



Original/*Obesidad*

## Evaluación del índice de adiposidad corporal en la predicción del porcentaje de grasa en adultos de Bogotá, Colombia

Katherine González-Ruíz<sup>1,2</sup>, Jorge Enrique Correa-Bautista<sup>2</sup> y Robinson Ramírez-Vélez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Ejercicio Físico y Deportes, Facultad de Salud, Programa de Fisioterapia, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, D.C. <sup>2</sup>Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá D.C. <sup>3</sup>Grupo GICAEDS. Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación. Universidad Santo Tomás, Bogotá, D.C., Colombia.

### Resumen

**Objetivo:** el índice de adiposidad corporal (IAC) es un sencillo y nuevo método de predicción del porcentaje de grasa corporal (%GC) a través de una simple ecuación que incluye la circunferencia de cadera y la estatura. Hasta la fecha, pocos estudios han evaluado el IAC en la determinación del exceso de grasa en la población colombiana. El objetivo de este estudio fue evaluar la utilidad del IAC como predictor del %GC en adultos de Colombia.

**Métodos:** estudio transversal en 204 hombres del sector educativo de Bogotá, Colombia. Se estimó el IAC con la ecuación de Bergman *et al.* [(circunferencia de cadera, en cm)/((estatura, en m)<sup>1.5</sup>)-18]. El %GC se determinó a través de bioimpedancia eléctrica tetrapolar (BIA) como la medida de referencia de la adiposidad. Se utilizó el análisis de Bland-Altman para evaluar el grado de acuerdo entre ambos métodos, IAC y BIA, y se evaluaron las relaciones con otras medidas antropométricas mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

**Resultados:** en la población general, el IAC sobreestima el %GC (diferencia de medias: 12,5% [IC95% = -4,04% a -21,02%]), en especial en sujetos con niveles bajos de adiposidad (diferencia de medias: 10,2 ± 3,3). Tras ajustar por edad, el IAC muestra correlaciones significativas con el IMC (r = 0,480), la relación cintura-estatura (r = 0,557) y el %GC por BIA (r = 0,777), p < 0,001.

**Conclusión:** los resultados de esta investigación indican que el IAC sobreestima el %GC en la población estudiada. No obstante, este método puede ser una herramienta útil para predecir el %GC en adultos, a pesar de las limitaciones descritas en este estudio.

(Nutr Hosp. 2015;32:55-60)

DOI:10.3305/nh.2015.32.1.9087

Palabras clave: *Obesidad. Adiposidad. Hombres. Colombia.*

**Correspondencia:** Robinson Ramírez-Vélez.  
Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación.  
Universidad Santo Tomás. Carrera 9 N.º 51-23.  
Bogotá, D.C, Colombia.  
E-mail: robinsonramirez@usantotomas.edu.co;  
robin640@hotmail.com

Recibido: 8-IV-2015.  
Aceptado: 13-V-2015.

### EVALUATION OF THE BODY ADIPOSITY INDEX IN PREDICTING PERCENTAGE BODY FAT AMONG COLOMBIAN ADULTS

#### Abstract

**Objective:** the body adiposity index (BAI) is a new simplistic method for predicting body fat percentage (BF%) via a simple equation of hip circumference to height. Up to now, few studies have evaluated the performance of BAI in determining excess fat in Colombians. The aim of this study was to evaluate the usefulness of BAI as a predictor of body fat in among Colombian adults.

**Methods:** cross-sectional study carried out in a sample of 204 male belonging to the education sector from Bogotá, Colombia. BAI was calculated based on the equation reported in the Bergman *et al.* %BF determined by tetrapolar bioimpedance analysis (BIA) was used as the reference measure of adiposity. Bland-Altman analysis was used to assess the agreement between the two methods: BAI and BIA. Associations between anthropometric measures of adiposity were investigated by Pearson correlation analysis.

