

Índice energía-proteína: relación con indicadores de la composición corporal en niños venezolanos

Betty M. Pérez, Maritza Landaeta-Jiménez

Resumen.

El índice energía-proteína (pliegue del tríceps transformado)/ log₁₀ circunferencia muscular del brazo), se ha propuesto como un indicador sensible para diagnosticar y clasificar los diferentes grados de malnutrición, semejante al peso para la talla, y las áreas grasa y muscular. En una muestra de 1577 sujetos entre 2 y 7 años, se obtuvieron los valores para este índice, se construyó la distribución percentilar por edad y sexo, se estudió el grado y tipo de asociación y, la concordancia entre los indicadores antes mencionados. Se emplearon estadísticas descriptivas, ANOVA, t de Student, prueba de Scheffé, coeficiente de correlación de Tau-b de Kendall y el estadístico Kappa. Los valores fueron más altos en las niñas y se encontró dependencia con la edad y el sexo. Las curvas de los percentiles del índice energía-proteína exhibieron un comportamiento decreciente en los varones y un patrón confuso en las niñas. El grado de acuerdo entre energía-proteína y peso para la talla resultó bajo y se asoció medianamente con el área grasa, en especial en el grupo masculino.

Palabras clave: Índice energía-proteína, composición corporal, preescolares, Venezuela.

Abstract.

Energy-protein index (E/P), the ratio between logarithmic transformation of tricipital skinfold and arm circumference, has been proposed as a tool for the diagnosis of malnutrition. The present study addresses to characterize the behaviour of this index, in a group of 1577 Venezuelan preeschoolers, aged 2 to 7 years of age. Through descriptive statistics, ANOVA, Student and Scheffé tests, mean values of E/P index were obtained. Percentile distributions were derived as well.. With the use of Tau-b of Kendall correlation coefficient, and Kappa statistical, the degree of association and concordance between the index and those of weight-for-height, muscle and fat arm areas were measured.. E/P values for each age were always higher in girls and a significant effect of age and sex confirmed. A down-wards slope was found among the boys, while the female group exhibited a confuse pattern. The degree of concordance was low when classifications of E/P and weight for height were compared.

Key words: Energy-protein, index, body composition, preeschoolers, Venezuela.

Introducción

La malnutrición bien por déficit o por exceso se refleja en las variaciones de la masa corporal y de los componentes que conforman el físico de los individuos. En el primer caso y en situaciones consideradas como extremas, se acompaña de una depleción del tejido magro, el cual está formado por la masa celular activa (músculo y víscera) y la proteína estructural o tejido de sostén, siendo la primera la que más se modifica en presencia de una reducción significativa de nutrientes. En situaciones de restricción calórica más leve, se observa una disminución variable del tejido graso (1).

El diagnóstico del sobrepeso o de la obesidad se complica por la dificultad para evaluar correctamente si el peso alto es producto de un exceso de tejido adiposo, o por el contrario se trata de un desarrollo o hidratación considerable de la masa libre de grasa.

Por esta razón, en algunas oportunidades, se ha cuestionado el uso y puntos de corte del indicador peso para la talla como estimador del estado nutricional, ya que las posibles discrepancias en los componentes del crecimiento lineal, pueden reflejar diferencias en la proporcionalidad de los distintos segmentos corporales; por ejemplo, la que se observa entre la longitud del tronco con respecto a las extremidades, la cual puede responder en algunas oportunidades, a la constitución genética del individuo. (2,3). Sin embargo, la apreciación del peso y la talla son de indiscutible utilidad en la valoración inicial y monitoreo tanto del estado nutricional, como en el despistaje de ciertas patologías.

El índice energía proteína se deriva de la razón que se obtiene a partir del pliegue del tríceps y el logaritmo de la circunferencia media del brazo; relaciona por lo tanto los dos tipos de tejido, el graso y la porción libre de grasa a la altura del brazo medio (4). El numerador representa la adiposidad, que refleja el componente energético, mientras que el denominador al ser indicativo de la masa muscular, proporciona la estimación del componente proteico.

