

Comparación de los métodos de antropometría clásica e impedancia bioeléctrica a través de la determinación de la composición corporal en jóvenes universitarias

Comparison of classical anthropometry methods and bioelectrical impedance through the determination of body composition in university students

Ortega González, Jesús Adán; Vázquez Tlalolini, Francisco Eduardo; Vélez Pliego, Marcela; Cortés Romero, Celso Enrique; Barrios Espinosa, Cecilia; Cueto Ameca, Katia; Anaya Arroyo, Edgar Ari; Bilbao Reboredo, Tania

Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

Recibido: 31/julio/2018. Aceptado: 27/diciembre/2018.

RESUMEN

Introducción: Evaluar la composición corporal (CC) por antropometría clásica e impedancia bioeléctrica (IB) permite conocer la proporción de los diferentes segmentos corporales y su relación con el estado nutricional, sin embargo, no está suficientemente documentado si ambos métodos resultan comparables en la evaluación de mujeres jóvenes. El objetivo de este estudio es comparar la composición corporal por antropometría clásica e impedancia bioeléctrica en jóvenes universitarias sanas.

Material y Métodos: Estudio correlacional, comparativo, transversal y retrospectivo. Donde participaron 60 mujeres universitarias, con edad promedio: $20,9 \pm 2,3$. Se calculó el índice de masa corporal (IMC); antropometría/ecuaciones: Grasa corporal (GC)/ *Siri*, *Deurenberg* y *Lean*; masa muscular (MM)/ *Heymsfield* y *Poortmans*; agua corporal (AC)/ *Watson* y *Hume*. Antropometría realizada según ISAK[®]. IB analizador tetrapolar de medición segmental directa. Estadística: prueba *t* de student, coeficiente de correlación de intracase (CCI), Spearman (CCS) y gráficos de Bland-Altman.

Resultados: Peso y estatura promedio $56,94 \pm 10,21$ kg, $159 \pm 6,38$ cm, respectivamente. El IMC promedio fue de

$22,24 \pm 3,15$. Antropometría clásica e IB: GC (%): *Siri* $28,4 \pm 4,55$, *Deurenberg* $26,0 \pm 4,41$, *Lean* $26,94 \pm 3,66$ e IB $32,3 \pm 7,04$; mejor CCI: *Siri*-IB (0,600). MM (kg): *Heymsfield* $17,47 \pm 3,81$, *Poortmans* $25,85 \pm 4,62$, IB $20,55 \pm 2,77$; mejor CCI: *Poortmans*-IB (0,719). AC (%): *Watson* $51,6 \pm 3,75$, *Hume* $53,5 \pm 4,77$, IB $49,96 \pm 4,69$; mejor CCI: *Watson*-IB (0,817).

Conclusiones: Al comparar la CC por ambos métodos las ecuaciones de *Siri*, *Poortmans* y *Watson* para la determinación de la GC, MM y AC, respectivamente presentaron mayor asociación respecto a la IB.

PALABRAS CLAVE

Composición Corporal, Antropometría Clásica, Impedancia Bioeléctrica, Jóvenes, Universitarias.

ABSTRACT

Introduction: Assessing the body composition (CC) by classical anthropometry and bioelectrical impedance (BI) allows to know the proportion of the different body segments and their relationship with the nutritional status, however, it is not sufficiently documented if both methods are comparable in the evaluation of young women. The objective of this study is to compare body composition by classical anthropometry and bioelectrical impedance in healthy university students.

Material and Methods: Correlational, comparative, transversal and retrospective study. Where 60 university women

Correspondencia:
Jesús Adán Ortega González
adanjaog@hotmail.com

participated, with average age: 20.9 ± 2.3 . The body mass index (BMI) was calculated; anthropometry/equations: Body fat (CF) / Siri, Deurenberg and Lean; muscle mass (MM) / Heymsfield and Poortmans; body water (BW) / Watson and Hume. Anthropometry performed according to ISAK®. IB with the tetrapolar direct segmental measurement analyzer. Statistics: Student's t-test, intraclass correlation coefficient (CCI), Spearman (CCS) and Bland-Altman graphs.

Results: Average height and weight 56.94 ± 10.21 kg, 159 ± 6.38 cm, respectively. The estimated BMI was similar with both methods ($p > 0.05$). Classical anthropometry and IB: GC (%): Siri 28.4 ± 4.55 , Deurenberg 26.0 ± 4.41 , Lean 26.94 ± 3.66 and IB 32.3 ± 7.04 ; best CCI: Siri-IB (0.600). MM (kg): Heymsfield 17.47 ± 3.81 , Poortmans 25.85 ± 4.62 , IB 20.55 ± 2.77 ; best CCI: Poortmans-IB (0.719). AC (%): Watson 51.6 ± 3.75 , Hume 53.5 ± 4.77 , IB 49.96 ± 4.69 ; best CCI: Watson-IB (0.817).

Conclusions: When comparing the CC by both methods, the equations of Siri, Poortmans, and Watson for the determination of the GC, MM, and AC, respectively, showed a greater association with respect to the IB.

