

Ecuaciones predictivas para estimar el gasto energético en reposo en comparación con la calorimetría indirecta en sujetos a 2500 msnm.

Recibido: 20 / 04 / 2025
Aceptado para publicación:
25 / 06 / 2025

Predictive equations for estimating resting energy expenditure at rest compared to indirect calorimetry in subjects at 2500

Quezada Urdiales et. al. "Ecuaciones predictivas para estimar el gasto energético en reposo en comparación con la calorimetría indirecta en sujetos a 2500 msnm.". revista RENC Vol 9 número 1, Pág 41-49

Quezada Urdiales Carlos Gabriel
Universidad del Azuay
Cuenca - Ecuador.

Sanmartín Rodríguez Fabián*
Universidad del Azuay
Cuenca - Ecuador.

Tinoco Aguilar Angie Pauleth
Universidad del Azuay
Cuenca - Ecuador.
* sanmartindrdeporte@gmail.com

Resumen

Objetivo: Comparar los resultados de las distintas ecuaciones predictivas con los obtenidos a través de la calorimetría indirecta para el cálculo del gasto energético en reposo en personas que residen a 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Métodos: Estudio transversal analítico realizado en adultos sanos que asistieron al laboratorio de evaluaciones funcionales para realizarse una calorimetría indirecta entre el periodo desde enero 2019 hasta enero del 2023.

Resultados: La muestra final estuvo compuesta por 47 personas, estratificadas según el sexo. En el grupo de hombres, la ecuación que mostró mayor precisión fue la de Cunningham (límite de acuerdo superior: 736 calorías; límite inferior: -575 calorías), con un rango total de 1311 calorías y tendencia a la sobreestimación. En el caso de las mujeres, la ecuación de Harris-Benedict fue la más

precisa (límite de acuerdo superior: 496,4 calorías; límite inferior: -389,7 calorías) con un rango total de 886,1 calorías, también con tendencia a la sobreestimación.

Conclusiones: La calorimetría indirecta continúa siendo el estándar de referencia (gold standard) para la medición del gasto energético en reposo. Aunque las ecuaciones predictivas presentan una tendencia a sobreestimar o subestimar estos valores, constituyen herramientas útiles en situaciones específicas. En este estudio, la ecuación de Cunningham resultó la más adecuada para hombres y la de Harris-Benedict para mujeres, en sujetos sanos residentes a 2500 msnm.

PALABRAS CLAVE: Gasto energético en reposo, calorimetría indirecta, ecuaciones predictivas, altura, calorías.

Abstract

Objectives: To compare the results of Resting Energetic Expenditure obtained with predictive equations and

indirect calorimetry in people that live 2500 meters above sea level.

Methods: This is an analytical cross-sectional study in healthy adults that attended the functional evaluations laboratory to undergo an indirect calorimetry between the period of January 2019 to January 2023.

Results: The sample had 47 people. When stratified by sex (15 women and 32 men), obtaining the calculation from the predictive equations and comparing them with indirect calorimetry the results showed that: in men, the most precise equation was Cunningham's equation (upper level of agreement: 736 calories and lower level of agreement: - 575 calories) with a total range of 1311 calories, with a tendency towards overestimation. For women, the Harris-Benedict equation was the most precise equation (upper level of agreement: 496, calories and lower level of agreement: -389,7 calories) with a total range of: 886,1 calories with tendency towards overestimation of the Resting Energetic Expenditure.

Conclusion: Indirect calorimetry is the gold standard for measuring resting energy expenditure. Although predictive formulas are likely to overestimate or underestimate this measurement, these are tools that must be used in specific situations. Finally, in this study, for healthy subjects at altitudes of 2500 meters above sea level, the best formula to use in men is Cunningham's formula, whereas Harris-Benedict's formula is more accurate for women.

KEYWORDS: Resting metabolic rate, Indirect calorimetry, predictive equation, height, calories.

Introducción

La tasa metabólica basal (TMB) hace referencia a la cantidad mínima de energía que utilizan las personas para mantener sus funciones básicas. En individuos sedentarios pero saludables, la TMB representa aproximadamente dos tercios del gasto energético total diario (GETD).

