

Valoración nutricional de adolescentes venezolanos por el índice energía-proteína y otros indicadores de composición corporal

Xiomarys Marcano¹ , Betty Méndez-Pérez² .

Resumen: El objetivo de este estudio es evaluar el estado nutricional antropométrico utilizando el índice energía-proteína en un grupo de adolescentes venezolanos escolarizados y comparar los hallazgos con otros indicadores de evaluación nutricional antropométrica. Se realizó un estudio de tipo transversal, descriptivo-exploratorio, en el cual se evaluaron 601 adolescentes de 9 a 17 años, de escuelas públicas de los estados Apure, Mérida y Miranda. Se evaluaron las variables peso, talla, circunferencia del brazo, pliegue del tríceps y se calcularon los índices: índice energía-proteína (IEP), área grasa (AG), área muscular (AM), índice de masa corporal (IMC). Se realizó el análisis descriptivo simple de las variables antropométricas primarias y combinadas, y análisis de la dispersión diagrama de cajas (Box Plot). Se calcularon estadísticas descriptivas y percentiles y se realizó un análisis descriptivo bivalente, análisis de independencia, sensibilidad y especificidad, Kappa y Coeficiente de correlación por rangos Tau-b de Kendall. Los resultados de la investigación muestran que el índice energía-proteína (IEP), es un indicador que permite el diagnóstico del estado nutricional antropométrico en sus distintas categorías. Asimismo, el índice energía-proteína (IEP), combinado con otros indicadores de la composición corporal tales como área grasa (AG) y, área muscular, permite identificar el déficit y/o exceso del estado nutricional de los individuos. *An Venez Nutr 2025; 38(1): 11-22.*

Palabras clave: Evaluación nutricional, antropometría, adolescentes, índice energía-proteína, Venezuela.

Nutritional assessment of Venezuelan adolescents based on the energy-protein ratio and other body composition indicators

Abstract: The objective of this study was to evaluate the anthropometric nutritional status using the energy-protein ratio in a group of Venezuelan school-aged adolescents and compare the findings with other anthropometric nutritional assessment indicators. A cross-sectional, descriptive-exploratory study was conducted, in which 601 adolescents aged 9 to 17 years from public schools in the states of Apure, Mérida, and Miranda were evaluated. The variables assessed were weight, height, arm circumference, and triceps skinfold thickness, and the following indices were calculated: energy-protein ratio (EPI), fat area (FA), muscle area (MA), and body mass index (BMI). A simple descriptive analysis of the primary and combined anthropometric variables was performed, as well as a box plot analysis. Descriptive statistics and percentiles were calculated, and a bivariate descriptive analysis, analysis of independence, sensitivity and specificity, Kappa, and Kendall's Tau-b rank correlation coefficient were performed. The research results show that the energy-protein ratio (EPR) is an indicator that allows for the diagnosis of anthropometric nutritional status in its various categories. Furthermore, the energy-protein index (EPI), combined with other body composition indicators such as fat area (FA) and muscle area, allows for the identification of deficiencies and/or excesses in an individual's nutritional status. *An Venez Nutr 2025; 38(1): 11-22.*

Keywords: Nutritional assessment, anthropometry, adolescents, energy-protein ratio, Venezuela.

Introducción

La antropometría es una herramienta de primera importancia en el momento de acometer una evaluación nutricional de tipo individual, o en grupos de

poblaciones. Sin embargo, una revisión de la literatura a propósito del tema da a conocer que el índice de masa corporal (IMC) es el más utilizado en investigaciones y práctica clínica para la definición del estado nutricional para el diagnóstico del sobrepeso y obesidad.

Dentro de este contexto, Amador *et al* (1), plantean utilizar el Índice energía proteína, como alternativa en el diagnóstico nutricional, fundamentándose en

¹Fundación Bengoa. Correspondencia: Xiomarys Marcano, xiomarysm@gmail.com

los hallazgos de las investigaciones de Gurney y Jelliffe (2), quienes apoyados en los resultados de sus investigaciones, propusieron este indicador para evaluar el estado nutricional, el cual por varias investigaciones han comprobado la utilidad del índice (3-5), debido a su sencillez, ya que utiliza dos medidas antropométricas, la circunferencia de brazo y el pliegue del tríceps; con ellas se puede evaluar el estado nutricional de los niños en sus diferentes categorías. (6-8).

Aun cuando, este indicador no ha sido explorado en gran medida, los estudios pioneros realizados por Amador *et al* (1), revelan correlaciones altas con otros indicadores de adiposidad, tales como el porcentaje de grasa corporal y la razón masa grasa/masa magra, pero al mismo tiempo, como elemento de su fortaleza, se ha encontrado que presenta correlaciones bajas con el peso para la talla. (1,3,4,8).

En Venezuela el índice energía proteína ha sido utilizado para la evaluación nutricional, concordancia y asociación con áreas grasa y muscular en niños preescolares y escolares por Méndez y Jiménez en 2002 (9). En preescolares de estratos socioeconómicos bajos Sánchez *et al* analizó la validez del índice para diagnosticar la malnutrición por exceso (10). Henríquez *et al.*, 2009 (11), generó la distribución percentilar, identificando el dimorfismo sexual desde edades temprana, concluyendo sobre la importancia del IEP en edades pediátricas.

Para la evaluación antropométrica nutricional desde la perspectiva de antropología física es importante la concurrencia en el análisis de varios indicadores que contribuyan a una aproximación de la realidad nutricional (12).

En este sentido, se enfatiza la importancia de evaluar, diagnosticar y vigilar el estado nutricional de un grupo de adolescentes venezolanos a través del índice energía proteína, con la finalidad de generar recomendaciones adecuadas en relación con el estado nutricional antropométrico.