KEYWORDS

Body Composition, Classical Anthropometry, Bioelectrical Impedance, Young boys, University.

ABREVIATURAS

- AC: Agua corporal.
- AMBr: Área Muscular del Brazo Corregido.
- BUAP: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- CB: Circunferencia de Brazo Relajado.
- CC: Composición Corporal.
- CCI: Coeficiente de correlación de intraclass.
- CCS: Coeficiente de Spearman.
- CM: Circunferencia de muslo.
- CP: Circunferencia de pantorrilla.
- DC: Densidad Corporal.
- DEXA: Absorsimetría dual de rayos x.
- FM: Facultad de Medicina.
- GC: Grasa corporal.
- IB: Impedancia Bioeléctrica.
- IMC: Índice de Masa Corporal.
- ISAK: Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- LNC: Licenciatura en Nutrición Clínica.

- MG: Masa Grasa.
- MLG: Masa Libre de Grasa.
- MM: Masa muscular.
- MO: Masa Ósea.
- PB: Panículo Bicipital.
- PSE: Panículo Sub escapular.
- PSI: Panículo Supra iliaco.
- PT: Panículo Tricipital.
- TAC: Tomografía axial computarizada.
- TOBEC: Conductividad eléctrica corporal.
- Xc: Reactancia.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la composición corporal (CC) permite obtener resultados confiables para la determinación de los diferentes segmentos corporales y la relación que tiene con el estado nutricional de un individuo¹. Conocer la CC es fundamental para el desarrollo de las ciencias de la salud y el entendimiento de las variaciones en los componentes corporales asociados a los procesos fisiológicos como el crecimiento, envejecimiento y otros cambios que se originan como resultado de la actividad física y el balance energético².

Mantener un equilibrio entre las proporciones de los componentes corporales (grasa y masa libre de grasa) es esencial, ya que una alteración negativa en estas condiciona a la aparición de enfermedades por carencia u/o exceso; como resultado de lo expuesto es de gran interés la valoración de CC como herramienta diagnóstica^{3,4,5}.

La veracidad de los resultados obtenidos de la medición de la CC depende de los métodos e instrumentos utilizados⁶, entre los más utilizados se pueden citar el uso de modelos multicompartimentales como la densitometría hidrostática, la absorciometría dual con energía de rayos X (DEXA), las técnicas de imagen, la antropometría clásica y la impedancia bioeléctrica (IB) entre otros^{4,6}.

Por su parte, la antropometría clásica y la IB han destacado como métodos cuyas técnicas son relativamente sencillas y de bajo costo en comparación a otros. Estas características hacen que puedan ser ampliamente considerados cuando se busque evaluar la CC en diferentes grupos poblacionales sin comprometer la efectividad de la evaluación⁷.

La antropometría clásica consiste en la medición de panículos cutáneos, circunferencias, longitudes y peso con la finalidad de aplicar los resultados en ecuaciones predictivas para estimar la proporción de los distintos compartimentos corporales⁸. La adecuada selección de los instrumentos con que se lleven a cabo las mediciones antropométricas asegurará la

precisión en la lectura y en los resultados de la evaluación⁹. Entre las ventajas de este método destaca su bajo costo, el uso de materiales transportables y el empleo de técnicas de medición relativamente sencillas, sin embargo no se debe perder de vista que este método no distingue alteraciones de la CC causadas por deficiencias nutrimentales, teniendo una menor precisión en sujetos con obesidad y que el resultado de la evaluación, así como el margen de error son proporcionales a la experiencia del evaluador^{5,10}. Existe un gran interés entre la asociación de las medidas corporales tomadas por antropometría clásica y la cuantificación de los diferentes componentes corporales, sin embargo, los estudios realizados con este enfoque en mujeres jóvenes son escasos¹⁰.

Por otra parte, la IB es una técnica que se basa en la relación existente entre el contenido total de agua corporal (AC) y las características eléctricas de los tejidos del organismo ante el paso de pequeñas corrientes alternas de una frecuencia relativamente alta y calculada a través de diferentes equipos, siendo los más sofisticados los de tipo tetrapolar^{11,12}.

El principio de la IB se basa en que el tejido graso, el muscular y los líquidos extracelulares oponen distinta resistencia al paso de corriente eléctrica. Supone también que el AC y la MM presentan una alta conductividad que se traduce en una baja resistencia o impedancia, mientras que la GC tiene una baja conductividad o lo que es igual una alta impedancia¹¹. Cabe destacar que el análisis por IB se ha posicionado como un método de gran precisión, inocuo, no invasivo, sencillo, de rápida aplicación, poca dificultad técnica y de bajo costo en comparación con otros métodos; siendo la IB igualmente de efectivo como el "estándar de oro" DEXA¹³. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la falta de conocimiento sobre las ecuaciones con las que determina la CC que responden a una patente del fabricante y que los aparatos de IB están diseñados a partir de una población sana que asume un equilibrio de fluidos y electrolitos en el organismo, por lo que podría arrojar resultados erróneos cuando son aplicados en sujetos con alguna alteración física^{12,13}.