Aún cuando, este indicador se ha empleado poco, los hallazgos de Amador et al (5) revelan correlaciones altas entre E/P y otros indicadores de adiposidad, tal como el porcentaje de grasa corporal y la razón masa grasa /masa magra, presentando al mismo tiempo, correlaciones bajas con el peso para la talla.

El índice energía proteína ha probado su efectividad en el diagnóstico de los diferentes grados de malnutrición tanto por déficit como por exceso (4,6), encontrándose que su capacidad discriminatoria se incrementa a medida que avanza la edad (7).

En este trabajo se analiza el índice Energía / proteína y su relación con indicadores de masa corporal total y de composición corporal, en un grupo de niños venezolanos.

Materiales y métodos

La muestra proviene de 1577 niños de uno y otro sexo entre 2 y 7 años (868 varones y 709 hembras), residentes en el Área Metropolitana de la gran Caracas, que forman parte de la base de datos sobre la calidad de vida del venezolano y de una muestra del mismo rango de edad de niños de estratos altos de Caracas (8,9).

Los individuos se midieron en ropa interior y descalzos, por dos antropometristas debidamente entrenados siguiendo las técnicas recomendadas por el Programa Biológico Internacional y el Centro Internacional de la Infancia (10).

Para cumplir con el objetivo propuesto en la investigación, se seleccionaron la circunferencia del brazo (CB) y el pliegue del tríceps (Ptr). Para apreciar la circunferencia de brazo se utilizó una cinta metálica flexible y para medir el pliegue del tríceps se empleó un calibrador marca Holtain, que ejerce una presión constante de 10 g/mm². Partiendo de estas variables se calcularon los siguientes indicadores antropométricos: índice energía / proteína (IEP) (4), área grasa (AG) y área muscular (AM) (11) de acuerdo con las fórmulas que a continuación se expresan:

IEP = Pliegue tricipital transformado (PTT)

log₁₀ circunferencia muscular del brazo (CMB)

$$AG = \frac{Ptr * CB}{2} - \frac{\pi * (Ptr)^2}{4} \quad AM = \frac{[CB - \pi * (Ptr)]^2}{4 * \pi}$$

Donde:

PTT = log₁₀ (Ptr con lectura en 0,1 mm - 18)

CMB = CB - 2Ptr (Circunferencia muscular del brazo)

Ptr: Pliegue tríceps expresado en cm

CB: circunferencia de brazo en cm

π : 3,1416

El comportamiento de las variables antropométricas originales y del IEP, se estudió a través de estadísticos descriptivos simples y se calcularon para este último los percentiles 3,10,25,50,75,90,97 por edad y sexo.

Para clasificar los valores del AG y AM, se tomaron como *bajos* a los sujetos que presentaron valores <p10; *promedios* a los comprendidos entre los

percentiles 10 y 90 y *altos* a los >p90 de los valores de referencia nacional (12). En el caso del IEP, tales categorías corresponden a *bajo peso, normo peso y sobre peso* (13).

La influencia de la edad y el sexo sobre el IEP fue estudiada con una prueba de ANOVA, mientras que el dimorfismo sexual se analizó con una t de Student para muestras independientes y, las diferencias por edades con el test de Scheffé.

El nivel de asociación entre los valores clasificados por el IEP y los correspondientes a P/T, AG y AM se midió con el coeficiente de correlación por rangos Tau-b de Kendall (τb), y la concordancia por el estadístico Kappa con un nivel de significación del 5% para todas las pruebas. Se utilizó el programa SPSS versión 7.5.