El objetivo principal de este estudio es evaluar el estado nutricional antropométrico utilizando el índice energía proteína en un grupo de adolescentes venezolanos entre 9 y 17 años, que asisten a Escuelas Públicas de los Estados Mérida, Miranda y Apure y las posibles asociaciones o diferencias con otros indicadores de la composición corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS:

En poblaciones como la nuestra donde coexisten los distintos tipos y grados de malnutrición, es importante

explorar la utilidad de metodologías alternas que puedan valorar la condición nutricional. En este sentido, las variables antropométricas simples o combinadas, permiten estimar los cambios que están presentes durante el crecimiento y desarrollo, y en general, en el transcurso de la ontogenia (5-7). La investigación que se plantea es un estudio de tipo descriptivo-exploratorio.

La población en estudio procede de dos proyectos multicéntricos: 1) “Condición Nutricional y Biodiversidad de la Poblaciones Humanas”, realizado entre los años 2005 y 2007; donde participaron la Unidad de Bioantropología, Actividad Física y Salud de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y el Departamento de Zoología y Antropología Física/ Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid España. 2) “Factores condicionantes de la malnutrición e inseguridad alimentaria en comunidades rurales del municipio Biruaca y Pedro Camejo del Estado Apure”. (PGN°-05-8113-2011) entre 2012 y 2015. Ambos proyectos fueron financiados por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV.

La muestra fue seleccionada mediante un muestreo opinático intencional sobre la base de la información suministrada por la Directiva de la Zona Educativa del Estado Miranda, de Fe y Alegría del Estado Mérida y de la Zona Educativa del Estado Apure; instituciones que mostraron interés por conocer el estado nutricional de los adolescentes de esas comunidades. La muestra estuvo conformada por (n= 601) adolescentes con edades comprendidas entre 9 a 17 años, que asistían a seis colegios públicos de los estados Apure (n=169) Mérida (n=251) y Miranda (n=181) durante los años 2005-2007 y 2012-2015.

Los criterios de inclusión considerados fueron los siguientes: estudiantes y adolescentes de los colegios públicos, de acuerdo con el criterio del rango de edad de la Organización Mundial de la Salud (7,8). Se excluyeron participantes con patologías crónicas previamente diagnosticadas o condiciones genéticas.

Se solicitó a los padres, representantes o responsables de las instituciones (directoras y maestras) de los adolescentes, la autorización para tomar las mediciones antropométricas. Los padres y representantes firmaron el consentimiento informado, autorizando la participación de los integrantes de la muestra (9).

Los lineamientos seguidos para la recolección de los datos antropométricos se ajustaron al perfil propuesto por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, en cuanto a la localización y

marcación de los puntos antropométricos, así como también, en lo relativo al error técnico de medición. Los individuos se midieron en ropa interior y descalzos, siguiendo las normas antes señaladas (10).

La evaluación antropométrica la llevó a cabo un grupo de antropometristas certificados por la Asociación Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK (10). Se estableció el control de calidad de los datos duplicando o triplicando en algunos casos, los valores en determinadas variables. Para realizar las mediciones durante este proceso, se estableció un circuito denominado “TROIKA” (Antropometrista-Sujeto-Anotador) (11).

Evaluación nutricional antropométrica

La evaluación antropométrica del estado nutricional se realizó con las medidas de dimensiones corporales, peso y talla y de compartimientos corporales tales como la masa magra y la masa grasa, que se estimaron a partir de los pliegues de tejido adiposo y las circunferencias corporales. Se utilizaron los indicadores talla -edad, IMC-edad, circunferencia de brazo-edad, pliegue de tríceps-edad, área muscular-edad y área grasa-edad (12, 8) y el índice energía proteína (IEP) según la fórmula:

$$IEP = \frac{PTT}{\log_{10}(CMB)} = \frac{\log_{10}(Ptr - 18)}{\log_{10}(CB - Ptr)}$$

Los puntos de corte del IEP para analizar el estado nutricional son los siguientes:

- bajo peso,
- normo peso,
- sobrepeso. (1,13,14).

Para calcular el área grasa y área muscular se utilizan las expresiones matemáticas desarrolladas por Gurney y Jelliffe (1973) (2) y validadas por Frisancho (1981) (11):

$$\text{Área grasa: } AG = \frac{Ptr(CB)}{2} - \frac{\pi(Ptr)^2}{4}$$

$$\text{Área muscular: } AM = \frac{[CB - \pi(Ptr)]^2}{4\pi}$$

Para los indicadores área grasa y área muscular se utilizan los puntos de corte de la referencia nacional (ENCDH), Méndez Castellano *et al* 1996, los cuales establecen las siguientes categorías:

Puntos de corte para el área grasa
< p10 bajas reservas calóricas
≥ p10 – ≤ p90 adecuadas reservas calóricas
> p90 altas reservas calóricas

Puntos de corte para el área muscular
< p10 bajas reservas proteicas
≥ p10 – ≤ p90 adecuadas reservas proteicas
> p90 altas reservas proteicas

Índice de masa corporal o Índice de Quetelet

$$IMC = \frac{P}{T^2}$$

Donde:

P: Peso (gr)

T: Talla (cm)

	Puntos de corte del IMC
Déficit	≤ 18.5
Normal	≥ 18.5 a ≤ 24.5
Exceso	≥ 25.0 a ≤ 29.9

Análisis y tratamiento estadístico

Se realizó un análisis descriptivo simple, se calcularon los estadísticos descriptivos de las variables antropométricas primarias: peso, talla, circunferencia de brazo y pliegue del tríceps y, de las variables compuestas: índice energía proteína, área grasa, área muscular e índice de masa corporal. Esto se complementó con el análisis de la dispersión de las variables utilizando un diagrama de cajas (BoxPlot). Para el índice energía proteína se calcularon, además, los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90.

También se realizó un análisis descriptivo bivalente, en el cual se aplicaron los contrastes de hipótesis no paramétricas: independencia, sensibilidad y especificidad, Kappa y Coeficiente de Correlación por Rangos Tau-b de Kendall. En general, todo el análisis de las variables se hizo por categorías según edad y sexo. El tratamiento informático de los datos se llevó a cabo utilizando el paquete SPSS para Windows SPSS -Versión 19.0 (15).