El empleo y comparación de la antropometría clásica contra equipos de IB tetrapolar, cobra importancia en la valoración de la CC en mujeres jóvenes universitarias, debido a la escasa información existente que permita comparar el empleo de las diferentes ecuaciones antropométricas de mayor uso con la IB. De lo anterior, el objetivo de este estudio fue comparar la composición corporal por antropometría clásica e impedancia bioeléctrica en una población de mujeres jóvenes universitarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio correlacional, comparativo, transversal y retrospectivo, durante el periodo comprendido entre noviembre y octubre de 2018. La selección de los participantes se basó en un diseño no probabilístico por conveniencia, con una muestra conformada por 60 alumnas (edad promedio

20,9 ± 2,3 años), sin antecedentes de riesgo o enfermedad, inscritas al programa de estudios de Nutrición Clínica de la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Todos los participantes fueron informados del procedimiento y objetivo del estudio a partir de los cual se obtuvo la firma de su carta de consentimiento informado. Éticamente los métodos empleados son inocuos e inofensivos catalogando a la investigación con riesgo mínimo de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de México¹⁴.

La evaluación por antropometría clásica fue realizada por un nutriólogo clínico certificado de acuerdo a la metodología propuesta por la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).

Todos los sujetos se evaluaron usando ropa ligera, bajo un ambiente adecuado y las mediciones se tomaron en la misma sesión tres veces, con lectura cada una a los tres segundos. La estatura se obtuvo con el uso de un estadiómetro marca "SECA® modelo 213" y con una longitud de hasta 2,2 m y precisión de 1,0 mm. El peso se registró haciendo uso de una báscula digital marca "SECA® modelo 813" con precisión de ± 100,00 g, calibrada y con capacidad de hasta 150,00 kg. Las circunferencias evaluadas fueron: brazo relajado (CB), cintura, muslo (CM) y pantorrilla (CP), usando una cinta métrica marca "Lufkin®" flexible no elástica y metálica con precisión de ±0,1 cm con anchura de 5,0 a 7,0 mm, longitud de 2,0 m y graduación a partir de 2,0 cm del inicio. Los pániculos cutáneos que se midieron fueron: tricípital (PT), bicipital (PB), subescapular (PSE) y supra iliaco (PSI), utilizando plicómetro "Harpender®" de presión constante de 0.2 mm.

Una vez tomadas todas las medidas se procedió al cálculo del Índice de Masa corporal (IMC) y de los diferentes compartimentos corporales. El IMC fue calculado por ambos métodos empleando la fórmula de Quetelet: $IMC_{kg/m^2} = \text{Peso}_{kg} / \text{Talla}_{m^2}$. La GC se calculó en porcentaje por tres ecuaciones: **Siri**^{15,16}: % GC = $[(4,95 / DC) - 4,5] \times 100$, donde la densidad corporal (DC) se estimó usando la sumatoria de los cuatro pliegues evaluados y empleándolos en la ecuación de Durnin y Womersley¹⁵: $DC = c - (m \times \log_{10} (\sum \text{cuatro pliegues}_{mm}))$; **Deurenberg**¹⁷: $GC = (1,20 \times IMC_{kg/m^2}) + (0,23 \times \text{Edad}_{años}) - (10,8 \times \text{género}) - 5,4$, donde el género para mujeres es igual a cero; y la ecuación de **Lean**¹⁸: $GC = (0,439 \times \text{circunferencia de cintura}_{cm}) + (0,221 \times \text{Edad}_{años}) - 9,4$. La MM se estimó en kg a partir de dos ecuaciones: **Heymsfield**¹⁰: $MM = \text{estatura}_{cm} \times (0,0264 + (0,0029 + AMBr_{cm^2}))$ donde el área muscular del brazo corregida. (AMBr) se calculó a través de la fórmula del mismo autor: $AMBr_{cm^2} = ((CB_{cm} - [PT_{cm} \times n])^2) / 4n - [\text{Género}_{cm^2}]$ y empleado como género para mujeres 6.5 cm²; y la ecuación de **Poortmans**²⁰: $MM = \text{estatura}_{cm} \times (0,0264 \times CB_{cm^2}) + (0,0032 \times CM_{cm^2}) + (0,0015 \times CP_{cm^2}) + (2,56 \times \text{género}) + (0,136 \times \text{edad}_{años})$ donde el género es igual a cero. Los litros de AC se calcularon a partir de las ecuaciones de **Watson**²¹: $AC = (0,069 \times \text{estatura}_{cm}) + (0,2466 \times \text{peso}_{kg}) -$

2,097 y por la ecuación de **Hume-Weyers**²²: $AC = (0,344547 \times \text{estatura}_{\text{cm}}) + (0,183809 \times \text{peso}_{\text{kg}}) - 35,270121$.