De forma complementaria, surge el concepto de gasto energético en reposo (GER), empleado en muchos contextos como sinónimo o equivalente de la TMB, dada la similitud de sus valores (difieren aproximadamente en un 10%). Sin embargo, no son conceptos idénticos, ya que la medición de la TMB requiere condiciones estrictas —como ayuno prolongado y reposo físico absoluto—, mientras que para el GER estas condiciones son menos rigurosas. En el presente estudio, se empleará específicamente el término GER. (1) (2).

En términos generales, el gasto energético basal diario estimado para un hombre adulto sano de 70 kg es de aproximadamente 1800 kcal (7500 kJ) y para una mujer con características antropométricas similares, se estima en 1300 kcal (5400 kJ). No obstante, esta cifra puede variar dependiendo de factores individuales como la edad, masa corporal, composición corporal, actividad física y presencia de patologías, entre otros. (3) (4).

El cálculo adecuado del GER es esencial para conservar la homeostasis del organismo y regular tanto la ingesta calórica como el gasto energético, facilitando la

elaboración de planes de nutrición personalizados. Por ello, este estudio tiene como objetivo comparar los resultados de distintas ecuaciones predictivas con los obtenidos mediante calorimetría indirecta, para estimar el gasto energético en reposo en personas que residen a 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Materiales y métodos

1.1. Tipo de estudio

- Se realizó un estudio transversal de tipo analítico, incluyendo a todos los pacientes que asistieron al laboratorio de evaluaciones funcionales para la realización de calorimetría indirecta, en el período comprendido entre enero de 2019 y enero de 2023.

1.2. Criterios de inclusión:

- Se incluyeron todos aquellos pacientes mayores de 18 años que acudieron al laboratorio de evaluaciones funcionales deportivas Sanmartín para someterse a una medición de gasto energético en reposo mediante calorimetría indirecta.

1.3. Criterios de exclusión:

- Pacientes con diagnóstico previo de diabetes mellitus tipo 1 o tipo 2, hipo o hipertiroidismo, y cualquier enfermedad que pudiera alterar el gasto metabólico en reposo.
- Pacientes postquirúrgicos.
- Pacientes que no consintieran participar en el estudio.
- Pacientes residentes en ciudades ubicadas a diferentes altitudes.

1.4. Tamaño de muestra

Un total de 47 personas cumplieron con los criterios de inclusión y fueron admitidas en el estudio. La muestra fue de tipo no probabilístico.

1.5. Métodos

1.5.1. Análisis estadístico

Se partió de una muestra inicial de 50 personas, de las cuales 3 fueron excluidas debido a antecedentes de cirugía bariátrica, quedando finalmente 47 sujetos (15 mujeres y 32 hombres). Previo consentimiento de los participantes, se recopilaron datos de: edad, sexo, masa corporal, talla, porcentaje de grasa corporal y frecuencia cardíaca en reposo.

Posteriormente, se calcularon los valores del gasto energético en reposo mediante diversas ecuaciones predictivas: Harris-Benedict, Cunningham, Owen, Mifflin-St Jeor, University of Kansas, Frankenfield 2 y Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos

resultados se compararon con los obtenidos por calorimetría indirecta, estratificados según sexo.

Los datos se procesaron en Microsoft Excel y el análisis estadístico se realizó utilizando el software Jamovi (versión 2.4.8).

Hombres

Se tabularon los datos y se procesaron de la siguiente manera para el grupo de los hombres: se obtuvieron las medias de todos los métodos para calcular el gasto energético en reposo, se realizó el cálculo de la desviación estándar, luego se procedió a determinar el valor P mediante la prueba de Shapiro Wilk la cual demuestra que el valor de la misma es < 0.001 para todas las ecuaciones predictivas a excepción de Cunningham y los resultados obtenidos por calorimetría indirecta, para los cuales el valor p fue de 0.389 y 0.571, respectivamente lo que demuestra que son estadísticamente significativos

Resultados

Tabla 1. Estadísticas Descriptivas

	HB	Cunningham	Mifflin	UK	F2	WHO	Owen	GER
N	32	24	32	32	32	32	32	32
Media	1713	1842	1645	1600	1609	1736	1625	1965
Mediana	1655	1828	1613	1555	1561	1677	1594	2004
Desviación estándar	307	245	241	236	230	288	206	422
Mínimo	1346	1286	1321	1332	1370	1391	1352	1272
Máximo	2996	2521	2617	2615	2595	3069	2470	2988
W de Shapiro-Wilk	0.728	0.957	0.774	0.696	0.657	0.658	0.757	0.973
Valor p de Shapiro-Wilk	$< .001$	0.389	$< .001$	$< .001$	$< .001$	$< .001$	$< .001$	0.571