El contraste de independencia se empleó para estudiar la posible existencia o no de asociación del índice energía proteína con los otros indicadores, con un nivel de significación de 0.05. El análisis de sensibilidad y especificidad como prueba, discrimina entre los sanos y los verdaderamente enfermos. En el desarrollo del análisis, se examinó la concordancia entre las variables derivadas para conocer hasta qué punto dichas variables, coinciden en su medición, empleándose el estadístico Kappa con un nivel de significación del 5% para todas las pruebas.

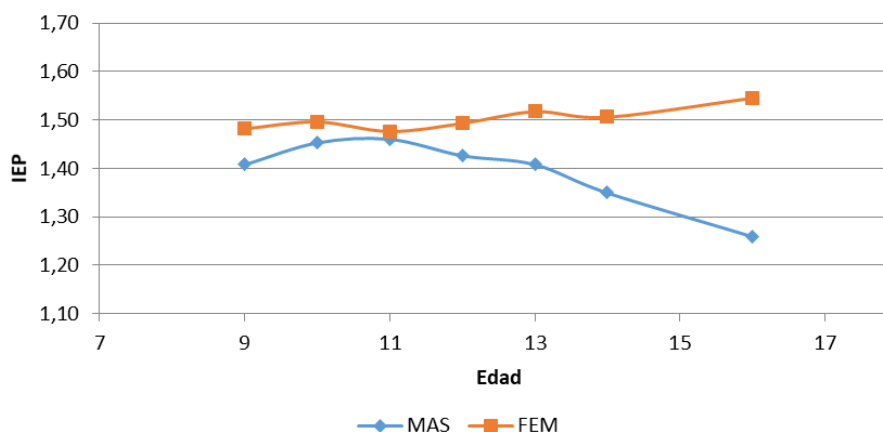
RESULTADOS

La muestra de adolescentes (n=601) se distribuyó por sexo 48,8% masculino y 51,2% sexo femenino y el mayor número de individuos se concentraron a los 11 y 12 años, con un porcentaje de 25,6 % y 26,6% respectivamente. La estadística descriptiva referida a la media y desviación estándar de la muestra se presenta en el cuadro 1 y figura 1. El pliegue de tríceps en el sexo masculino evidenció un comportamiento irregular con disminución de sus valores medios a partir de los 14 años. En contraposición, el grupo femenino mostró un incremento sostenido en todas

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las variables antropométricas de los adolescentes por sexo y edad

Sexo	Variables	Edad						
		9 años X±DE N=23	10 años X±DE N=27	11 años X±DE N=67	12 años X±DE N=87	13 años X±DE N=42	14 años X±DE N=23	15-17 años X±DE N=24
Masculino	P	29,33	37,09	38,32	40,36	46,07	50,90	55,42
		9,34	10,56	9,88	9,40	9,39	10,37	8,96
	T	130,43	138,33	144,13	149,23	153,46	159,63	166,47
		5,90	5,76	7,60	9,40	5,80	10,28	6,82
	PT	9,59	12,76	12	10,69	11,49	9,7	8,04
		5,55	6,38	5,13	4,65	5,44	3,91	3,00
	CB	196,13	224,22	218,15	215,44	235,67	240,70	251,00
		37,59	40,62	36,40	33,34	29,69	28,24	28,08
	AG	937,70	1387,68	1257,21	1105,59	1282,15	1118,25	970,11
		772,11	884,43	726,29	655,57	725,20	559,11	34,29
Femenino	AM	2230,94	2739,53	2633,67	2675,26	3205,95	3552,71	4103,47
		648,44	711,24	713,70	738,01	688,18	709,86	935,3
	IEP	1,41	1,45	1,46	1,43	1,41	1,35	1,26
		0,12	0,14	0,12	0,11	0,13	0,10	0,11
	P	26,95	35,85	37,82	42,92	47,14	45,77	52,25
		5,78	8,96	7,3	7,52	8,51	6,51	7,33
	T	130,44	138,58	145,92	151,34	155,29	154,92	156,09
		7,60	7,64	7,98	8,14	4,81	4,91	4,56
	PT	9,65	12,11	11,67	13,19	14,97	14,04	16,95
		2,95	3,65	3,65	4,66	5,14	4,02	3,97
	CB	183,29	215,48	215,20	226,41	238,44	235,85	252,95
		21,66	32,48	27,42	26,02	30,63	25,66	18,50
	AG	828,66	1223,98	1169,66	1387,59	1649,90	1526,38	1925,90
		336,29	534,97	457,39	617,54	731,01	542,70	522,95
	AM	1880,02	2552,87	2574,47	2745,12	2947,82	2948,36	3191,63
		379,24	723,98	647,83	497,49	622,53	553,92	487,06
	IEP	1,48	1,50	1,48	1,49	1,52	1,51	1,55
		0,09	0,08	0,10	0,10	0,09	0,07	0,07

Fuente: Elaboración propia. Estadísticos; Media (desviación estándar). P= Peso (gr), T= Talla (cm), CB= Circunferencia de Brazo (cm), PT= Pliegue Tríceps (mm), AG=Área grasa (mm), Área muscular (mm), IEP= Índice energía-proteína (mm).



Fuente: Elaboración propia. MAS=Masculino, FEM= Femenino.

Figura 1. Dimorfismo sexual del Índice energía proteína por edad

las edades, con ligeras disminuciones a los 11 y 14 años. Los valores promedios de la circunferencia de brazo (CB) se incrementaron progresivamente con la edad en uno y otro sexo y en general, los adolescentes presentaron valores más altos que las adolescentes a excepción en la edad de 11 años. (Cuadro 1 y Figura 1).

Los valores medios del área grasa (AG) en las adolescentes aumentaron con la edad, mientras que en los adolescentes los promedios disminuyeron. De forma similar, los valores promedios del área muscular (AM) aumentaron con la edad en uno y otro sexo, con la excepción de un ligero descenso en el grupo masculino a las edades 11-13 años.

El promedio del índice energía proteína (IEP) en los adolescentes se incrementó con la edad en los tres primeros grupos de edad; sin embargo, a partir de los 12 años, sus valores experimentaron una disminución. Con respecto a las adolescentes, el patrón mostrado es bastante regular y experimenta un aumento significativo en las tres últimas edades. Es justamente en estas edades, cuando se presenta un marcado dimorfismo sexual a favor del grupo femenino (Figura 1).