La evaluación por IB fue registrada siempre por el mismo evaluador que realizó la antropometría clásica, haciendo uso del analizador de CC tetrapolar "In'Body 230®", considerando que el sujeto a evaluar no portara ningún objeto metálico y que contara con la menor cantidad de ropa posible. Primero se tomó el peso del sujeto estando de pie, en posición normal sobre la superficie que indica la báscula, siempre con una postura relajada, quieta y con las extremidades inferiores ligeramente separadas. Tras la obtención del peso se procedió a introducir en el software de la báscula los datos de estatura en centímetros, edad en años y el género femenino. Ya introducidos estos datos, el sujeto extendió los brazos durante 35 segundos en un ángulo de 45° y sostuvo los electrodos del equipo para la determinación de la CC, cuidando de con los dedos de las manos sin hacer excesiva presión ni agarrar con las uñas de las manos. Esta medición se tomó una vez en cada individuo a fin de evitar variaciones en los resultados. Concluido este procedimiento el equipo calculó de manera automatizada el IMC, %GC, kg de MM y porcentaje de AC. Los valores de las variables antropométricas y de IB se estratificaron en porcentaje según los resultados obtenidos en cada uno de ellos. El procesamiento de los datos se hizo a través del programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS.INC®) versión 24/ 2016) y el software Microsoft Office Excel® 2013. Las pruebas estadísticas empleadas fueron: medidas de tendencia central, Test de contraste de las medidas obtenidas a través de la prueba T Student con el grado de significancia de $p < 0,05$. El estudio de comparación entre los métodos se realizó analizando la asociación entre los resultados mediante el coeficiente de correlación intraclass (CCI) y de Spearman (CCS). Para observar la variación entre los datos se emplearon las tablas de Bland-Altman.

RESULTADOS

Los valores medios de las mediciones antropométricas de la población, se observan en la Tabla 1. Respecto a la medición

de panículos adiposos y circunferencias se observó una similitud sin diferencia estadística respecto de los valores de referencia para esta población.

Los porcentajes de GC obtenidos por las diferentes ecuaciones muestran valores más altos para la ecuación de Siri y la IB (ver Tabla 2). Respecto a la MM se pudo observar que los valores más bajos fueron los obtenidos por la ecuación de Heymsfield (ver Tabla 2). El AC mostro valores similares

Tabla 1. Peso, IMC, panículos adiposos y circunferencias de la población.

Variable	Media ± DE	Valores de Referencia ²⁵
Peso kg	56,32 ± 9,02	-
Estatura cm	159 ± 6,39	-
IMC kg/m ²	22,24 ± 3,15	18.5-24.9
Panículo		
Tricipital mm	17,21 ± 5,26	18,50
Subescapular mm	16,45 ± 5,07	16,00
Suprailiaco mm	17,75 ± 6,89	17,00
Bicipital mm	9,18 ± 3,53	9,80
Circunferencias		
Brazo relajado cm	26,46 ± 2,99	26,80
Muslo cm	47,74 ± 5,60	-
Pantorrilla cm	33,51 ± 3,52	-
Cintura cm	72,57 ± 7,53	<88,0

DE: Desviación Estándar, IMC: índice de masa corporal.

Tabla 2. Valores medios del porcentaje de grasa corporal, masa muscular y agua corporal calculados por antropometría clásica e impedancia bioeléctrica.

Compartimento	Método			
	<i>Siri</i>	<i>Deurenberg</i>	<i>Lean</i>	<i>IB</i>
Grasa Corporal (%)	28,23 ± 4,59	26,37 ± 5,61	26,64 ± 3,27	31,75 ± 6,33
Masa Muscular (%)	<i>Heymsfield</i>	<i>Poortmans</i>		<i>IB</i>
	17,47 ± 3,81	25,85 ± 4,62		20,55 ± 2,77
Agua Corporal (%)	<i>Watson</i>	<i>Hume</i>		<i>IB</i>
	51,6 ± 3,75	53,5 ± 4,77		49,96 ± 4,69

IB: Impedancia bioeléctrica.

entre ambas ecuaciones. Además, se observó una diferencia significativa ($p < 0,001$) al comparar cada ecuación entre sí y con la IB.

La valoración del grado de acuerdo de las ecuaciones respecto a la IB (ver Tabla 3) demostró que para el porcentaje de GC, es la fórmula de Siri la que presenta "Buena" relación estadística ($CCI = 0,60$, $CCS = 0,617$) respecto a la IB, siendo la fórmula de Poortmans ($CCI=0,719$, $CCS=0,715$) la que presentó mayor correlación al ser comparada con IB para el cálculo de la MM. Respecto al AC ambas ecuaciones mostraron una correlación satisfactoria (Watson, $CCI=0,796$ y $CCS=0,792$; Hume, $CCI= 0,787$ y $CCS= 0,788$).

El método de Bland-Altman mostró que el grado de concordancia establecido entre las ecuaciones de *Deurenberg* y *Lean* en ambos casos sobrepasa el rango del 10% del límite superior e inferior (mayor dispersión) respecto al de la comparación de la ecuación de Siri con la IB (ver figura 1, 2, 3).

Respecto a la MM el grafico de Bland-Altman mostró una mayor tendencia hacia la línea media de ajuste entre los resultados de MM por Poortmans e IB, esto indica una mayor relación entre resultados con menor tendencia al error (ver Figura 4, 5).

Al comparar el AC por el método de Bland-Altman se encontró para ambas fórmulas una menor dispersión en relación a la línea media de ajuste al compararlas contra la IB (ver Figura 6, 7).