**Results:** in general population, the BAI overestimates %BF (mean difference: 12.5% [95%CI = -4.04% to -21.02%]), mainly at lower levels of adiposity (mean difference: 10.2 ± 3.3). Significant correlations were found between BAI and all measurements, being the strongest-moderate correlation with %BF (r = 0.777, p < 0.001), waist to height ratio (r = 0.557, p < 0.001) and BMI (r = 0.480, p < 0.001).

**Conclusion:** the results of this investigation indicate that BAI results in large individual errors when predicting BF% among Colombian adults and has a tendency to provide overestimated values as BF% decreases. Therefore, this method can be a useful tool to predict %BF in Colombian adults, although it has some limitations.

(Nutr Hosp. 2015;32:55-60)

DOI:10.3305/nh.2015.32.1.9087

Key words: *Obesity. Adiposity. Male. Colombia.*

## Introducción

La obesidad se define como una acumulación anormal o excesiva de grasa en el cuerpo y ha sido reconocida como un importante problema de salud pública en todo el mundo<sup>1</sup>. Su importancia, deriva tanto de su prevalencia creciente como de su relación con otras enfermedades como las cardiovasculares (ECV), la diabetes *mellitus* tipo 2 (DM-2), el síndrome metabólico (SM), entre otras<sup>2</sup>. Al respecto, existe un acuerdo internacional para evaluar el desarrollo del sobrepeso y la obesidad a través de la medición del tejido adiposo como indicador de exceso de grasa corporal. En el ámbito clínico, el índice de masa corporal (IMC)<sup>3</sup>, calculado como peso (kg)/talla (m)<sup>2</sup>, muestra una buena correlación con la grasa corporal total, por lo que ha sido considerado un buen indicador de morbilidad y mortalidad para enfermedades metabólicas y cardiovasculares. Sin embargo, se requieren de otros marcadores para estimar la distribución de la grasa corporal existente<sup>4</sup>. Asimismo, el IMC presenta ciertas limitaciones que podrían conducir, por ejemplo, a clasificar a algunos individuos con masa muscular alta en sobrepeso u obesidad, sin que necesariamente esto ocurra, aunado a diferencias poblacionales como la edad, el sexo y la etnia<sup>5,6</sup>.

Recientemente, Bergman et al.<sup>7</sup> han sugerido un sencillo y simple marcador llamado índice de adiposidad corporal (IAC), para contrarrestar la limitación del IMC en sujetos americanos y afrodescendientes mexicanos. Este marcador ha mostrado mayor correlación ( $r = 0,85$ ;  $P < 0,001$ ) con el porcentaje de grasa corporal (%GC), estimado por Absorciometría de Rayos X de Doble Energía (DXA), que el IMC, en ambos sexos. No obstante, el uso clínico del IAC ha sido criticado en varios estudios de validación, debido a que la correlación entre IAC y el %GC, no fue controlado por el sexo<sup>8</sup>, o los niveles de grasa corporal<sup>9,10</sup>. Además, otras diferencias como los niveles de actividad física<sup>11</sup>, la longitud relativa de los miembros inferiores<sup>12</sup>, o la estatura corporal<sup>13</sup> podrían afectar la estimación indirecta del %GC<sup>14</sup>.

Este índice ha sido validado y usado en población obesa<sup>15</sup>, y en individuos sin riesgo cardiometabólico en países como EE.UU<sup>16,17</sup>, Brasil<sup>18</sup>, España<sup>19,20</sup> y recientemente en atletas estadounidense con altos niveles de entrenamiento deportivo<sup>21</sup>. Hasta ahora, pocos estudios han evaluado la aplicabilidad del IAC en la determinación de exceso de grasa corporal en comparación con el %GC en población Suramericana<sup>18,22,23</sup>, a pesar del interés de tener más parámetros que permitan evaluar la obesidad como desenlace clínico. Este estudio investigó la utilidad de IAC como predictor del porcentaje de grasa corporal en adultos de Bogotá, Colombia.