En los diagramas de cajas (BoxPlot) se presentó el comportamiento de las cuatro variables, observándose la mayor dispersión en AG y el IMC, así como también, fue mayor el número de valores extremos. En el IEP se observó menor dispersión y una tendencia de la media en las adolescentes aumentar con la edad, mientras que, en los adolescentes los valores medios disminuyen con la edad (Figura 2).

La distribución de percentiles del IEP, la mediana (p.50) en los adolescentes presentó un comportamiento decreciente desde 1,50 a 1,25; mientras que, en las adolescentes la tendencia fue al incremento con la edad desde 1,47 a 1,56. En los demás percentiles en general, se observó una tendencia decreciente en los adolescentes, a excepción de los percentiles 3 y 10 a los 9 a 11 años; por el contrario, las adolescentes presentaron una tendencia al incremento de los valores en todos los percentiles y en todas las edades (Figuras 3 y 4).

En la evaluación nutricional por los indicadores antropométricos, se observó que en el AG el 3,8% presentó reservas calóricas bajas y 12,7% altas reservas calóricas. Mientras que, en el AM 7,5% presentó reservas musculares bajas, y 15,3% altas reservas musculares y, con respecto al IEP, 7,5% clasificó con bajo peso y 3,7% con sobrepeso (Cuadro 2).

El IEP fue el indicador que identificó el porcentaje más alto de déficit (17,5%) y el porcentaje más bajo de exceso (3,7%), mientras que, el área muscular identificó el porcentaje más alto de exceso (15,3%), seguido por el área grasa (12,7%). El área grasa fue el indicador que diagnosticó el menor porcentaje de déficit (3,8%) (Cuadro 2, Figura 5).

Por el IEP el bajo peso fue mayor en las adolescentes 11,5 % (n=69) que en los adolescentes 6,6% (n=36). Mientras que, en el sobrepeso el porcentaje más alto se presentó en los adolescentes 3,3% vs 0,3% en las adolescentes. El déficit en los dos sexos fue ligeramente mayor a los 12 y 13 años. (Cuadros 3 y 4).

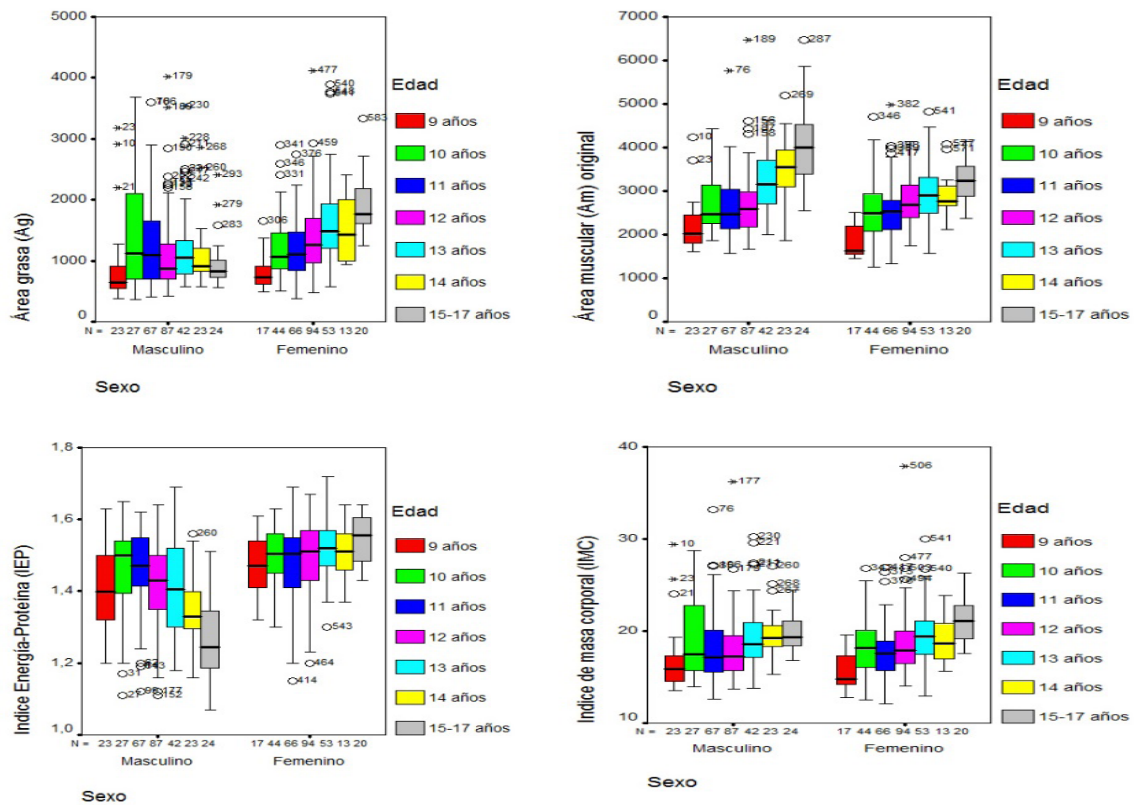


Figura 2. Distribución de las variables antropométricas y del IEP por sexo y edad de los adolescentes

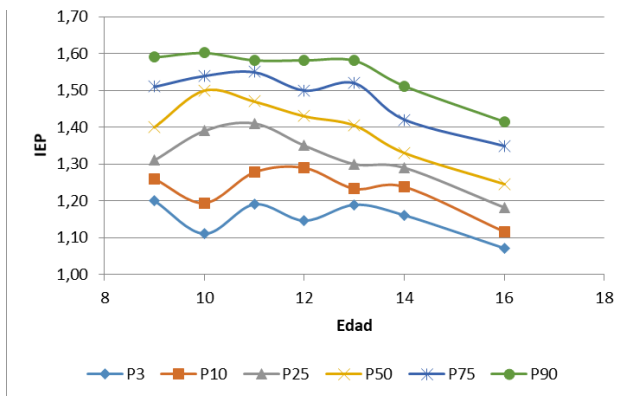


Figura 3. Percentiles del Índice energía proteína (IEP) en los adolescentes por edad

