino en todos los grupos.

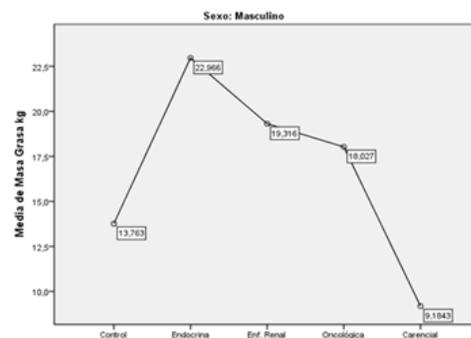
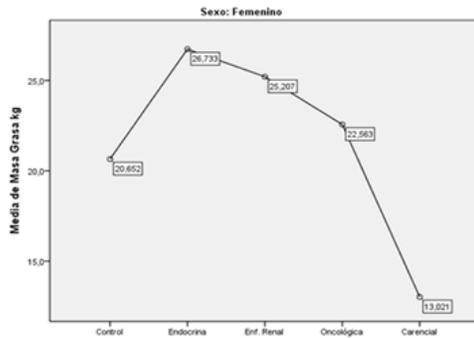
Las figuras 3 y 4 comparan los valores de media de MLG (kg) para grupo control y de enfermedad en ambos sexos. Las enfermedades carenciales para ambos sexos mostraron los valores más bajos de MLG 35,6 kg (femenino) y 49,8 kg (masculino) y

Tabla 5. Estadísticos descriptivos grupo control y enfermedades sexo masculino

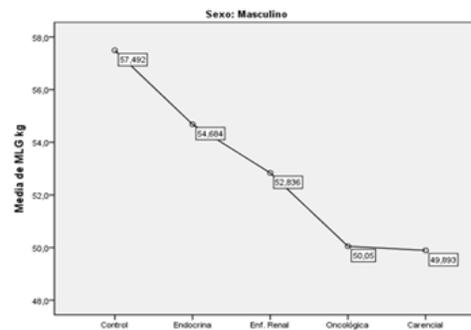
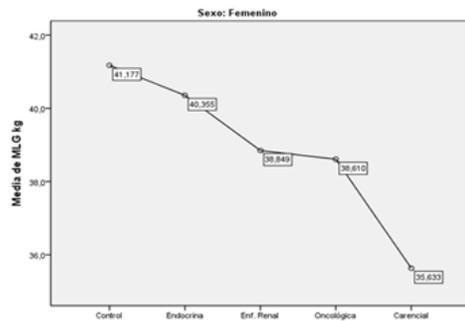
	Grupo	N	Media	Desv. típ	CV%
Masa Grasa kg P=0,001	Control	331	13,7	6,169	45,0
	Diabetes	505	22,9	11,245	49,0
	Enf. Renal	880	19,3	8,316	43,0
	Oncológica	114	18,0	8,331	46,2
	Carencial	70	9,1	4,082	44,8
MLG kg P=0,001	Control	331	57,4	6,980	12,1
	Diabetes	505	54,6	9,271	16,9
	Enf. Renal	880	52,8	7,718	14,6
	Oncológica	114	50,0	6,445	12,8
	Carencial	70	49,8	6,519	13,0
EP_HB kcal P=0,001	Control	331	1611,8	150,791	9,35
	Diabetes	505	1551,1	200,236	12,9
	Enf. Renal	880	1511,2	166,713	11,0
	Oncológica	114	1451,0	139,221	9,59
	Carencial	70	1447,6	140,858	9,73
EP_OMS kcal P=0,001	Control	331	1740,0	144,363	8,29
	Diabetes	505	1659,8	291,988	17,5
	Enf. Renal	880	1557,3	223,498	14,3
	Oncológica	114	1522,1	208,449	13,6
	Carencial	70	1516,0	152,202	10,0
EP_Nelson P=0,001	Control	331	1538,9	189,193	12,2
	Diabetes	505	1503,6	263,266	17,5
	Enf. Renal	880	1441,1	207,696	14,4
	Oncológica	114	1364,1	180,342	13,2
	Carencial	70	1324,3	175,580	13,2

el grupo control los más altos 41,1 kg (femenino) y 57,4 kg (masculino), seguido de endocrinas, renales y oncológicas. El sexo femenino mostró valores más bajos que el masculino en todos los grupos.