## Materiales y métodos

### Diseño y población

Durante el primer semestre del 2014, se planteó un estudio descriptivo y transversal, en 204 hombres jóvenes

universitarios pertenecientes al área metropolitana de la ciudad de Bogotá, D.C, Colombia. Mediante la ecuación  $n = (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 p_0 (1-p_0) / \delta^2$ ;  $n = 33.3 (0.20) / 0.05$ ; se calculó un tamaño de muestra de 133 participantes, para obtener prevalencia de exceso de grasa del 33% según el reporte de García et al.<sup>23</sup> IAC (>27,5%). La selección de la muestra se realizó mediante convocatoria voluntaria. Se excluyeron participantes con diagnóstico médico o clínico de enfermedad sistémica mayor como DM-2, hipertensión arterial, hipo/hipertiroidismo, antecedentes de historia de abuso de drogas o alcohol,  $IMC \geq 35$  Kg/m<sup>2</sup> y padecimiento de procesos inflamatorios o infecciosos.

Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante y el Comité de Ética en Humanos del centro académico aprobó la intervención siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente colombiana que regula la investigación en humanos (Resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia, acta de aprobación N° 01-1802-2013). Los participantes que aceptaron y firmaron el consentimiento informado se citaron para los siguientes procedimientos:

### Evaluación antropométrica

Los participantes aportaron información acerca de su historia clínica, indicando antecedentes personales y familiares de enfermedad cardiovascular precoz y valoración antropométrica que comprendió: altura, peso, circunferencia de cintura (CC) y perímetro de cadera (PC); mediante las técnicas estandarizadas de López et al.<sup>24</sup> en población Colombiana. La estatura se registró en estiramiento con Estadimetro Portátil (SECA 206®; Hamburgo Alemania) (rango 0 – 220 cm) de 1 mm de precisión. El peso se midió con balanza de piso *Tanita* (modelo TBF-410GS™, Arlington Heights, IL 60005, USA) con capacidad máxima de 200 kg y mínima de 100 g. Con estas variables se calculó el IMC en Kg/m<sup>2</sup>, adoptándose los límites de corte recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1998<sup>25</sup>. Posteriormente, con cinta métrica plástica con una precisión de 1 mm (*Holtain Ltd., Crymych Dyfed, RU*) se midió la CC y PC tomando los referentes anatómicos descritos por OMS<sup>25</sup>.

### Indicadores de adiposidad y composición corporal

La Relación Cintura-Estatura (RCE) fue determinada por la división de la CC (cm) por la estatura (cm) y se tomó como punto de corte un resultado  $\geq 0,50$ <sup>26</sup>. El IAC se estimó con la ecuación propuesta por Bergman et al.<sup>7</sup>  $IAC = [(PC, \text{ en cm}) / ((\text{altura, en m})^{1.5}) - 18]$ . La composición corporal se estimó por bioimpedancia eléctrica (BIA) de 8 segmentos marca SECA mBCA 515® (HANS E. RÜTH S.A, Hamburgo Alemania) de acuerdo con las indicaciones y ecuaciones señaladas en el manual del usuario. La frecuencia de inducción

se valoró a una intensidad de 50 kHz, con una sensibilidad de estimación de la masa de grasa de 0,1 kg (0,1%). Con este analizador se obtuvo la Grasa corporal (%), el Índice de masa grasa (Kg/m<sup>2</sup>), la Masa proteica (Kg), la Masa libre de grasa (Kg), el Agua intracelular y extracelular total (L), el Grado de hidratación (%), el Vector de reactancia (Xc) y resistencia (R), el Ángulo de Fase (Φ), la Tasa metabólica basal (Kcal/d) y el Consumo energético total (Kcal/d). Esta medición se realizó luego de 10-12 h de ayuno, con la vejiga vacía y sobre una superficie estable y no conductora.