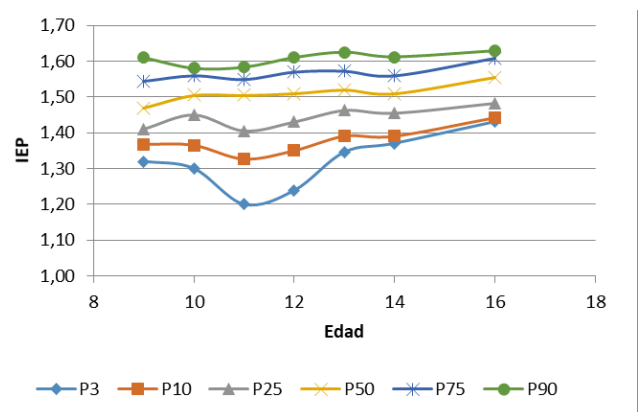


Figura 4. Percentiles del Índice energía proteína (IEP) en las adolescentes por edad

Cuadro 2. Distribución de la clasificación del estado nutricional según indicadores

Niveles- reservas	Bajas %	Adecuadas %	Altas %
Área grasa (AG)	3,8	83,5	12,7
Área muscular (AM)	7,5	77,2	15,3
IEP (IEP)	17,5	78,8	3,7

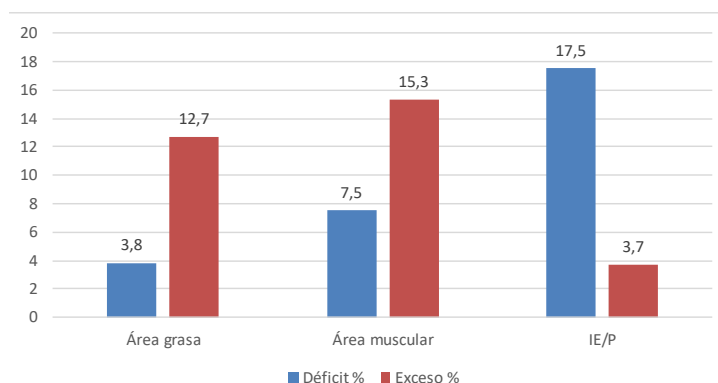


Figura 5. Porcentajes de déficit y exceso por área grasa, área muscular y el índice energía proteína en la muestra total

Cuadro 3. Distribución de la clasificación del Índice Energía Proteína por sexo

Diagnóstico IEP	Masculino		Femenino		Total
	n	%	n	%	
Bajo peso	36	6,0	69	11,5	105
Normopeso	237	39,4	237	39,4	474
Sobrepeso	20	3,3	2	0,3	22
Total	293	48,8	308	51,2	601

Cuadro 4. Distribución de la clasificación del Índice Energía Proteína por edad y sexo

Categorías	Bajo peso		Normopeso		Sobrepeso		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Niños								
9 años	5	0,8	16	2,7	2	0,3	23	3,8
10 años	3	0,5	23	3,8	1	0,2	27	4,5
11 años	7	1,2	59	9,8	1	0,2	67	11,1
12 años	5	0,8	75	12,5	7	1,2	87	14,5
13 años	7	1,2	30	5,0	5	0,8	42	7,0
14 años	3	0,5	18	3,0	2	0,3	23	3,8
15-17 años	6	1,0	16	2,7	2	0,3	24	4,0
Sub-Total	36	6,0	237	39,4	20	3,3	293	48,8
Niñas								
9 años	6	1,0	11	1,8	0	0,0	17	2,8
10 años	7	1,2	36	6,0	1	0,2	44	7,3
11 años	17	2,8	49	8,2	0	0,0	66	11,0
12 años	22	3,7	72	12,0	0	0,0	94	15,6
13 años	13	2,2	40	6,7	1	0,2	54	9,0
14 años	2	0,3	11	1,8	0	0,0	13	2,2
15-17 años	2	0,3	18	3,0	0	0,0	20	3,3
Sub-Total	69	11,5	237	39,4	2	0,3	308	51,2
Total	105	17,5	474	78,9	22	3,7	601	100,0

En el cuadro 5, se observó que, los adolescentes clasificados como bajo peso por el IEP, el 27,8%, presentaron grasa baja (AG), y 2,8% (AM) e (IMC) bajos. En cambio, las adolescentes clasificadas como bajo peso por el IEP, 15,9%, fueron clasificadas con grasa baja, y con AM e IMC bajos 7,2% y 8,7% respectivamente.

Los adolescentes clasificados como normopeso por el IEP, el 87,8% fueron catalogados con adecuadas reservas de grasas (AG) y con adecuadas reservas proteicas AM 77,2% y por IMC 86,9%. No obstante, las adolescentes clasificadas en la misma categoría de normopeso por el IEP, 86,1% clasificaron con adecuadas reservas de grasas, (77,2%) clasificaron con adecuadas reservas proteicas por AM y 88,6% por el IMC (Cuadro 5).

Con respecto, al sobrepeso de acuerdo con el IEP, el 65% clasificaron con altas reservas grasa, (20%) con altas reservas proteicas y 50% con exceso por IMC. En las adolescentes en esta categoría no hubo coincidencias (Cuadro 5).

Las mayores coincidencias del IEP se observaron con el AG en todas las categorías de la clasificación y las más bajas con el AM, sin diferencias significativas por sexo, según Chi2 para un nivel de significación del 5% (Cuadro 5).

Los adolescentes clasificados como bajo peso por el IEP mostraron valores muy altos en las sensibilidades para AG () en uno y otro sexo. Mientras que, los clasificados en todas las categorías del IEP, presentaron altos valores en las especificidades) para los otros índices. (Cuadro 6).