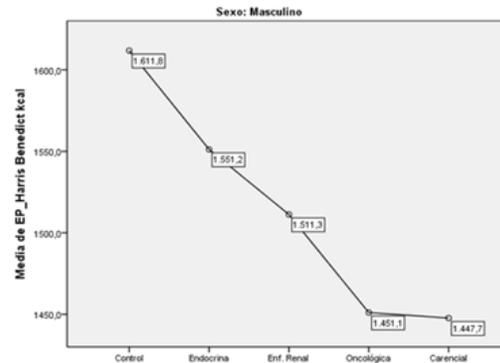
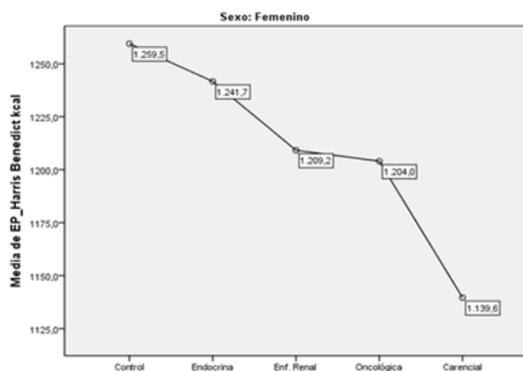
De los resultados evaluados se hizo el cálculo de Las figuras 5 y 6 comparan los valores de media de TMR por HB (kcal) para grupo control y de



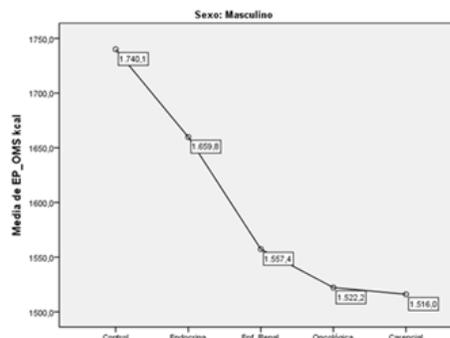
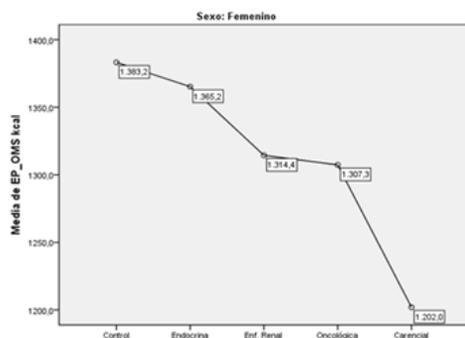
Figuras 1 y 2. Valores de media de masa grasa (kg) para sexo femenino y masculino en grupo control y de enfermedad.



Figuras 3 y 4. Valores de media de masa libre grasa (kg) para sexo femenino y masculino en grupo control y de enfermedad.



Figuras 5 y 6. Valores de media de TMB Ecuación Predictiva Harris Benedict (kcal) para sexo femenino y masculino en grupo control y de enfermedad.



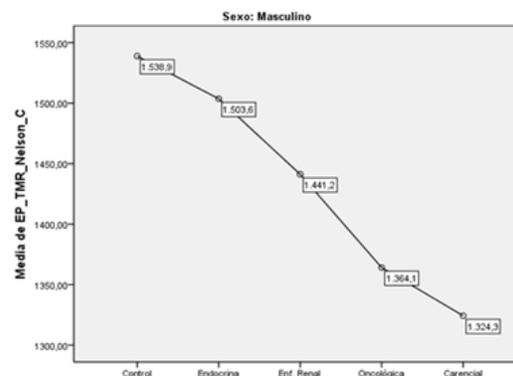
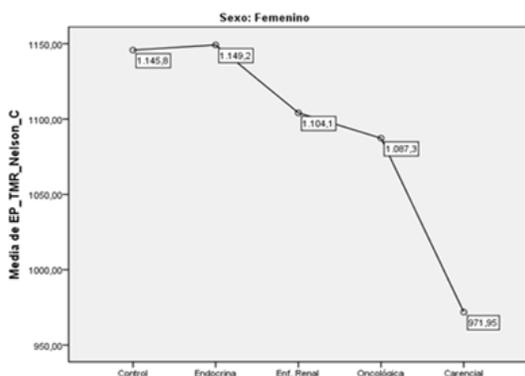
Figuras 7 y 8. Valores de media de TMB Ecuación Predictiva OMS (kcal) para sexo femenino y masculino en grupo control y de enfermedad.

enfermedad en ambos sexos. Las enfermedades carenciales para ambos sexos mostraron los valores más bajos de TMR 1139,6 kcal (femenino) y 1447,7 kcal (masculino) y el grupo control los más altos 1259,5 kcal (femenino) y 1611,8 kcal (masculino), seguido de endocrinas, renales y oncológicas. El sexo femenino mostró valores más bajos que el masculino en todos los grupos.