#### Plan de análisis

El procesamiento y análisis de la información se realizó con el programa *Statistical Package for Social Science*® software, versión 22 (SPSS; Chicago, IL, USA). La distribución de la muestra se analizó con el test de normalidad de *Kolmogorov-Smirnov*. Los valores continuos se expresaron como media y desviación estándar y las diferencias entre el porcentaje de grasa por IAC y la BIA

tetrapolar se evaluaron a través de un análisis de varianza a una vía. La relación entre el IAC y los factores de riesgo cardio-metabólicos se testearon con el coeficiente de correlación de *Pearson* y las diferencias entre los coeficientes fueron constatadas con la fórmula de *Cohen*. El método de *Bland-Altman*<sup>27</sup>, fue usado para evaluar el grado de acuerdo entre las el IAC y la BIA. El nivel de significancia estadística se fijó a un valor  $p < 0,05$ .

## Resultados

### Análisis descriptivo

Constituyeron la muestra final 204 hombres con edad media de  $23,6 \pm 4,6$  años, peso  $64,1 \pm 10,9$  kg, estatura  $1,68 \pm 0,09$  m, circunferencia de cintura  $76,7 \pm 7,6$  cm, perímetro de cadera  $96,7 \pm 9,1$  cm e IMC de  $22,6 \pm 2,8$  Kg/m<sup>2</sup>. Un 16,7% de la población presentó sobrepeso/obesidad (IMC  $\geq 25$  Kg/m<sup>2</sup>). El promedio del IAC fue de  $26,2 \pm 3,9\%$ , la RCE  $0,46 \pm 0,04$ , la masa grasa  $13,7 \pm 6,3$  kg y el %GC de  $21,2 \pm 8,5\%$ , tabla I.

**Tabla I**  
*Características antropométricas, clínicas y bioquímicas de la población evaluada*

<i>Características</i>	<i>Media ± DE</i>	<i>Rango</i>
<i>Antropometría</i>		
Edad (años)	23,6 ± 4,6	20,0 - 26,0
Peso (kg)	64,1 ± 10,9	56,8 - 70,9
Estatura (m)	1,68 ± 0,09	1,62 - 1,75
Circunferencia de cintura (cm)	76,7 ± 7,6	71,0 - 82,0
Perímetro de cadera (cm)	96,7 ± 9,1	91,0 - 100,5
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	22,6 ± 2,8	20,5 - 24,3
<i>Estado nutricional</i>		
Normopeso n (%)	170 (83,3)	--
Sobrepeso n (%)	30 (14,7)	--
Obesidad n (%)	4 (2,0)	--
<i>Composición corporal</i>		
Índice de adiposidad corporal (%)	26,2 ± 3,9	22,9 - 28,9
Relación cintura-estatura	0,46 ± 0,04	0,43 - 0,48
Masa grasa (kg)	13,7 ± 6,3	9,2 - 17,9
Grasa corporal (%)	21,2 ± 8,5	14,0 - 28,0
Índice de masa grasa (Kg/m <sup>2</sup> )	4,9 ± 2,3	3,0 - 6,5
Masa proteica (Kg)	17,7 ± 2,1	16,1 - 19,0
Masa libre de grasa (Kg)	24,9 ± 5,9	19,0 - 29,5
Agua intracelular total (L)	36,4 ± 7,4	29,8 - 41,6
Agua extracelular total (L)	14,6 ± 2,5	12,5 - 16,3
Grado de hidratación (%)	67,4 ± 6,2	63,0 - 71,0
Vector de reactancia (Xc)	67,1 ± 7,8	61,9 - 71,6
Vector de resistencia (R)	657,3 ± 101,7	591,6 - 728,8
Ángulo de Fase (Φ)	5,8 ± 0,7	5,3 - 6,3
Tasa metabólica basal (Kcal/d)	1559,5 ± 230,4	1339,0 - 1733,0
Consumo energético total (Kcal/d)	2708,3 ± 611,2	2259,5 - 3100,0

*Coefficientes de correlación entre el IAC y características antropométricas y de riesgo cardiometabólico*

Los coeficientes de correlación parcial entre el IAC y características estudiadas en adultos de Bogotá, Colombia se muestran en la tabla II. Tras ajustar por edad, el IAC muestra una relación positiva con el IMC ( $r=0,480$ ;  $p<0,001$ ), la relación cintura-estatura ( $r=0,557$ ;  $p<0,001$ ), la masa grasa ( $r=0,632$ ;  $p<0,001$ ) y el %GC por BIA ( $r=0,777$ ;  $p<0,001$ ).