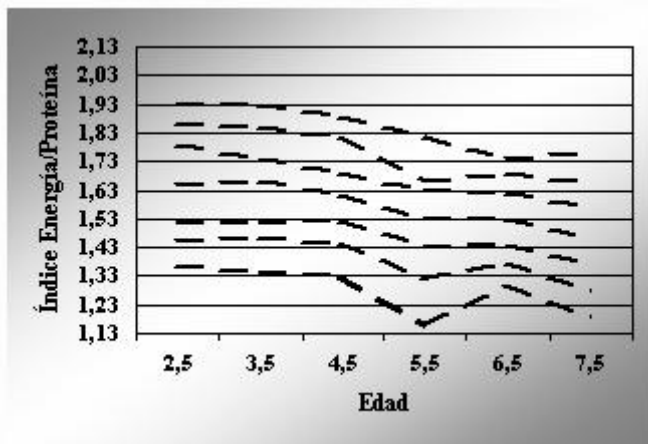
Resultados

La estadística descriptiva media, desviación estándar y coeficiente de variación, se presenta en el **Cuadro 1** para varones y hembras respectivamente. Los valores medios de la circunferencia del brazo y del área muscular se incrementaron progresivamente con la edad en uno y otro sexo. Por su parte el pliegue de tríceps y el área grasa mostraron un comportamiento irregular, acompañándose en ambos casos de la más alta dispersión. En los varones el valor medio del IEP disminuyó progresivamente con la edad, mientras que en las hembras, el patrón experimentó un comportamiento irregular con una dispersión relativamente baja (0.08-0.12).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables e indicadores antropométricos por edad y sexo.

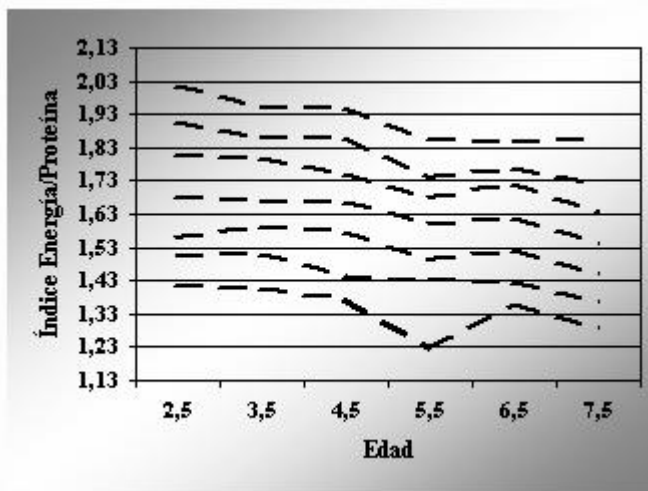
En las **Figuras 1 y 2** se muestran los valores y la distribución por percentiles del índice energía / proteína, los cuales resultaron ligeramente mayores en hembras que en varones, en todas las edades estudiadas. En el percentil 50, se detectó un incremento de los valores a los tres años en el sexo masculino, el cual se manifestó mas temprano en las niñas, característica que estuvo presente en los percentiles extremos de uno y otro sexo en las edades indicadas.

Figura 1: Percentiles del Índice Energía Proteína en varones.



También se observa la brusca caída de los valores a los 5,5 años que precede a la elevación de los mismos a los 6,5 años, fenómeno que se conoce como *nadir*. En el índice se observó un descenso de la mediana a partir de los tres años en los varones, mientras que, en las niñas este comportamiento es consistente para casi todas las edades. **(Cuadros 2 y 3).**

Figura 2: Percentiles del Índice Energía Proteína en hembras.



El IEP no es independiente de la edad y el sexo ($p < 0.05$). Las diferencias por edad se encontraron a los dos, tres y cuatro años con los cinco, seis y siete años en uno y otro sexo; con excepción de las niñas de seis años; las cuales sólo mostraron diferencias con las de dos años.

Las medianas del IEP fueron significativamente más altas en las hembras que en los varones en todas las edades consideradas, con excepción de los tres años. Por otra parte, la mayor diferencia se encontró a los seis años ([Figura 3](#)).

Cuadro 2. Percentil del Índice Energía Proteína en varones.

Edad	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
2,5	1.3683	1.4526	1.5153	1.6488	1.7901	1.8654	1.9245
3,5	1.3413	1.4268	1.5131	1.6583	1.7363	1.8481	1.9239
4,5	1.3307	1.4458	1.5230	1.6158	1.6916	1.8144	1.8858
5,5	1.1587	1.3160	1.4294	1.5298	1.6245	1.6638	1.8139
6,5	1.2984	1.3737	1.4406	1.5269	1.6195	1.6871	1.7407
7,5	1.1830	1.2789	1.3723	1.4619	1.5686	1.6552	1.7614

Cuadro 3. Percentil del Índice Energía Proteína en las hembras.