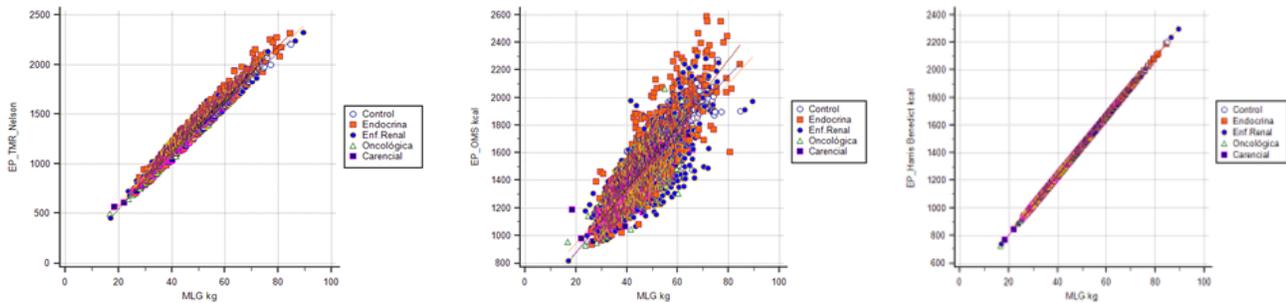
(masculino) y el grupo control los más altos 1383,2 kcal (femenino) y 1740,1 kcal (masculino), seguido de endocrinas, renales y oncológicas. El sexo femenino mostró valores más bajos que el masculino en todos los grupos.

Las figuras 7 y 8 comparan los valores de media de TMR calculados por ecuación predictiva OMS (kcal) para grupo control y de enfermedad en ambos sexos. Las enfermedades carenciales para ambos sexos mostraron los valores más bajos de TMR 1202 kcal (femenino) y 1516 kcal

Las figuras 9 y 10 comparan los valores de media de TMR calculados por ecuación predictiva de Nelson (kcal) para grupo control y de enfermedad en ambos sexos. Las enfermedades carenciales para ambos sexos mostraron los valores más bajos de TMR 971,9 kcal (femenino) y 1324,3 kcal (masculino). Las enfermedades endocrinas presentaron el valor más alto 1149,2 kcal (femenino) mientras que el grupo control 1538,9



Figuras 9 y 10. Valores de media de TMB Ecuación Predictiva Nelson (kcal) para sexo femenino y masculino en grupo control y de enfermedad.



Figuras 11, 12 y 13. Correlación de la MLG (kg) con las ecuaciones de Nelson, OMS y Harris Benedict.

kcal presentó el valor más alto (masculino). El sexo femenino mostró valores más bajos que el masculino en todos los grupos.

Las figuras 11, 12 y 13 presenta la correlación de la MLG (kg) con las ecuaciones de Nelson, OMS y HB siendo alta positiva para las tres $r = 0,98$ $P < 0,001$, $r = 0,84$ $P < 0,001$. $r = 1$ $P < 0,001$ respectivamente.

DISCUSIÓN

La falta de acceso a pruebas de calorimetría directa o indirecta en la práctica clínica obliga a los nutricionistas a tener la necesidad de predecir los requerimientos de energía de los pacientes. Una gran cantidad de ecuaciones se encuentran disponibles para tal fin lo que sin duda representa una herramienta de gran utilidad.

En este trabajo se observaron diferencias entre las ecuaciones de Harris Benedict, OMS y Nelson. La estimación de los requerimientos diarios de energía es un elemento esencial en el establecimiento de políticas públicas de salud y nutrición por lo cual no sería práctico determinar

estos por medición directa o indirecta o a través de encuestas a gran escala. En vez de medir la TMR directamente la FAO/WHO/ONU en 1985 implementan el cálculo de la TMR por el método factorial que predice la misma basado en mediciones previas, que son empleadas para el cálculo del requerimiento calórico total y esta es la metodología adoptada en Venezuela para el cálculo de los requerimientos de la población⁽⁴⁾.