*IAC como predictor de grasa corporal*

El grado de acuerdo entre ambas mediciones por el método de Bland-Altman, muestra que el IAC sobres-

tima el %GC en 12,5% (IC 95% -4,04% a -21,02%), figura 1. Por otro parte, al clasificar la muestra por %GC mediante la BIA, se corrobora que el IAC sobreestima en  $10,2 \pm 3,3\%$  los sujetos con 20% de GC ( $p<0,001$ ). En el grupo de 20 y 30% de GC, la diferencia fue de  $2,2 \pm 3,1\%$  ( $p<0,001$ ), mientras que en los sujetos con GC > 40%, el IAC subestima en  $2,4 \pm 3,6$ , tabla III.

**Discusión**

Los resultados del presente estudio muestran que el IAC sobreestima el porcentaje de grasa, en adultos entre los 18 y 30 años. Hasta donde sabemos, este es el primer trabajo que evalúa el IAC en sujetos sin enfermedad cardiovascular conocida.

**Tabla II**  
*Coefficientes de correlación parcial entre el IAC y las características antropométricas y de composición corporal en adultos de Bogotá, Colombia*

<i>Características</i>	<i>Correlación de Pearson*</i>	<i>Valor p</i>
<i>Antropometría</i>		
Peso (kg)	-0,102	0,140
Estatura (m)	-0,736	<0,001
Circunferencia de cintura (cm)	0,127	0,127
Perímetro de cadera (cm)	0,480	<0,001
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	0,480	<0,001
<i>Composición corporal</i>		
Relación cintura-estatura	0,557	<0,001
Masa grasa (kg)	0,632	<0,001
Grasa corporal (%)	0,777	<0,001
Índice de masa grasa (Kg/m <sup>2</sup> )	-0,498	<0,001
Masa proteica (Kg)	-0,239	<0,001
Masa libre de grasa (Kg)	-0,527	<0,001
Agua intracelular total (L)	-0,474	<0,001
Agua extracelular total (L)	-0,449	<0,001
Grado de hidratación (%)	0,500	<0,001
Vector de reactancia (Xc)	0,119	0,093
Vector de resistencia (R)	0,286	<0,001
Ángulo de Fase (Φ)	-0,244	<0,001
Tasa metabólica basal (Kcal/d)	-0,354	<0,001
Consumo energético total (Kcal/d)	-0,326	<0,001

\* Ajustado por edad.

**Tabla III**  
*Diferencias entre el IAC y la BIA según niveles de adiposidad en adultos de Bogotá, Colombia*

<i>Porcentaje de grasa (%)</i>	<i>n</i>	<i>%GC BIA</i>	<i>%GC IAC</i>	<i>Valor P</i>	<i>Diferencia entre medidas</i>
< 20	92	13,4 ± 3,9	23,6 ± 2,4	< 0,001	10,2 ± 3,3
20-30	69	24,7 ± 2,8	26,9 ± 2,8	< 0,001	2,2 ± 3,1
30-40	43	33,4 ± 3,2	31,1 ± 3,3	< 0,001	-2,4 ± 3,6

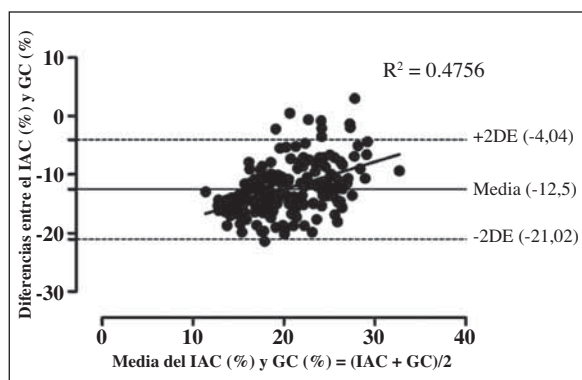


Fig. 1.—Grado de acuerdo entre el IAC (%) y GC (%) por BIA.