Tabla 3. Coeficiente de la antropometría clásica respecto a la impedancia bioeléctrica.

	CCI*	CCS
Grasa Corporal		
Siri – IB	0,600	0,617
Deurenberg – IB	0,589	0,576
Lean – IB	0,505	0,538
Masa Muscular		
Heymsfield – IB	0,678	0,676
Poortmans – IB	0,719	0,715
Agua Corporal		
Watson – IB	0,796	0,792
Hume – IB	0,787	0,788

CCI: Coeficiente de correlación intraclass.

CCA: Coeficiente de correlación de Spearman.

IB: Impedancia Bioeléctrica.

* **Muy Buena:** $\geq 0,75$, Buena: $0,75-0,5$, **Regular:** $0,5-0,4$, **Mala:** $\leq 0,04$.

Figura 1. Concordancia entre porcentaje de grasa corporal calculado por la fórmula de Siri e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.

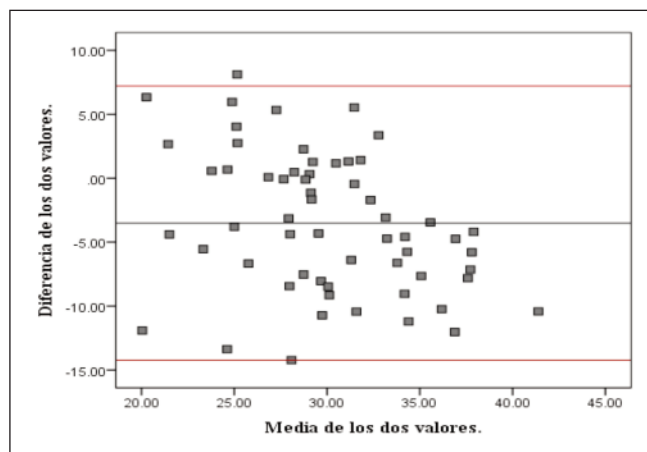


Figura 2. Concordancia entre porcentaje de grasa corporal calculado por la fórmula de Lean e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.

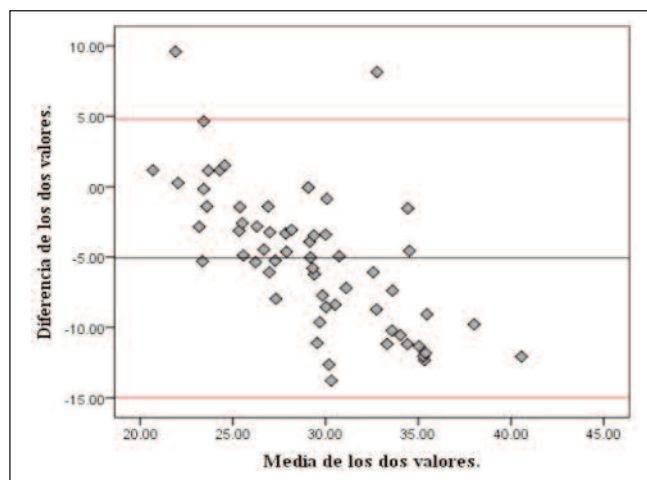


Figura 3. Concordancia entre porcentaje de grasa corporal calculado por la fórmula de Deurenberg e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.

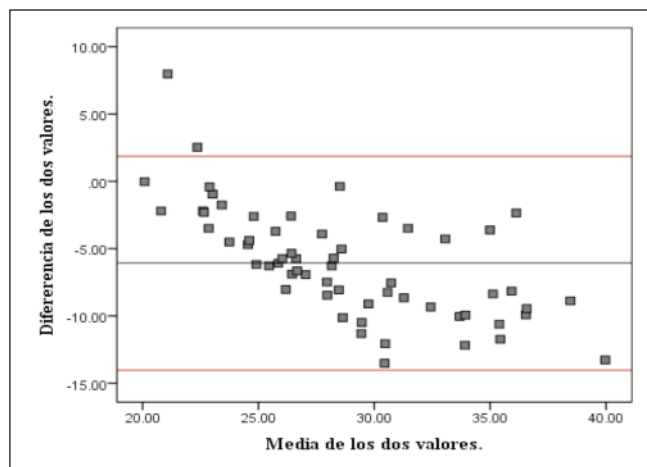


Figura 4. Concordancia entre porcentaje de masa muscular calculado por la fórmula de Heymsfield e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.

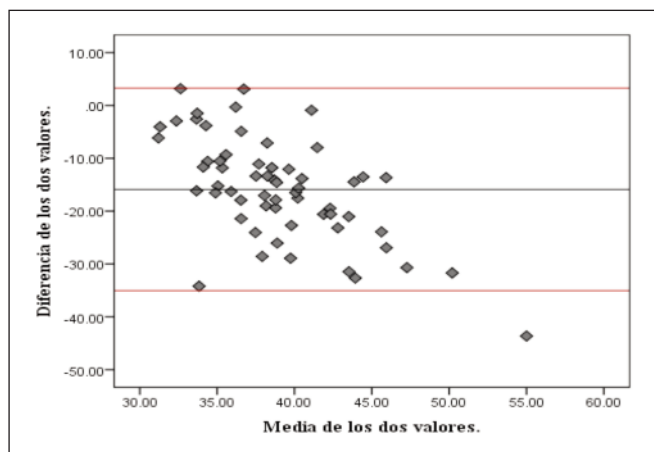


Figura 6. Concordancia entre porcentaje de agua corporal total calculado por la fórmula de Watson e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.