Diferencia de medias entre el gasto energético en reposo obtenido de la Calorimetría indirecta, versus los obtenidos por las ecuaciones predictivas incluidas en este estudio. Elaborado por los autores

Posteriormente se realiza una prueba T para muestra pareadas entre la calorimetría indirecta y cada una de las fórmulas predictivas para lo cual se calcula el valor p de la T student; al realizar los valores p se evidencia que la ecuación predictiva de Cunningham es el único valor significativo que sugiere la probabilidad de obtener resultados similares comparables con la calorimetría indirecta ($p = 0.120$). Sin embargo, se decide realizar la prueba de concordancia mediante un análisis gráfico expresado en Bland-Altman (ver figura 1) donde se evidencia que el límite de acuerdo superior es de 736

calorías y el límite de acuerdo inferior es de - 575 calorías, lo cual establece un rango total de 1311 calorías, con tendencia a la sobreestimación del gasto energético en reposo, que son parte del margen de error. Cabe resaltar que, de entre todas las gráficas realizadas, se demostró que la fórmula predictiva de Cunningham presentaba los límites de acuerdo más estrechos, es decir, es la más precisa en hombres para calcular el gasto energético en reposo.

		IC 95%	
	Estimado	Inferior	Superior
Bias (n = 24)	106	-29.9	242
Límite de acuerdo inferior	-525	-760.0	-289
Límite de acuerdo superior	736	501.0	972

Tabla 2: Análisis de Bland Altman que compara concordancia entre resultados arrojados por la ecuación de Cunningham con la calorimetría indirecta. Elaborada por los autores.

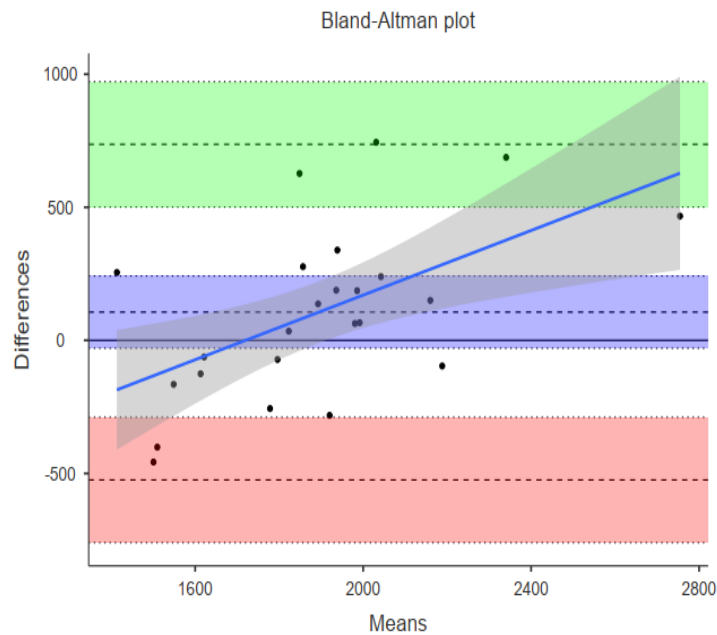


Figura 1: Bland-Altman que compara concordancia de Cunningham con la calorimetría indirecta. Elaborado por los autores.

MUJERES

De manera similar a lo realizado con los datos de los hombres, se procedió a tabular los datos y procesar los datos obteniendo las medias de todos los métodos para

calcular el gasto energético en reposo, más el cálculo de la desviación estándar y se procedió a determinar el valor p mediante la prueba de Shapiro Wilk, la cual demuestra que todos los valores siguen una distribución normal y validez estadística ($p > 0.05$)

	GER	HB	Cunningham	Owen	Mifflin	UK	FK2	WHO
N	15	15	9	15	15	15	15	15
Perdidos	0	0	6	0	0	0	0	0
Media	143 5	138 1	1526	122 4	1271	1224	1257	1332
Mediana	143 9	138 1	1541	122 6	1281	1205	1236	1347
Desviación estándar	236	128	154	103	151	144	143	155
Mínimo	920	119 5	1282	108 7	1059	1017	1067	1067
Máximo	184 8	165 0	1740	145 6	1554	1540	1569	1631
W de Shapiro-Wilk	0.97	0.96	0.966	0.94	0.957	0.969	0.946	0.980
Valor p de Shapiro-Wilk	0.92	0.76	0.854	0.50	0.632	0.836	0.468	0.973