#### Relación entre el IAC y características antropométricas y metabólicas relacionadas con riesgo cardio-metabólico

Tras ajustar por edad, se observan correlaciones significativas entre el IAC y el IMC ( $r=0,480$ ;  $p<0,001$ ), la relación cintura-estatura ( $r=0,557$ ;  $p<0,001$ ), la masa grasa ( $r=0,632$ ;  $p<0,001$ ) y el %GC por BIA ( $r=0,777$ ;  $p<0,001$ ). Esta misma observación ha sido descrita también previamente por Barreira et al.<sup>8</sup>, Johnson et al.<sup>10</sup> López et al.<sup>20</sup> y Zhang et al.<sup>14</sup>, en sujetos pertenecientes a países de EE.UU, España, y China, respectivamente. Por ejemplo, López et al.<sup>20</sup> en población española, encontraron una correlación significativa entre el IAC con la CC ( $r= 0,65$ ,  $p<0,001$ ) y peso corporal ( $r= 0,58$ ,  $p<0,001$ ). En el trabajo de Bannasar-Veny et al.<sup>19</sup> con 1.474 hombres (edad media  $39,2 \pm 10,8$  años) el IAC se correlaciona con el IMC en  $r= 0,64$  ( $p<0,001$ ) y con el %GC por BIA en  $r= 0,74$  ( $p<0,001$ ). En población con factores de riesgo cardio-metabólicos, Dhaliwal et al.<sup>28</sup> describen correlaciones entre el IAC y el IMC, la CC y el PC ( $p<0,001$ ). Sin embargo, tras ajustar por edad, la CC y la relación cintura-cadera se asociaron significativamente como predictores de riesgo cardio-metabólico con OR 3,84 (IC 95% 1,59-9,25) y OR 5,42 (IC 95% 2,12 a 13,89), respectivamente.

#### IAC como predictor del %GC

Nuestros datos muestran que el IAC sobrestima el contenido de grasa en un 12,5% (IC 95% -4,04% y -21,02%), cuando se compara con el %GC por BIA. De manera similar, otros autores han demostrado discrepancias en términos de concordancia entre el IAC con otras medidas consideradas también como “estándar de oro”. Al comparar el IAC con el DXA, Zhang et al.<sup>14</sup> describen que el IAC sobrestima en 28% el %GC en adultos hipertensos mayores a 60 años. En pacientes diabéticos, Schulze et al.<sup>29</sup> muestran que el IAC sobrestima en 3% la adiposidad, mientras que en el trabajo de Johnson et al.<sup>10</sup> este valor alcanza el

4%. Otros trabajos también describen bajos valores de concordancia entre el IAC con el estándar de BIA tetrapolar<sup>10,14,30</sup>. Por ejemplo, Kunh et al.<sup>30</sup> describen que el IAC sobrestima en 4,1% la adiposidad en sujetos de  $42,7 \pm 19,3$  años procedentes de Brasil. A pesar del bajo grado de acuerdo entre el IAC con los clásicas herramientas para la medición de la adiposidad, nuestros hallazgos han demostrado que el IAC puede ser una herramienta útil para estimar %GC en esta población, a pesar de las limitaciones, especialmente en las personas con bajo grado de adiposidad. Al igual que en otros estudios<sup>8,10,14,19,28,31</sup>, no se comprueba que el IAC sea mejor predictor de %GC como previamente ha sido descrito con otras herramientas usadas en el ámbito clínico como son la CC o el IMC<sup>8,10,20</sup>.