Edad	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
2,5	1.4191	1.5022	1.5575	1.6838	1.8078	1.9053	2.0140
3,5	1.4092	1.5085	1.5955	1.6687	1.8015	1.8618	1.9490
4,5	1.3750	1.4431	1.5783	1.6650	1.7484	1.8566	1.9471
5,5	1.2260	1.4316	1.4941	1.6002	1.6756	1.7376	1.8555
6,5	1.3571	1.4253	1.5239	1.6192	1.7207	1.7697	1.8478
7,5	1.2889	1.3657	1.4484	1.5411	1.6381	1.7216	1.8527

En el [Cuadro 4](#), las mayores coincidencias del índice energía / proteína se presentaron con el área grasa en todas las categorías de clasificación y las mas bajas con el área muscular. Por ejemplo, de los individuos clasificados como "bajo-peso" por el IEP, 55,6% fueron clasificados con grasa baja por el área grasa; mientras que, para la misma categoría del IEP fueron clasificados con AM y PT bajo 1,3% y 22,9% respectivamente.

Figura 3. Dimorfismo sexual del Índice Energía Proteína.

Cuadro 4. Porcentaje de acuerdo del Índice Energía Proteína con Peso-Talla Area Grasa y Area Muscular y según categorías.

IEP-PT

Peso para la talla	Índice Energía-Proteína		
	Bajopeso	Normopeso	Sobrepeso
Bajo	22,9	13,4	10,5
Normal	69,9	73,3	61,8
Alto	7,2	13,3	27,6

IEP-AG

Área grasa	Índice Energía-Proteína		
	Bajopeso	Normopeso	Sobrepeso
Baja	55,6	5,1	0,0
Normal	44,4	88,1	52,6
Alta	0,0	6,8	47,4

IEP-AM

Área Muscular	Índice Energía-Proteína		
	Bajopeso	Normopeso	Sobrepeso
Baja	1,3	7,6	34,9
Normal	82,7	83,6	54,6
Alta	16,3	8,7	10,5

El análisis confirmatorio mostró que los valores del IEP estuvieron medianamente relacionados con los del área grasa, especialmente a los siete años en los varones y a los cinco en las niñas. En contraste, se presentó una relación inversa entre los valores del IEP y el AM. Es decir un IEP alto (*sobrepeso*) correspondió a individuos con baja muscularidad y viceversa. El indicador peso para la talla presentó un comportamiento independiente del índice energía/proteína, con excepción de los dos y siete años en los dos sexos. Este resultado fue corroborado por el estadístico Kappa, donde el grado de acuerdo entre ellos fue bajo (-0.003; 0.113) ([Cuadro 5](#)).

Cuadro 5. Correlaciones por rangos y medidas de acuerdo, entre los valores del Índice Energía Proteína con Area Grasa, Area Muscular y Peso-Talla.

Edad		Varones			Hembras		
		AG	AM	P_T	AG	AM	P_T
2	τ	0,477*	-0,353	0,210*	0,533*	-0,427*	0,259*
	κ	0,343*	-0,008	0,054	0,415*	0,056	0,146
3	τ	0,345*	-0,464*	0,047	0,357*	-0,438*	0,062
	κ	0,222*	0,018	0,060	0,230*	-0,028	0,041
4	τ	0,545*	-0,297*	0,053	0,413*	-0,468*	0,121
	κ	0,460*	-0,033	0,093	0,285*	0,055	-0,003
5	τ	0,590*	-0,263*	0,086	0,604*	-0,148	0,075
	κ	0,525*	0,025	0,113	0,533*	-0,032	0,057
6	τ	0,557*	-0,194*	0,052	0,513*	-0,254*	0,107
	κ	0,452*	-0,072	-0,035	0,387*	-0,069	-0,021
7	τ	0,662*	0,134*	0,415*	0,474*	-0,015	0,250*
	κ	0,576*	0,076	0,319*	-	-	-

*Significación estadística al 5%; -: No se pudo calcular Kappa

t: Coeficiente de correlación por rangos tau-b de Kendall

k: Estadístico Kappa

Discusión

El índice energía/proteína se ha aplicado exhaustivamente en la población cubana en todas las edades, desde lactantes hasta adultos jóvenes (14,15) y ha servido para el diagnóstico y la clasificación de diferentes grados de malnutrición (4,7).