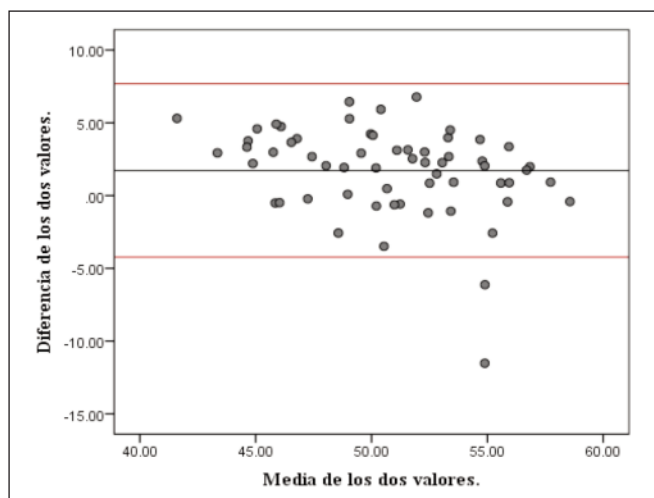


Figura 5. Concordancia entre porcentaje de masa muscular calculado por la fórmula de Poortmans e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.

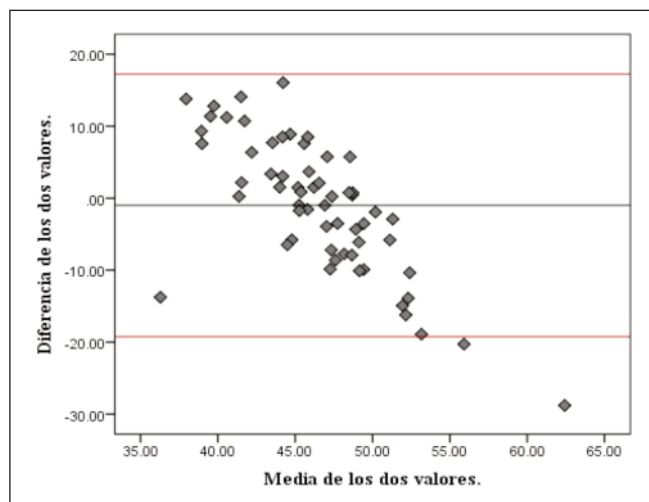
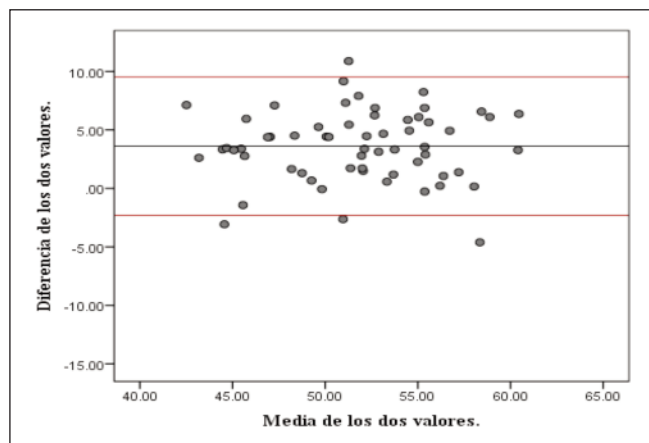


Figura 7. Concordancia entre porcentaje de agua corporal total calculado por la fórmula de Hume e impedancia bioeléctrica según el método de Bland-Altman.



DISCUSIÓN

Respecto al IMC el 70% de la población se determinó con "normopeso" y el resto con "sobrepeso", de acuerdo a los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los resultados de nuestro estudio obtenidos por ambos métodos son similares a los de Cossío-Bolaños (2011)²³ en el que fueron evaluados también a jóvenes universitarias con una edad promedio entre 18 a 25 años. Esto probablemente se deba a la preocupación constante que existe sobre el cuidado físico presente en los jóvenes adultos, los cuales son estudiantes de la carrera en Nutrición y que puede repercutir en conductas de alimentación que les influya sobre el hecho de consumir alimentos con una menor carga calórica, sin embargo debe destacarse que si bien los resultados indican normalidad, el IMC no es determinante suficiente para considerarse como un parámetro de adiposidad o predictor de GC^{23,24}.

Respecto a los panículos, las diferencias numéricas observadas entre los valores promedio se muestran similar al del estudio realizado por Ortega et al (2017)²⁵ en una población de jóvenes universitarios mexicanos con un rango de edad entre los 18 y 24 años obtuvo valores similares con una población que incluyó ambos géneros.