Tabla 3: Diferencia de medias entre el gasto energético en reposo obtenido de la Calorimetría indirecta, versus los obtenidos por las ecuaciones predictivas incluidas en este estudio. Elaborado por los autores

Además, se realizaron las pruebas T pareadas entre las ecuaciones predictivas y calorimetría indirecta para el grupo de las mujeres y reconocimos aquellas con un valor de p mayor a 0.05, las cuales concluyen que no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, que los resultados son similares entre las ambas pruebas comparadas. Entre ellas se encontraron los resultados de ecuaciones predictivas de Harris-Benedict, Cunningham y la de la organización mundial de la salud (WHO), tal como se muestra a continuación:

				estadístico	p	Diferencia de medias	EE de diferencia	la
GER	HB		T de Student	0.914	0.376	53.3	58.4	
	Cunningham		T de Student	-0.644	0.538	-73.5	114.1	
	Owen		T de Student	3.599	0.003	210.4	58.4	
	Mifflin		T de Student	2.685	0.018	163.6	60.9	
	UK		T de Student	3.428	0.004	210.5	61.4	
	FK2		T de Student	3.018	0.009	177.9	59.0	
	WHO		T de Student	1.667	0.118	102.3	61.4	

Nota. $H_a \mu$ Medida 1 - Medida 2 $\neq 0$

Tabla 4: Pruebas t pareadas entre los resultados de GER por calorimetría indirecta (TMR) en comparación con los obtenidos por las distintas fórmulas predictivas. Elaborado por los autores.

Posteriormente, se realizó la gráfica de Bland-Altman y su correspondiente análisis para las ecuaciones anteriormente mencionadas, para mostrar la concordancia de los datos; esto nos lleva a que, para mujeres, la fórmula de Harris Benedict es la que más se acerca a los resultados del gasto energético obtenido mediante la calorimetría indirecta, ya que existe un mayor nivel de acuerdo, se observa un límite de acuerdo inferior de -389.7 calorías y un límite de acuerdo superior de 496.4 calorías, lo que nos da una diferencia de 886.1 calorías con tendencia a la sobreestimación del gasto energético en reposo, a diferencia de las ecuaciones

predictivas de Cunningham y de la OMS las cuales nos da como resultado un rango de error de 1341.9 (límite de acuerdo inferior: -744,4; límite de acuerdo superior: +597.5) y 932 (límite de acuerdo inferior: - 364; límite de acuerdo superior: + 568) calorías, con tendencia a la subestimar y sobreestimar, respectivamente. Sin embargo, cabe destacar el sesgo ocurrido en la fórmula de Cunningham, ya que esta utiliza el porcentaje de grasa corporal para su cálculo, el cual, por motivos personales de los sujetos estudiados, no se realizó, dejando el tamaño de la muestra reducido significativamente.

				IC 95%	
			Estimado	Inferior	Superior
Población (n = 15)			53.3	-71.9	179
Límite de acuerdo inferior			-389.7	-608.6	-171
Límite de acuerdo superior			496.4	277.5	715

Tabla 5: Análisis de Bland Altman que compara concordancia entre resultados arrojados por Harris Benedict con la calorimetría indirecta. Elaborada por los autores.