Las ecuaciones de la OMS (1985) derivan de las ecuaciones de Schofield del mismo año 1985 basadas en edad, peso, y género para el cálculo de la TMR. Las ecuaciones de Schofield han sido comúnmente empleadas en Norteamérica, Europa, Australia y otras partes del mundo, así como en Venezuela. Estas ecuaciones fueron desarrolladas de un meta-análisis de aproximadamente 100 estudios que incluyó data de 7173 individuos sanos entre 3 y 65 años de edad, la mayoría de los cuales eran hombres (67%). También incluyeron 2200 militares italianos (46%) de sujetos de 18 años y más. Las ecuaciones de Schofield han jugado un papel significativo en restablecer la importancia de la TMR para predecir los requerimientos de energía no obstante ha sido cuestionado su uso en poblaciones de clima tropical debido a que sobrestima la TMR en las mismas (Reeves y col 2003)^(8,9).

Coincidiendo con los hallazgos del presente estudio, se encontró que la TMR calculada por la ecuación de OMS fue 100 kcal más alta que la estimada por la ecuación de HB y 187 kcal por encima de la Nelson. La ecuación de Nelson está basada en los componentes de la composición corporal MLG y la MG y la presente investigación indicó que las ecuaciones predictivas que toman en cuenta la MLG y la MG proveen una estimación más aguda de la TMR.

En este estudio observamos que la ecuación de Nelson tuvo el menor coeficiente de variación respecto a los componentes de la composición corporal en especial con la MLG en las mediciones de la composición corporal en los distintos grupos de enfermedad. Las ecuaciones de OMS y HB presentaron similares resultados. En las mediciones de los componentes corporales se observó disminución de MG y MLG en las patologías renales, oncológicas y carenciales en ese orden y para ambos sexos. La MLG se mantuvo más alta en el sexo masculino y la MG en el femenino para todos los grupos. Todas las ecuaciones predictivas mostraron similar comportamiento con disminución de sus valores al igual que los componentes de la composición corporal. Las patologías asociadas a hipermetabolismo son las que presentan disminución de la MLG para ambos sexos y dado que la MLG es el más importante contribuyente a la TMB representando 60 a 85 % de la misma, por tal razón la TMR es frecuentemente relacionada a la MLG y no a la MG. Sin embargo, algunos investigadores consideran que la MG contribuye a la TMR y otros no. Es por eso que una TMR baja es relacionada a ganancia de peso. Se ha sugerido que la MG contribuye a la TMR solo cuando está por encima de lo normal es decir obesidad⁽¹⁰⁾.

Ioannides y colaboradores (2017), compararon las ecuaciones de HB (1919), Mifflin St- Jeor (1980), y Nelson (1992) para predecir la TMR en

una población con esclerosis lateral amiotrófica (ELA) y un grupo control y encontraron que los cambios en MLG en ELA provoca cambios relevantes en la predicción de la TMR. La TMR fue más alta con la ecuación de HB seguida de la ecuación de Mifflin St-Jeor y Nelson. Dado que la MLG es significativamente baja en ELA esto refleja una sobreestimación de la TMR por las ecuaciones de HB y Mifflin St-Jeor. La ecuación de Nelson tuvo concordancia entre las predicciones de la TMR tanto en el grupo control como con el grupo con ELA⁽¹¹⁾.

O'Sullivan y colaboradores (2002) y (Flores 2018 datos propios) reportaron que pacientes con enfermedad renal crónica en sus primeros estadios se caracteriza por una reducción de la MLG, contenido mineral y TMB⁽¹²⁾.

Si consideramos que MLG es el mayor contribuyente a la TMB es válido asumir que la TMR disminuye, así como disminuye la MLG bajo cualquier circunstancia que la afecte como en cáncer y como lo sugiere la información documentada en este trabajo⁽¹³⁾. Sin embargo en pacientes con cáncer este no es el caso donde se mantiene la pérdida de peso con incremento del gasto energético producto del hipermetabolismo con disminución de MLG y MG. Nyugen y colaboradores (2016) compararon la TMR en sujetos con cáncer y un grupo de sujetos sanos a través de un metaanálisis. El meta-análisis mostró un incremento del gasto energético de 9,66 kj por kg de MLG en los pacientes con cáncer comparado con el grupo control, detectándose heterogeneidad sugiriendo variaciones en el gasto energético entre los tipos de cáncer siendo las elevaciones más evidentes en pacientes con cáncer en órganos de alta demanda metabólica^(14,15).