Es un indicador que presenta coeficientes de correlación altamente significativos con los pliegues de grasa especialmente con el subescapular. Su asociación con la talla es negativa y ha mostrado buena sensibilidad como indicador de seguimiento en programas de reducción del peso corporal (16).

El IEP en este estudio, presentó correlaciones medianamente significativas con el área grasa. Por el contrario, la asociación con el área muscular fue inversa. Igualmente tuvo un comportamiento independiente del peso para la talla. El índice energía proteína en estas edades y con esta muestra, no fue apropiado para evaluar el estado nutricional de una manera integral, debido a su baja correlación con el componente muscular y la masa corporal total. Sin embargo, se ha recomendado en la evaluación del estado nutricional solo o en conjunto con otros indicadores de composición corporal sin embargo, se ha recomendado en la evaluación del estado nutricional, en especial cuando se trata del componente adiposo (4,15).

El dimorfismo sexual para el índice EP se estableció desde las primeras edades a favor del sexo femenino y refleja de esta manera, las diferencias en la composición corporal. Esta característica parece estar presente desde muy temprana edad (7).

Esta variabilidad entre los sexos también fue reportada en preescolares y adolescentes (4,15) y se manifestó en especial en los varones, por una dispersión menor al final de la adolescencia, es decir, menor variación en la composición corporal en la etapa post-puberal. Según estos autores, al índice energía / proteína se le puede otorgar la cualidad de reflejar las variaciones en la composición corporal, y su utilidad para evaluar el estado nutricional en cualquiera de las etapas del crecimiento. Comportamiento que no se observa en este estudio, debido a la correlación inversa del índice con el componente muscular y mediana y baja correlación con el componente grasa y la masa corporal total.

El comportamiento post-puberal es semejante al descrito para otros indicadores de grasa tales como los pliegues y el área grasa (5,17). Por esta razón, para el IEP se recomienda utilizar valores separados por sexo.

En este estudio se observó un incremento de los valores del índice entre los tres y cuatro años y una elevación a los 5,5 años. Otros indicadores de masa corporal global y de composición corporal muestran así mismo este comportamiento. En el índice de masa corporal, se conoce como el "rebote adiposo" que según algunos investigadores, su aparición temprana se asocia con la mayor propensión a la obesidad en edades adultas (18).

Las niñas venezolanas presentaron un índice energía/proteína más bajo que las niñas cubanas, mientras que, ambas muestras de varones fueron semejantes hasta los tres años, posterior a esta edad, los valores se igualan. (15, 13). Sin embargo, la dispersión entre los percentiles extremos de la distribución fue mayor en los valores venezolanos. Por esta razón, sería necesario conocer la concordancia entre ambas poblaciones del IEP con el peso-talla, área-muscular y área-grasa, para determinar específicamente las causas de estas diferencias.

El IEP fue independiente del peso para la talla, característica que lo identifica como un buen indicador del tejido adiposo, semejante al área grasa y a los pliegues de grasa. Sin embargo, su baja correlación con el área muscular y el indicador de masa corporal total limita su uso en estas edades para caracterizar el estado nutricional integral. Otros estudios han señalado la pertinencia del índice EP para identificar la malnutrición por exceso en las distintas etapas de la vida. Sería aconsejable en estudios futuros investigar la concordancia en cuanto a sensibilidad y especificidad del índice EP con área grasa, lo cual confirmaría la utilidad del índice para evaluar la malnutrición por exceso.

Agradecimiento

Agradecemos a la Lic. Zhandra Flores su colaboración por el tratamiento estadístico de los datos.