Los valores del IEP estuvieron medianamente relacionados con los de AG, especialmente a los

Cuadro 5. Frecuencias y Porcentaje de adolescentes por sexo y categorías del IEP según AG, AM, IMC

IEP	AG			AM			IMC		
	Bajas n/%	Adecuadas n/%	Altas n/%	Bajas n/%	Adecuadas n/%	Altas n/%	Déficit n/%	Normal n/%	Exceso n/%
Masculino (n=293)									
Bajo peso	10/27,8	26/72,2	0/0	1/2,8	30/83,3	5/13,9	1/2,8	34/94,4	1/2,8
Normopeso	1/0,4	208/87,8	28/11,8	16/6,8	183/77,2	38/16	11/4,6	206/86,9	20/8,4
Sobrepeso	0/0	7/35	13/65	2/10	14/70	4/20	0/0	10/50	10/50
Total	11/3,8	241/82,3	41/14	19/6,5	227/77,5	47/16	12/4,1	250/85,3	31/10,6
Femenino (n=308)									
Bajo peso	11/15,9	55/79,7	3/4,3	5/7,2	53/76,8	11/15,9	6/8,7	62/89,9	1/1,4
Normopeso	1/0,4	204/86,1	32/13,5	20/8,4	183/77,2	34/14,3	8/3,4	210/88,6	19/8
Sobrepeso	0/0	2/100	0/0	1/50	1/50	0/0	0/0	2/100	0/0
Total	12/3,9	261/84,7	35/11,4	26/8,4	237/76,9	45/14,6	14/4,5	274/89	20/6,5

Fuente: IEP= Índice energía-proteína (mm), AG=Área grasa (mm), AM=Área muscular (mm), IMC= Índice masa muscular (mm).

14 años en los adolescentes y a los 9 años en las adolescentes, de acuerdo con la correlación por rango Tau-b de Kendall. En contraste, se presentó una relación inversa entre los valores del IEP con AM para las adolescentes. En otras palabras, un IEP alto (sobrepeso) se correspondió con baja muscularidad y viceversa. (Cuadro 7).

En cuanto a la independencia se encontró que el diagnóstico nutricional por área grasa (AG) no es independiente del diagnóstico del IEP en todas sus categorías para los adolescentes y en casi todos los grupos de edad, a excepción de los 9 años. En las

adolescentes, no es independiente del diagnóstico del IEP en todas sus categorías solamente en las menores de 10 años y mayores de 13 años en adelante. A los 11 y 12 años, el diagnóstico nutricional por AG es independiente del diagnóstico del IEP en todas sus categorías. El diagnóstico por AM es independiente del diagnóstico del IEP en todas sus categorías para los adolescentes y en casi todos los grupos de edad, a excepción de 15-17 años. Mientras que, en las adolescentes el diagnóstico por AM es independiente del diagnóstico del IEP en todas sus categorías y en casi todos los grupos de edad, a excepción de los 13 años.

Cuadro 6. Sensibilidades y especificidades del IEP en adolescentes por sexo

IEP		AG		AM		IMC	
		Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Kappa		0,44	0,20	0,22	-0,04	0,22	0,12
Intensidad		Moderada	Pobre	Pobre	Pobre	Débil	Pobre
Tau		0,46*	0,25*	-0,01	-0,04	0,22*	0,14*
Bajo peso /	Sensib	0,91	0,92	0,06	0,20	0,08	0,43
Normopeso	Especif	0,89	0,79	0,86	0,77	0,86	0,77
Sobrepeso/	Sensib	0,32	0,00	0,10	0,33	0,33	0,00
Normopeso	Especif	0,97	0,99	0,93	0,99	0,95	0,99

Fuente: *: Significación estadística al 5%. -: No se pudo calcular

IEP= Índice energía-proteína (mm), AG=Área grasa (mm), AM=Área muscular (mm),
IMC= Índice masa corporal (mm).

Cuadro 7. Correlaciones por rangos Tau-b de Kendall y concordancia entre IEP con AG, AM, IMC por edad y sexo

Edad	Est	Masculino			Femenino		
		AG	AM	IMC	AG	AM	IMC
9 años	Kappa	0,39	0,07	0,26	0,4	-0,12	-0,02
	Tau	0,43	0,07	0,32	0,48*	-0,12	-0,02
10 años	Kappa	0,56	0,24	0,23	0,21	0,02	-0,03
	Tau	0,64*	0,33*	0,34*	0,24	0,02	0,1
11 años	Kappa	0,41	0,08	0,23	0,14	-0,07	0,08
	Tau	0,48*	0,12	0,24	0,16	-0,09	0,16*
12 años	Kappa	0,45	-0,06	0	0,21	-0,01	0,1
	Tau	0,44*	-0,06	0,01	0,27*	0	0,16*
13 años	Kappa	0,49	0,02	0,33	0,24	-0,21	0,38
	Tau	0,56*	0,03	0,33	0,30*	-0,22	0,48*
14 años	Kappa	0,58	-0,29	0,45	0	0,06	-0,11
	Tau	0,66	-0,31	0,46	-	0,08	-0,12
15-17 años	Kappa	0,25	-0,15	0,25	0,06	-0,25	0,09
	Tau	0,39	-0,19	0,39	0,08	-0,33	0,11

Fuente: *: Significación estadística al 5%. -: No se pudo calcular. Est: Estadísticos descriptivos.

IEP= Índice energía-proteína (mm), AG=Área grasa (mm),

AM=Área muscular (mm), IMC= Índice masa corporal (mm).

DISCUSIÓN

Estos resultados confirman la importancia de incorporar un indicador de grasa junto con el IEP para mejorar el diagnóstico nutricional en las distintas categorías, así como también, utilizar en forma conjunta, indicadores de masa magra y masa muscular para alcanzar una mayor precisión en la valoración del estado nutricional. Para un mejor diagnóstico, utilizar en conjunto con un indicador de masa corporal total indicadores de masa grasa y masa muscular.