Los valores obtenidos con la medición de las circunferencias se comportan de forma similar a los obtenidos por otros autores como Canda A (2015)²⁶. En este estudio se incluyó una población de ambos géneros con edades entre 19 y 40 años en el que se evaluó la CB, CM y la CP, al realizar el diagnóstico se señala que los puntos de corte no están establecidos concretamente para la CM y CP por lo que únicamente encontró que en las mujeres la medición de CB fue $\geq 24,1$ cm lo que indica ausencia de riesgo a disminución de la MM.

Los datos del presente estudio comparados con los resultados de GC por la fórmula de Siri contra otros métodos estándar^{5,27} en poblaciones de personas de edades entre los 20 y 54 años sugiere que la aplicación de la fórmula de Siri resulta tener una mayor viabilidad o conveniencia al obtener un menor error de estimación, respecto de otras fórmulas. Estudios similares con población de hombres y mujeres de edades entre 18 y 68 años, también emplean las tres fórmulas del presente estudio, demostrando que la fórmula de Siri obtiene mejores resultados frente a otras, tanto en porcentaje final como estadísticamente al evaluar la GC^{28,29}. Aun así, existen otros estudios que han reportado resultados muy diferentes, que señalan que al comparar la ecuación de Deurenberg frente a la IB, esta subestima el resultado de GC, dando la impresión de mejores resultados, un supuesto que muchos autores argumentan que sucede porque se utiliza el IMC en el cálculo del porcentaje. Los lineamientos actuales sugieren que en la valoración nutricional de la CC el IMC existe poca sensibilidad y especificidad para identificar y diferenciar entre la GC y la masa libre de grasa en el organismo, por lo que su utilización queda a consideración de cada profesional o investigador¹. Adicionalmente, en el presente trabajo los resultados estadísticos y los gráficos comparativos mostraron que la fórmula de Siri contra la IB tiene mayor relación cuando se elimina la aleatoriedad de datos. Estudios con poblaciones similares de mujeres jóvenes que utilizaron la fórmula de Siri con la DC por la fórmula de Durnin y Womersley, han mostrado que estadísticamente si existe una buena correlación entre los métodos (Siri - IB) ($r=0,8$), especialmente cuando se utilizan aparatos de IB tetrapolar mano-pie. Estos estudios refuerzan la teoría de que la fórmula de Siri para el cálculo de GC es más comparable con la IB³⁰. Los resultados mostrados mantienen similitud con otros trabajos comparativos^{11,27} que indican que en cuanto a especificidad, la fórmula de Siri (con densidad corporal calculada por la fórmula de Durnin-Womersley) es mejor para la valoración de la GC. La evidencia que se ha obtenido de comparar los resultados de GC por la fórmula de Siri contra otros métodos estándar^{10,27} en poblaciones de jóvenes de edades entre los 20 y 54 años sugiere que la aplicación de la fórmula de Siri es más viable al obtener menor error de estimación contra otras.

Respecto a la MM varios estudios concluyen que la fórmula de Heymsfield subestima la MM si se compara con los resultados obtenidos por Poortmans, como sugiere el meta análisis realizado por Currilem G. et al, el cual expone evidencia comparativa que señala buenos resultados de correlación entre la fórmula de Poortmans y el "estándar de oro" que es la DEXA ($r^2=0,96$)³¹.

Cabe mencionarse que los estudios comparativos de fórmulas para el cálculo de la MM han destacado que la fórmula de Poortmans en poblaciones jóvenes es muy útil pues considera la medición de miembros y áreas superiores del cuerpo, así como de miembros inferiores altamente relacionados con el cálculo del componente muscular^{30,31}.

En cuanto al AC los resultados son similares a los de otros estudios en los que se muestra que al evaluar del % AC por las dos ecuaciones seleccionadas no hay diferencia estadística cuando se realiza la comparación contra la IB³². Gallardo J et al³² en su estudio compararon las mismas fórmulas contra la IB, concluyendo la fórmula de Watson es bastante similar a la IB ($r=0,88$) y que la fórmula de Hume obtiene una correlación menor en el % AC ($r=0,87$), así mismo cuando la ecuación de Watson se compara contra DEXA en jóvenes tiene una muy buena correlación ($r=0,84$).

CONCLUSIONES

Al comparar en una población de mujeres jóvenes la composición corporal por antropometría clásica respecto a la impedancia bioeléctrica, resultaron con buenos coeficientes de correlación $\geq 0,6$ la fórmula de Siri para grasa corporal, la de Poortmans para masa muscular y la de Watson para agua corporal, por lo que pueden ser usados indistintamente este tipo de población ambos métodos para estos parámetros de composición corporal.