Referencias

1. López de Blanco M, Hernández Valera Y, Landaeta-Jiménez M, Henríquez Pérez G. Evaluación del crecimiento infantil. En: Nutrición y alimentación del niño en los primeros años de vida. Ed A O' Donell, J M Bengoa, B Torún, B Caballero, E Lara Pantin y M Peña. Washington: Paltex. OPS/OMS 1997:163-226 [[Links](#)]
2. Rodríguez C, Sánchez Ramírez G, García More E, Wong Ordoñez I. Índice peso-talla. Evaluador nutricional. Rev Cub Ped 1982;54:77-87. [[Links](#)]
3. Trowbridge F, Marks JS, López de Romana G, Madrid S, Boutton T, Klein P D. Body composition of peruvian children with short stature and high weight-for-height. Implications for the interpretation for weight-for-height as an indicator of nutritional status. Am J Clin Nutr 1987; 46:411-418. [[Links](#)]

4. Amador M, Bacallao J, Hermelo M, Fernández Regalado R, Tolón C. Índice energía / proteína: su utilidad en el diagnóstico de distintas formas de mala nutrición. Rev Cub Med Trop 1976; 28: 127-132. [[Links](#)]
5. Amador M, González ME y Hermelo M. Energy/protein index: its usefulness in assessing obesity Anthropol 1981; 25: 3-16. [[Links](#)]
6. Amador M, Fleitas O y Bacallao J. Utilidad del índice energía-proteína en la evaluación de la eficiencia del tratamiento reductor en el niño obeso. Rev Cub Aliment Nutr 1987;1 (1):71-78. [[Links](#)]
7. Azuaje A, Henríquez G, Rached I. Effectiveness of the index protein-energy in the diagnosis of the nutritional status. Acta Med Auxol 2001;33:159-165. [[Links](#)]
8. Fundacredesa. Indicadores de Condiciones de Vida. 1994-1995. Resumen Nacional y Area Metropolitana de Caracas. Ministerio de la Secretaría de la Presidencia de la República. Caracas 1996. [[Links](#)]
9. Ortega de Mancera A, Pérez B, Landaeta-Jiménez M, Ledezma T. La relación cintura/muslo en varones de estratos altos de Caracas. En: Investigaciones en Biodiversidad Humana. Tito Varela (Editor) Universidad de Santiago de Compostela.2000: 919-926. [[Links](#)]
10. Weiner JS, Lourie J A. Human Biology: A guide to field methods In: J.M. Tanner, Hiernaux J and Jarman S (eds). Growth and Physique. Blackwell Scientific Publications: Oxford, 1969 [[Links](#)]
11. Gurney M, Jelliffe D. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. Am J Clin Nutr 1973; 26: 912-915. [[Links](#)]
12. Landaeta-Jiménez M, López-Blanco M, Méndez Castellano H. Arm muscle and arm fat areas: Reference values for children and adolescents. Project Venezuela. Auxology 94'. Humanbiol. Budapest 1994; 25; 555-562. [[Links](#)]
13. Amador M, Bacallao J, Flores P. Índice energía / proteína: nueva validación de su aplicabilidad en evaluación nutricional. Rev Cub Med Trop 1980; 32:11-24 [[Links](#)]
14. Valle A, Amador M. Índice energía / proteína en lactantes. Rev Cub Ped 1981, 53 (3): 209-219. [[Links](#)]

15. Amador M, Canetti S, Córdova L. Índices antropométricos para la evaluación nutricional: valores en niños sanos de cinco años de edad. Rev Cub Ped 1983; 55:47-55. [[Links](#)]

16. Amador M, Ramos L, Moroño M, Hermelo M. Growth rate reduction during energy restriction in obese adolescents Exp. Clin. Endocrinol 1990; 96: 73-82. [[Links](#)]

- López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Espinoza I, Tomei C. Crecimiento físico y maduración.. En: Estudio Nacional de crecimiento y desarrollo de la República de Venezuela. Tomo 2.1996: 407-619. [[Links](#)]
- Rolland-Cachera M.F, Deheeger M, Guilloud-Bataille M. Tracking the development of adiposity from one month of age to adulthood Ann Hum Biol 1987; 14:219-229.