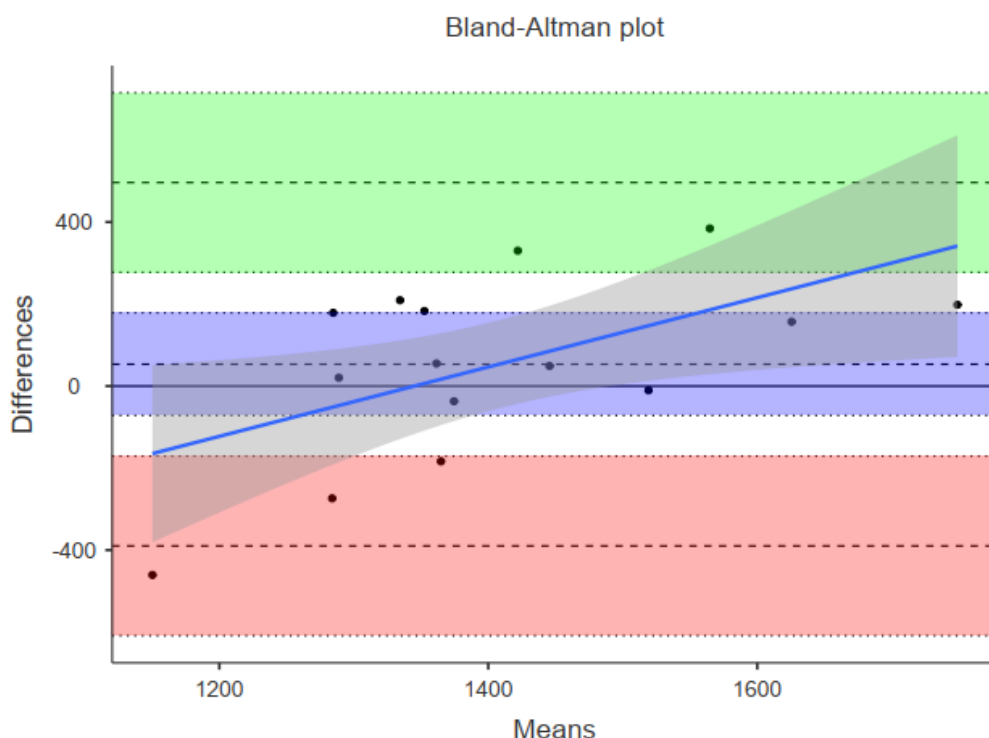


Figura 2: Bland-Altman que compara concordancia de Harris-Benedict con la calorimetría indirecta. Elaborado por los autores

Discusión

Cuando el organismo incrementa el consumo calórico, la energía excedente suele almacenarse en el hígado, el tejido adiposo y, en fases más avanzadas, en las vísceras, lo cual incrementa significativamente el riesgo cardiovascular. Por otro lado, el déficit calórico predispone al organismo a funcionar de forma limitada, reduciendo diversas funciones corporales y favoreciendo la pérdida de masa muscular y tejido adiposo debido a la falta de nutrientes para satisfacer las demandas metabólicas celulares.

Teniendo en cuenta estos principios, resulta esencial determinar de manera precisa las necesidades calóricas individuales para garantizar una composición corporal adecuada y preservar la salud. No obstante, en ausencia de métodos de medición directa, como la calorimetría indirecta, las ecuaciones predictivas se convierten en una alternativa ampliamente utilizada en la práctica clínica, aunque presentan limitaciones significativas. (19) (20)

En este estudio, los resultados indican que, en el grupo de hombres, la ecuación de Cunningham fue la que presentó mayor validez estadística y el menor margen de error en comparación con las demás ecuaciones. Estos hallazgos coinciden con los resultados de Dahle et al., quienes demostraron que, durante un seguimiento de 12 meses en un programa de pérdida de peso, las ecuaciones predictivas tendían a sobreestimar el gasto energético en reposo (GER) durante el primer mes, y a subestimarlos en controles subsecuentes. Esto respalda que la calorimetría indirecta sigue siendo la herramienta más precisa para estimar el GER y diseñar un plan nutricional individualizado. (21)

A pesar de su frecuente uso en la consulta nutricional, las ecuaciones predictivas presentan limitaciones notorias, ya que son aplicadas de forma indiscriminada en poblaciones diversas (bajo peso, obesidad, distintas etnias, edad, deportistas, etc.) sin validación específica para cada grupo, lo que introduce un sesgo importante en la estimación.