Algunos aspectos deben ser tenidos en cuenta como limitantes del presente estudio. Por ejemplo, el tamaño de la muestra, las características propias de la población, el diseño del trabajo y el tipo de muestreo, pueden ser consideradas fuentes potenciales de sesgos. Tampoco fueron incluidas otras variables que pueden estar asociados al perfil de riesgo cardio-metabólico, tales como la etnia, aspectos socio-económicos, nutricionales, y niveles de actividad física. Sin embargo, no existen argumentos para creer que las relaciones descritas ocurran exclusivamente en la población de la que procede nuestra muestra, pues se observó convergencia de los resultados con datos descritos en otros estudios nacionales e internacionales<sup>8,10,14,19,28,31</sup>. En este estudio se utilizó la BIA tetrapolar como la medida de referencia de la adiposidad. La BIA es una técnica simple, rápida y no invasiva que permite la estimación del agua corporal total y, por asunciones basadas en las constantes de hidratación de los tejidos, se obtiene la masa libre de grasa y por derivación, la masa grasa. Es una prueba validada, de bajo coste, fácil de usar, portátil, reproducible que puede utilizarse en pacientes hospitalizados y ambulatorios en diferentes condiciones fisiológicas<sup>31</sup>. Este método se considera “prueba de oro” y ha sido validado con otros estándares como el DXA en población caucásica<sup>32</sup> y latina<sup>33</sup> junto a otros indicadores asociados al tejido adiposo<sup>34</sup>.

En conclusión, los resultados de esta investigación indican que el IAC sobrestima el %GC en la población estudiada. No obstante, este método puede ser una herramienta útil para predecir %GC en adultos, a pesar de las limitaciones descritas en este estudio. Se requieren estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra con otras poblaciones y grupos étnicos, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

#### Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

## Agradecimientos

A la unidad de Investigaciones Convocatoria FO-DEIN-USTA 2014 N° 2013004 Proyecto “Asociación de la fuerza preprensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes colombianos” y al Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), de la Universidad del Rosario por el apoyo financiero y científico, respectivamente.