El dimorfismo sexual a favor de las adolescentes fue evidente a medida que se avanzó en edad. La diferencia entre los sexos para cada edad había sido descrita por Amador *et al.* (15) y Valle y Amador (16), comportamiento también que también lo describen Amador *et al.* (15) en preescolares cubanos y Azuaje *et al.* (17), Sánchez *et al.* (16) y Henríquez *et al.* (17) en preescolares venezolanos. Mientras que Canetti *et al.* (18), Mirabal *et al.* (19), M. Pérez y Landaeta-Jiménez (20) en escolares y adolescentes encuentran un comportamiento semejante del IEP.

El incremento en la adiposidad en edades más tempranas refleja un comportamiento biológico descrito en las adolescentes que se expresa por pliegues de tejido adiposo y AG más altos que en los adolescentes.

Este mayor incremento en la grasa coincide con el crecimiento rápido durante la pubertad (18,19).

En Venezuela, se ha descrito la maduración sexual temprana como una característica particular en las adolescentes, que se pone de manifiesto con el incremento de los pliegues y otros indicadores de composición corporal y está presente en las adolescentes de todos los estratos sociales (21-23).

La diferencia entre los sexos, con predominio del IEP de las adolescentes, también se observa en la distribución de percentiles, con una mayor intensidad en el grupo de 15 a 17 años, comportamiento semejante de los percentiles fue descrito por Canetti Fernández *et al.* (18) en adolescentes sanos cubanos, que coincidió con el periodo de crecimiento rápido en la pubertad.

Por otra parte, Amador *et al.*, en varios estudios han señalado, correlaciones altas del IEP con otros indicadores de adiposidad, tales como el porcentaje de grasa corporal y la razón masa grasa/masa magra, y correlaciones bajas con el indicador peso para la talla, razón por la cual, consideran que el IEP es útil para el estudio de la adiposidad, pero menos preciso para identificar los otros componentes (13, 24, 25).

Es importante destacar que el IMC, AG y AM duplican o triplican el diagnóstico de exceso. Estos hallazgos

señalan la importancia de incorporar en la clasificación del estado nutricional antropométrico, tal como se ha señalado anteriormente, varios índices de distintos componentes (1, 26-30).

Esto tiene importancia en salud pública, debido a que el IMC es el indicador de elección recomendado por la Organización Mundial de la Salud, para el diagnóstico del estado nutricional de niños, adolescentes y adultos, con amplia aplicación en el mundo (7,8, 31, 32).

En la categoría de bajo peso por IEP, la coincidencia fue baja en todos los índices y ambos grupos solo hubo mayor coincidencia con el AG baja en los adolescentes. Mientras que, en la categoría de sobrepeso las mayores coincidencias en los adolescentes fueron con IMC y AG, por el contrario, en las adolescentes en esta categoría no hubo coincidencias. Amador *et al* en 1983 (3) señalan la relación entre el IEP con los indicadores de músculo y grasa, sobre lo cual expresan que es muy importante, incorporar indicadores de composición de masa magra y masa grasa en conjunto con el IEP, para una mejor aproximación en la evaluación del estado nutricional.

Otros investigadores han indicado la importancia de utilizar el AG, el AM y el IMC para mejorar la calidad de la evaluación (24,31,28). Es evidente la mayor relación del IEP con el AG, especialmente a los 14 años en los adolescentes y a los 9 años en las adolescentes, mientras que con el AM resultó independiente en los dos sexos. En la categoría de bajo peso por el IEP, la más alta sensibilidad (>0.90) en uno y otro sexo fue con el AG, mientras que, en las otras categorías del IEP en los otros indicadores, en uno y otro sexo la especificidad fue alta (>0.77). M. Pérez y Landaeta (29) en adolescentes, encontraron alta sensibilidad y especificidad del IMC con el AG y muy baja con los índices Cintura /talla (C/T), conicidad (C) y circunferencia de cintura (CCint) y concluyeron que la precisión en el diagnóstico del estado nutricional por el IMC mejora cuando se complementa con el AG.

Es indudable, la preocupación que existe, sobre la necesidad de mejorar el diagnóstico de sobrepeso y obesidad, incorporando indicadores de distribución de grasa, tales como, circunferencia de cintura y la relación cintura/talla que permitan diferenciar el componente graso del muscular. De esta manera, poder mejorar la precisión en el diagnóstico de sobrepeso y obesidad y de los factores de riesgo de enfermedades crónicas, tales como diabetes, obesidad, cardiovasculares y cerebro vasculares (32-33). También, se viene señalando que

además de utilizar indicadores como el IMC, el índice triponderal y las circunferencias, es importante que estos valores de referencia se calculen tomando en cuenta la maduración en la etapa puberal, lo cual contribuiría a una mayor precisión diagnóstica del sobrepeso y la obesidad, así como también de los factores de riesgo a edades temprana para una mejor prevención (34,22).

El IEP probó ser un indicador adecuado para el diagnóstico nutricional antropométrico tanto por déficit como por exceso. Al mismo tiempo se confirma la importancia de utilizar indicadores globales junto con indicadores de composición corporal para una mejor aproximación diagnóstica del estado nutricional.

Referencias

1. Amador M, Bacallao J, Hermelo M, Fernández Regalado R, Tolón C. Índice energía/proteína: Un nuevo aporte para la evaluación del estado de nutrición. *Rev Invest Clin Revista Investigación Clínica (Mex)*, 1975; 27, 247-253.
2. Gurney JM, Jelliffe DB. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. *Am J Clin Nutr* 1972; 26 (9), 912-915.
3. Amador M, Peña M, Eiben G. Energy-Protein index and its relation to physical fitness, *Coll Antropol* 1982; 6 (1):81-85.
4. Amador, M. Canetti S. Córdova L. Índices antropométricos para la evaluación nutricional: valores en niños sanos de cinco años de edad. *Revista Cubana de Pediatría, Rev Cubana Pediatr* 1983; 55, 47-55.
5. Eveleth PB. Population differences in growth: Environmental and genetic factors. En F. Falkner & J. Tanner (Eds.), *Methodology Ecological, Genetic, and Nutritional Effects on Growth* (2nd ed). Springer 1986, p. 373-394.
6. Eveleth PB, Micozzi MS. Antropometría en el niño y enfermedades crónicas en el adulto. In: Cusmins, M., Moreno, E. *Crecimiento y desarrollo*. OPS. Washington 1988, p. 120-219.
7. Organización Mundial de la Salud (OMS). Asamblea Mundial de la Salud, 48. Informe sobre la salud en el mundo 1995. <https://iris.who.int/handle/10665/203711>
8. World Health Organization (WHO). Malnutrition. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>. 2021.

9. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). Protocolo internacional para la valoración antropométrica. Biblioteca Nacional de Australia 2011.
10. Cabañas A, MD. y Maestre López MI. Conceptos básicos y generalidades, En: Compendio de Cineantropometría, CTO Editorial SL. España 2009, p.11-28
11. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for the assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981; (34): 2540-2545.
12. Statistical Package for Social Sciences for Windows SPSS 2004.
13. Amador M, Bacallao J, Hermelo M, Flores P. Índice Energía-Proteína: nueva validación de su aplicabilidad en evaluación nutricional. *Rev Cubana Med Trop* 1980; 32 (1): 11-24.
14. Valle A, Amador M. Índice energía proteína en lactantes. *Rev Cubana Pediatr* 1981; 53 (3): 209-219.
15. Azuaje Sánchez A, H. Pérez G, Rachel de Paoli I. Effectiveness of the protein-energy index in the diagnosis of undernourished. *Acta Med Auxol* 2001; 33(3): 159-165.
16. Sánchez A, Real SI, Solano L, Díaz N, Barón MA. Validez del Índice energía proteína en la identificación de la malnutrición por exceso en preescolares venezolanos de bajo estrato socioeconómico. *Arch Latinoam Nutr* 2006; 56(3):224-228.
17. Henríquez Pérez G. Dini Golding E. Evaluación del estado nutricional. Capítulo I. Nutrición en Pediatría. Tomo I, CANIA, Caracas 2009, p. 3-74.
18. Canetti S, Amador M, Dosal L, Canetti JE. Valores del índice energía-proteína en una muestra de escolares y adolescentes sanos. *Rev Cubana Pediatr* 1983; 55 (3): 266-275.
19. Mirabal Jean Claude M, Arguelles Vázquez JM, Espinosa Molina A, Espino A. Relación del Índice Energía-Proteína con algunas dimensiones corporales en adolescentes, *Rev Cubana Pediatr* 1989; 61 (3): 354-363.
20. M Pérez B, Landaeta-Jiménez M. Índice Energía-Proteína: relación con indicadores de la composición corporal en niños venezolanos, *An Venez Nutr* 2002; 15 (1): 31-36.
21. Méndez Castellano H, López-Blanco M, Landaeta Jiménez M. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano de la República de Venezuela (ENCDH). Fundacredesa. Caracas, Escuela Técnica Popular Don Bosco. 1996.
22. Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza L, López-Blanco M. Maduración sexual y ósea según ritmo, en niños y jóvenes del Estudio Longitudinal de Caracas. *An Venez Nutr* 2001; 13(1): 185-191.
23. Amador M, Bacallao J, Peña M. Capacidad discriminatoria de ciertos indicadores antropométricos para evaluar la desnutrición. *Bol Of Sanit Panam* 1986; 101(2): 101-113.
24. Amador M, Hermelo M. Métodos para la evaluación de la composición corporal en humanos, Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. (INHA). La Habana, Cuba. 1993;
25. Amador-García M. Energy/protein index: A new Approach for the assessment of the nutritional status. Thesis from the dissertation. Hungarian Academy of Sciences, Budapest. 1978.
26. López Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Méndez Castellano H. Evaluación Nutricional Antropométrica, Combinación de tres indicadores. *Arch Venez Pueric Pediatr* 1983; 98-105.
27. López Blanco M., Landaeta-Jiménez M. Manual de Crecimiento y Desarrollo, Caracas, FUNDACREDESA-SERONO/Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría, Fundacredesa-Serono. 1991.
28. Méndez Pérez B, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M, Marrodán MD. Sensibilidad y especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes venezolanos. *Interciencia*, 2009; 34 (2): 84-90
29. Yeste D, Clemente M, Campos A, Fábregas A, Mogas E, Soler L, *et al.* Precisión diagnóstica del índice de masa triponderal (kg/m³) para identificar el fenotipo de riesgo metabólico en pacientes obesos. *An Pediatr* 2021; 94: 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.04.004>
30. Arroyo-Barahona, E., Hernández-Hernández, R., Herrera-Mogollón, H. y Pérez Guillen, A. (2008). Asociación del área grasa y muscular con el Índice de Masa Corporal en niños de dos escuelas rurales, Municipio El Hatillo, Edo. Miranda, Venezuela. *Interciencia*, 33(2): 146-151.
31. Henríquez-Pérez G, Rached-Paoli I, Azuaje-Sánchez A. Distribución percentilar del Índice energía proteína en edades pediátricas, *Anal Venez Nutr* 2009; 22 (2): 63-68.
32. Bibiloni, M.d.M., Gallardo-Alfaro, L., Gómez, S.F., Wärnberg, J.; Osés-Recalde, M., González-Gross, M., Gusi, N.; Aznar, S.; Marín-Cascales, E., González-Valeiro, M.; *et al.* Combined Body Mass Index and Waist-to-Height Ratio and Its Association with Lifestyle and Health Factors among Spanish Children: The PASOS Study. *Nutrients* 2022; (2)14: 234. <https://doi.org/10.3390/nu14020234>

33. Garraza M, Gauna ME, Torres MF, Navazo B, *et al.* Body mass index, weight, and height percentiles in school-aged children from Mendoza. A comparison with the WHO reference. Arch Argent Pediatr 2022; 120 (2): e202202672.
34. Santos IA, Zanetti Passos MA, Padua Cintra I, Fisberg M, Lucena Ferreti R, De Piano Ganen A. Cut off values for waist circumference to predict overweight in Brazilian adolescents, according to pubertal staging. Rev Paul Pediatr. 2019;37(1):49-57. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-0462/2019;37;1;00003>

Recibido: 22-06-2025

Aceptado: 28-07-2025