En consonancia con lo reportado por Aliasgharzadeh et al., en un estudio aplicado a mujeres iraníes con bajo peso, se observó que existen diferencias significativas en la aplicabilidad de las ecuaciones de predicción según las características raciales y étnicas de la población, recomendando estudios de validación específicos. (19) En ese estudio, la ecuación de Miller fue la que presentó mejores resultados, mientras que la fórmula de Harris-Benedict sobreestimó los requerimientos en un 76,9%, a pesar de ser una de las más empleadas en la práctica clínica actual. (19)

De forma adicional, las recomendaciones recientes del grupo ESPEN concluyen que, entre 18 ecuaciones predictivas comparadas con la calorimetría indirecta, la ecuación de la OMS es la más adecuada para individuos con peso corporal promedio, mientras que Harris-Benedict presenta resultados razonables en personas con obesidad, mostrando concordancia en un 68.5% de los casos en individuos con IMC entre 25 y 40 kg/m². Es importante señalar que estos datos derivan de estudios en pacientes ventilados, cuya fisiología difiere de la de sujetos sanos, limitando su aplicabilidad directa al contexto de este estudio.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentra el tamaño reducido de la muestra —compuesta por 47 personas que cumplieron los criterios de inclusión y no fueron excluidas conforme a los criterios establecidos—, lo cual limita la capacidad de extrapolar los resultados a la población general.

Además, en el grupo de mujeres, solo 9 de las 15 participantes contaban con el dato completo del porcentaje de grasa corporal, lo que impidió la aplicación de la ecuación de Cunningham en la totalidad de las participantes femeninas. Esta situación redujo de manera significativa el tamaño efectivo de la muestra en esta subpoblación.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos ofrecen una base preliminar que sugiere la necesidad de ampliar la investigación con muestras más grandes y una caracterización más detallada de los participantes, lo que permitiría validar la aplicabilidad de las ecuaciones predictivas en poblaciones específicas que residen a altitudes elevadas.

Futuras líneas de investigación

Entre ellas se encuentran, el estudio y desarrollo de ecuaciones predictivas específicas para la Altitud, que se puedan extrapolar a poblaciones que viven en altitudes similares, considerando factores como la hipoxia, la composición corporal y la adaptación metabólica.

O evaluación de la influencia de factores fisiológicos y ambientales en la precisión de las ecuaciones, como la temperatura ambiental, presión barométrica y saturación de oxígeno en el GER.

Conclusiones

Si bien las ecuaciones predictivas pueden sobreestimar o subestimar el gasto energético en reposo (GER), se recomienda realizar estudios adicionales en poblaciones específicas, ya que la fórmula más adecuada varía en función de las características individuales y ambientales de cada grupo de estudio.

En el presente trabajo, para sujetos sanos que residen a 2500 metros sobre el nivel del mar, la ecuación de Cunningham fue la que mostró mayor precisión en hombres, mientras que para mujeres la fórmula que presentó mejor concordancia con la calorimetría indirecta fue la de Harris-Benedict.

No obstante, la calorimetría indirecta se mantiene como el estándar de referencia (gold standard) para la evaluación del gasto energético en reposo, debido a su capacidad para proporcionar una estimación individualizada y ajustada a las necesidades metabólicas de cada paciente. Esto resulta especialmente relevante al momento de diseñar planes nutricionales personalizados, orientados al aumento, mantenimiento o reducción de la masa corporal.

Bibliografía

1. Carlos Zevallos J, Zea E, Daniela Valdivieso P, Vásconez J. Encuesta STEPS Ecuador 2018 MSP, INEC, OMS/OPS [Internet]. Quito; 2018[cited 2022 May 31]. Available from: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/INFORME-STE-PS.pdf>
2. Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry in clinical practice. Vol. 8, Journal of Clinical Medicine. MDPI; 2019.
3. Blasco Redondo R. Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. Rev Esp Nutr Comunitaria. 2015;21:243–51
4. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Harper's illustrated biochemistry. 789 p
5. Baynes JW, Distinguished C. Bioquímica médica QUINTA EDICIÓN.
6. World Health Organization. Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO consultation. World Health Organization; 2000. 253 p.
7. Harvard Health Publishing. Exercise and weight loss: The importance of resting energy expenditure [Internet]. Harvard Health. 2015. Available from: <https://www.health.harvard.edu/diet-and-weight-loss/exercise-and-weight-loss-the-importance-of-resting-energy-expenditure#:~:text=Because%20resting%20energy%20expenditure%20accounts,or%20riding%20a%20bike%20up%20hill.->
8. Psota T, Chen KY. Measuring energy expenditure in clinical populations: rewards and challenges. Eur J Clin Nutr. 2013 May;67(5):436–42. doi: 10.1038/ejcn.2013.38. Epub 2013 Feb 27. PMID: 23443826; PMCID: PMC3928639.
9. de Jonge L, Bray GA, Smith SR, Ryan DH, de Souza RJ, Loria CM, Champagne CM, Williamson DA, Sacks FM. Effect of diet composition and weight loss on resting energy expenditure in the POUNDS LOST study. Obesity (Silver Spring). 2012 Dec;20(12):2384–9. doi: 10.1038/oby.2012.127. Epub 2012 May 7. PMID: 22627912; PMCID: PMC3760199.
10. Ostendorf DM, Caldwell AE, Creasy SA, Pan Z, Lyden K, Bergouignan A, MacLean PS, Wyatt HR, Hill JO, Melanson EL, Catenacci VA. Physical Activity Energy Expenditure and Total Daily Energy Expenditure in Successful Weight Loss Maintainers. Obesity (Silver Spring). 2019 Mar;27(3):496–504. doi: 10.1002/oby.22373. PMID: 30801984; PMCID: PMC6392078.
11. Kevin D Hall, La complicada relación entre el gasto de energía en reposo y el mantenimiento del peso perdido, The American Journal of Clinical Nutrition , volumen 108, número 4, octubre de 2018, páginas 652–653, <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy259>
12. LaMunion SR, Blythe AL, Hibbing PR, Kaplan AS, Clendenin BJ, Crouter SE. Use of consumer monitors for estimating energy expenditure in youth. Appl Physiol