## Referencias

1. Church TS. Why obesity should be treated as a disease. *Curr Sports Med Rep* 2014;13:205-6.
2. O'Donnell MJ, Xavier D, Liu L: INTERSTROKE investigators. Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study): a case-control study. *Lancet* 2010;376:112-23.
3. Prospective Studies Collaboration, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, Halsey J, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900.000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 2009; 373:1083-96.
4. Salas-Salvadó J, Rubio MA, Barbany M, Moreno B, Grupo Colaborativo de la SEEDO. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)* 2007; 128:184-96.
5. Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, et al. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26(6):789-96.
6. Camhi SM, Bray GA, Bouchard C, Greenway FL, Johnson WD, Newton RL, et al. The relationship of waist circumference and BMI to visceral, subcutaneous, and total body fat: sex and race differences. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19(2):402-8.
7. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19:1083-1089.
8. Barreira TV, Harrington DM, Staiano AE, Heymsfield S, Katzmarzyk P. Body adiposity index, body mass index, and body fat in white and black adults. *JAMA* 2011; 306, 828-830.
9. Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer FX, Heymsfield S, Wang J, Pierson RN, et al. The Body Adiposity Index (Hip Circumference / Height(1.5)) Is Not a More Accurate Measure of Adiposity Than Is BMI, Waist Circumference, or Hip Circumference. *Obesity (Silver Spring)* 2012; 20, 2438-2444.
10. Johnson W, Chumlea WC, Czerwinski SA, Demerath EW. Concordance of the recently published body adiposity index with measured body fat percent in European-American adults. *Obesity (Silver Spring)* 2012; 20, 900-903.
11. Luke A, Durazo-Arvizu R, Rotimi C, Prewitt TE, Forrester T, Wilks R, et al. Relation between body mass index and body fat in black population samples from Nigeria, Jamaica, and the United States. *Am J Epidemiol* 1997; 145, 620-628.
12. Norgan NG. Population differences in body composition in relation to the body mass index. *Eur J Clin Nutr* 1994; 48 Suppl 3, S10-25; discussion S26-17.
13. Deurenberg P, Yap M, Van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22, 1164-1171.
14. Zhang ZQ, Liu YH, Xu Y, Dai XW, Ling WH, Su YX, et al. The validity of the body adiposity index in predicting percentage body fat and cardiovascular risk factors among Chinese. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2014;81(3):356-62.
15. Geliebter A, Atalayer D, Flancbaum L, Gibson CD. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of % body fat in clinically severe obese women. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:493-8.
16. Kuhn PC, Vieira JP, Dal Fabbro A, Franco LJ, Moises RS. Evaluation of body adiposity index (BAI) to estimate percent body fat in an indigenous population. *Clin Nutr* 2014;33:287-90.
17. Lichtash CT, Cui J, Guo X, Chen Y-DI, Hsueh WA, Rotter JL, et al. Body Adiposity Index versus Body Mass Index and Other Anthropometric Traits as Correlates of Cardiometabolic Risk Factors. *PLoS ONE* 2013;8(6):e65954.
18. Cerqueira M, Amorim P, Magalhães F, Castro E, Franco F, Franceschini S, et al. Validity of adiposity index in predicting body fat in a sample of Brazilian women. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21(12): E696-9.
19. Bannasar-Veny M, López-González AA, Tauler P, Cespedes ML, Vicente-Herrero T, Yañez A, et al. Body Adiposity Index and Cardiovascular Health Risk Factors in Caucasians: A Comparison with the Body Mass Index and Others. *PLoS ONE* 2013;8(5): e63999.
20. López AA, Cespedes ML, Vicente T, Tomas M, Bannasar-Veny M, Aguilo A, et al. Body Adiposity Index Utilization in a Spanish Mediterranean Population: Comparison with the Body Mass Index. *PLoS ONE* 2012;7(4): e35281.
21. Esco MR. The accuracy of the body adiposity index for predicting body fat percentage in collegiate female athletes. *J Strength Cond Res* 2013;27:1679-83.
22. Ramírez-Vélez R, González-Ruiz K. Body adiposity index in Colombian elite athletes: A comparison between the body mass index and other measures. *Rev Colomb Cardiol* 2015;22(1):22-26. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2014.10.008>.
23. García AI, Niño-Silva LA, González-Ruiz K, Ramírez-Vélez R. Body adiposity index as marker of obesity and cardiovascular risk in adults from Bogotá, Colombia. *Endocrinol Nutr* 2015;62(3):130-137.
24. López CA, Ramírez-Vélez R, Gallardo CEG, Marmolejo LC. Características morfofuncionales de individuos físicamente activos. *Iatreia* 2008;21:121-28.
25. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;894:i-xii, 1-255.
26. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010; 23(2):247-69.
27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
28. Dhaliwal S, Welborn T, Goh L, Howat P. Obesity as Assessed by Body Adiposity Index and Multivariable Cardiovascular Disease Risk. *PLoS One* 2014;9(4):e94560.
29. Schulze MB, Thorand B, Fritsche A, Häring HU, Schick F, Zierer A, et al. Body adiposity index, body fat content and incidence of type 2 diabetes. *Diabetologia* 2012; 55, 1660-1667.
30. Kuhn PC, Vieira Filho JP, Franco L, Dal Fabbro A, Franco LJ, Moisés RS. Evaluation of body adiposity index (BAI) to estimate percent body fat in an indigenous population. *Clin Nutr* 2014;33(2):287-90.
31. Cáceres DI, Sartor-Messagi M, Rodríguez DA, Escalada F, Gea J, Orozco-Levi M, Marco E. Variability in bioelectrical impedance assessment of body composition depending on measurement conditions: influence of fast and rest. *Nutr Hosp* 2014;30(6):1359-65.
32. Kother DP, Burastero S, Wang J, Pierson Jr RN. Prediction of body cell mass, fat free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex and disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64:489Se97S.
33. de Faria ER, de Faria FR, Gonçalves VS, Franceschini Sdo C, Peluzio Mdo C, Sant'Ana LF, Priore SE. Prediction of body fat in a adolescents: comparison of two electric bioimpedance devices with dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutr Hosp* 2014;30(6):1270-8.
34. Mirele-Savegnago M, Zangiacomi-Martinez E, Jordão-Junior AA. Application of body mass index adjusted for fat mass (BMIfat) obtained by bioelectrical impedance in adults. *Nutr Hosp* 2014;30:417-424.