REFERENCIAS

1. Rodrigo Ramírez-Campill Moreira O, Alonso-Aubin A, Patrocinio C, Candia-Lujan R, De Paz J. Métodos de evaluación de la composición corporal: actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. Arch Med Deporte. 2015. 32(6):387-394.
2. Gómez Campos R, Hespanhol J, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda, M, Cossio-Bolaños M. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil Nutr. clín. diet. hosp. 2012; 32(3):7-17.
3. Martínez JI, Et al. Variación de la masa corporal grasa por Antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. J.I. Rev. Arg. Antrop. Biol. 2018.0020.01.05.
4. Cardozo LA, Cuervo YA, Murcia JA. Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso-obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá, Colombia. Nutr. clín. diet. hosp. 2016; 36(3):68-75
5. Concha-Cisternasa Y, Valdés-Badillad P, Guzmán-Muñoz E. Comparación de marcadores antropométricos de salud entre mujeres de 60-75 años físicamente activas e inactivas. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2017; 21(3): 256 – 262.
6. Aurenzanz E, Samper P, Ayerza A, Moreno LA, Bueno G. Estudio de composición corporal: absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA). Bol Pediatr Arag Rioj Sor, 2016; 46: 5-9.
7. Taing KY, Farkouh ME, Moineddin R, Tu JV, Jha P. Comparative associations between anthropometric and bioelectric impedance analysis derived adiposity measures with blood pressure and hypertension in India: a cross-sectional analysis. BMC Obes. 2017;4:37.
8. Aristizabal JC, Estrada-Restrepo A, Giraldo García A. Development and validation of anthropometric equations to estimate body composition in adult women. Colomb Med (Cali). 2018;49(2):154-159.

9. Kanellakis S, Skoufas E, Khudokononko V, Apostolidou E, Gerakiti L, Andrioti MC. Development and validation of two equations based on anthropometry, estimating body fat for the Greek adult population. *Obesity*. 2017;25(2):408-416.
10. Fernández J, et al. Evaluación y comparación de cinco calibres de pliegues cutáneos. *Nutr Hosp* 2017;34:111-115
11. Arias N. Aplicaciones de la bioimpedancia en el estudio de la composición corporal en un grupo de estudiantes universitarios: deportistas vs sedentarios. *Rev. Med. Universidad de Valladolid*. 2015. (1):9-30.
12. Costa O, Alonso D, Patrocinio de Oliveira C, Candia R, A. de Paz J. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte* 2015;32(6):387-394.
13. Thibault, R; Genton, L; Pichard, C. Body composition: why, when and for who? *Clin Nutr*. 2012;31(4):435-47.
14. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Diario Oficial de la Federación. México. 1984. Rev. 2012.
15. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on men and women aged from 16 to 72 years. *Br.F.Nutr.* (1974); 32-77.
16. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. En: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Sciences; 1961.
17. Deurenberg P, Andreoli A, Borg P, Kukkonen-Harjula K, DeLorenzo A, Van-Marken L, et al. The validity of predicted body fat percentage from body mass index and from impedance in samples of five European populations. *Eur J Clin Nutr*. 2001; (55): 973-9.
18. Lean ME, Han T, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr*. 1996; (63):4-14.
19. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon D. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr*. 1982; (36):680-690.
20. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno R, Goldman S. Estimation of total body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; (37):316-322.
21. Watson PE, Watson I, Batt R. Total body volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr*. 1980; (33):27-39.
22. Hume R, Weyers E. Relationship between total body water and surface area in normal and obese subjects. *J Clin Path*, 1971; (24):234-238.
23. Cossío-Bolaños MA, De Arruda M, Moyano PA, Gañán E, Pino LM, Lancho JL. Composición corporal de jóvenes universitarios en relación con la salud. *Nutr. Clin. Diet. Hosp*. 2011; 31(3): 15-21.
24. Durán-Agüeroa S, Maraboli-Ulloa D, Fernández-Frías F, Cubillos-Schmied G. Composición corporal en soldados chilenos del Regimiento Buín. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2017; 21(1): 11 – 17.
25. Ortega JA, Fernández de Gamboa A, Bilbao T, Pliego M, Torres E. Estado de la composición corporal del estudiante de la facultad de medicina de una universidad pública de México. *Rev. Cubana de Alimentación y Nutrición*. 2017; 27(1): 14-28.
26. Canda A. Puntos de corte de diferentes parámetros antropométricos para el diagnóstico de sarcopenia. *Rev. Nutr. Hosp*. 2015; 32(2): 765-770.
27. Fernandes-Filho J, et al. Evaluación y comparación de cinco calibres de pliegues cutáneos. *Nutr Hosp*. 2017; 34(1):111-115.
28. Martín V, Gómez J, Antoraz M. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. *Rev. Esp. Salud Pública*. 2002. (75):221-236.
29. Beam J, Szymanski D. Validity of 2 skinfold calipers in estimating percent body fat of college-aged men and women. *J Strength Cond Res* 2010;24(12):3448-56.
30. Currilem C, Rodríguez F, Almagia A, Yuing-Farías T, Berral de la Rosa F. Ecuaciones para la evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes. *Rev. Saúde Pública*. 2016: 32(7): 2-6.
31. Poortmans J, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno R, Goldman S. Estimation of total body skeletal muscle mass in adolescents. *Rev. Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005; 37(2): 316-322.
32. Gallardo J, Zapata J, Lluncor J, Cieza J. Evaluación del agua corporal medida por bioimpedancia eléctrica en adultos jóvenes sanos y su correlación estimada según formulas convencionales. *Rev. Med. Hered*. 2016; (27): 146-151.