Nutr Metab. 2020 Feb;45(2):161-168. doi: 10.1139/apnm-2019-0129. Epub 2019 Jul 3. PMID: 31269409; PMCID: PMC7251475.

13. Muñoz A. Fisiología a grandes alturas [Internet]. Salamanca; 2017 [cited 2022 Jul 10]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6245301.pdf>

14. McClave SA, Omer E. Point-Counterpoint: Indirect Calorimetry Is not Necessary for Optimal Nutrition Therapy in Critical Illness. *Nutr Clin Pract*. 2021 Apr;36(2):268-274. doi: 10.1002/ncp.10657. Epub 2021 Mar 26. PMID: 33769598.

15. Santos-Martínez LE, Gómez-Tejada RA, Murillo-Jauregui CX, Hoyos-Paladines RA, Poyares-Jardim C v., Orozco-Levi M. Chronic exposure to altitude. Clinical characteristics and diagnosis. *Archivos de Cardiología de México*. 2021 Oct 1;91(4):500–7.

16. Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract*. 2007 Aug;22(4):377-88. doi: 10.1177/0115426507022004377. PMID: 17644692.

17. FAO/WHO/UNU Energy and protein requirements. WHO Tech. Rep. Ser 724. Gèneve: World Health organization. 1985

18. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. *J Am Diet Assoc*. 2006 Jun;106(6):881–903.

19. Aliasgharzadeh S, Mahdavi R, Asghari Jafarabadi M, Namazi N. Comparison of Indirect Calorimetry and Predictive Equations in Estimating Resting Metabolic Rate in Underweight Females. *Iran J Public Health*. 2015 Jun;44(6):822-9. PMID: 26258095; PMCID: PMC4524307.

20. Watson, AD, Zabriskie, HA, Witherbee, KE, Sulavik, A, Gieske, BT, and Kerksick, CM. Determining a resting metabolic rate prediction equation for collegiate female athletes. *J Strength Cond Res* 33(9): 2426–2432, 2019

21. Dahle JH, Ostendorf DM, Pan Z, MacLean PS, Bessesen DH, Heymsfield SB, Melanson EL, Catenacci VA. Weight and body composition changes affect resting energy expenditure predictive equations during a 12-month weight-loss intervention. *Obesity* (Silver Spring). 2021 Oct;29(10):1596-1605. doi: 10.1002/oby.23234. Epub 2021 Aug 25. PMID: 34431624.

22. Bendavid I, Lobo DN, Barazzoni R, Cederholm T, Coëffier M, Schueren Mdvd, Fontaine E, Hiesmayr M, Laviano A, Pichard C, Singer P, The centenary of the Harris-Benedict equation: How to assess energy requirements best? Recommendations from the ESPEN Expert Group, Clinical Nutrition, <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.11.012>.

23. Japur CC, Penaforte FRO, Chiarello PG, Monteiro JP, Vieira MNCM, Basile-Filho A. Harris-Benedict equation for critically ill patients: Are there differences with indirect calorimetry? *Journal of Critical Care*. 2009;24(4):628.e1-628.e5.