Las tres ecuaciones tuvieron correlación alta positiva para la MLG. La de la OMS una correlación

menor que la ecuación de Nelson para la MLG y la de HB correlacionó mejor que las dos anteriores. Resultados similares obtuvieron Menón y colaboradores (2015) cuando compararon la TMR con la MLG ⁽¹⁰⁾.

Se concluye que la ecuación de HB y OMS alcanzaron valores más altos que los de la de Nelson en la predicción de la TMR de la población estudiada. La ecuación de Nelson (que toma en cuenta los componentes de la composición corporal para su cálculo) alcanzó mejor coeficiente de variación con relación al componente MLG. La información obtenida de esta investigación sugiere que la MLG y la MG cuando se estima la TMR deben ser consideradas en el cálculo. En concordancia con estudios previos hemos visto que la MLG es predictora de la TMR. El presente trabajo muestra el potencial de las ecuaciones predictivas, sin embargo, como cualquier herramienta los resultados pueden ser contradictorios si el que las emplea no conoce su origen o carece de conocimientos para usarla de forma apropiada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Esteves de Oliveira FC, de Mello Cruz AC, Gonçalves Oliveira C, Rodríguez Ferreira Cruz AC, Mayumi Nakajima V, Bressan J. Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos. *Nutr Hosp*. 2008; 23:554-61.
2. Blasco Redondo Raquel. Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2015;21(Supl. 1):243-251. 8.
3. Steven B. Heymsfield, Brooke Smith, Jared Dahle, Samantha Kennedy, Nicole Fearnbach, Diana M. Thomas, *et al*. Resting Energy Expenditure: From Cellular to Whole- Body Level, A Mechanistic Historical Perspective. *Obesity*. 2021; 29:500-511.
4. Landaeta-Jiménez, Maritza. Valores de referencia de energía para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2013; 63(4).
5. Herrera H, P. A.-V. (2014). "Propuesta de valores de referencia para evaluación nutricional antropométrica en el adulto venezolano". Sartenejas: USB/FUNINDES.
6. Nelson K.M, Weinsier R.L., Long C.L., Schutz Yves. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass *Am J Clin Nutr*. 1992;56:848-56.
7. FAO/OMS/UNU. (1985). Necesidades de Energía y de proteínas. Serie de Informes Técnicos 724. Ginebra: FAO/OMS/UNU.
8. FAO/WHO/UNU. (2004). Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Roma: FAO.
9. Reeves, Marina; Capra Sandra. Predicting Energy Requirements in the Clinical Setting: Are Current Methods Evidence Based? *Nutrition Reviews* 2003; 61(4):143-151.
10. Menon Shalini, Mishra Mukesh Kumar, Singh Vishan. Prediction of basal metabolic rate on the basis of body composition variables and obesity indicators in physically active postmenopausal women. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2016; 3(5): 427-430.
11. Ioannides, Z. A., Steyn, F. J., Mi, J. D., Henderson, R. D., McCombe, P. A., Ngo, S. T., *et al*. Predictions of resting energy expenditure in amyotrophic lateral sclerosis are greatly impacted by reductions in fat free mass. *Cogent Medicine*. 2017; (4): 1343000, 1-10.
12. O'Sullivan, Anthony *et al*. *American Journal of Kidney Diseases*, 2002;39 (2): 369-375.
13. Henry, CJK. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition*: 8(7A), 1133-1152.
14. Thi Yen Vi Nguyen, Marijka J. Batterham, Cheree Edwards. Comparison of Resting Energy Expenditure Between Cancer Subjects and Healthy Controls: A Meta-Analysis. *Nutrition and Cancer*, 2016: VOL. 0, NO. 0, 1-14.
15. P.S. Barcellos, N. Borges, D.P.M. Torres. Resting energy expenditure in cancer patients: Agreement between predictive equations and indirect calorimetry. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021;42(5):286-291.

Recibido: 24/01/2024

Aceptado: 05/04/2024