

# Estimaciones de la masa grasa y la masa muscular por métodos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica

## *Assessment of fat mass and skeletal muscle mass by means of conventional anthropometry and bioelectrical impedance analysis*

José Ramón Alvero Cruz

Médico, Profesor Titular, Universidad de Málaga, Málaga, España

Elvis Álvarez Carnero, Doctor en Educación Física, Laboratorio de Biodinámica y Composición Corporal, Facultad de Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España

José Carlos Fernández-García, Doctor en Educación Física, Laboratorio de Biodinámica y Composición Corporal, Facultad de Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España

Jesús Barrera-Expósito, Profesor de Educación Física, Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte, Facultad de Medicina; Laboratorio de Biodinámica y Composición Corporal, Facultad de Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España

Francisco J. Ordóñez, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

Manuel Rosety-Rodríguez, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

Acceda a este artículo en  
siicsalud

Código Respuesta Rápida  
(Quick Response Code, QR)



Recepción: 3/8/2013 - Aprobación: 25/10/2013  
Primera edición, www.siicsalud.com; 6/11/2013

Enviar correspondencia a: José Ramón Alvero Cruz, Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte, Edificio López de Peñalver, Campus de Teatinos, Universidad de Málaga, 29071, Málaga, España  
alvero@uma.es

+ Especialidades médicas relacionadas, producción bibliográfica y referencias profesionales de los autores.

### Abstract

**Aim:** To determine fat mass and skeletal muscle mass (SMM) percentages in children by using two different methods (conventional anthropometry and bioelectrical impedance analysis [BIA]). A secondary purpose was to compare both methods for assessing body composition in this group. **Methods:** A total of 150 children (75 males; 75 females), aged 12-18 years, were recruited for the trial. Fat mass percentage was assessed by conventional anthropometric technique (Slaughter's equation) and BIA (Houtkooper's equation). Lastly, SMM percentage was determined by Poortman's formula. The Student t test for unpaired data was performed to compare mean values. Furthermore, the Bland-Altman plot was used for assessing the agreement between methods. It should also be pointed out that written informed consent was obtained from parents or legal representatives. **Results:** No significant differences were found when assessing fat mass percentage by different methods ( $p > 0.05$ ). Regarding SMM percentage, a significant difference was found between males and females ( $p < 0.05$ ). The Bland-Altman plot showed slight mean differences between methods in males. The best agreement between methods for assessing fat mass was found in females. **Conclusion:** Conventional anthropometry and BIA were not interchangeable for assessing fat mass in children given that the Bland-Altman plot demonstrated wide limits of agreement and a systematic proportional bias.

**Key words:** fat mass, skeletal muscle mass, anthropometry, bioelectrical impedance analysis, body composition

### Resumen

**Objetivo:** Determinar la masa grasa y sus diferencias estimadas por técnicas de antropometría y bioimpedancia eléctrica de cuerpo entero, así como presentar datos de masa muscular esquelética en jóvenes en edad escolar, por métodos antropométricos. **Método:** Se ha procedido a la valoración de la composición corporal de 75 niños y 75 niñas de entre 12 y 18 años, mediante técnicas antropométricas y de bioimpedancia eléctrica de cuerpo entero para estimar la masa grasa (Slaughter y Houtkooper, respectivamente), así como la masa muscular esquelética (Poortmans). El análisis estadístico consistió en un estudio comparativo entre métodos que se realizó mediante la prueba de la *t* de Student, un estudio correlacional mediante el coeficiente de correlación de Spearman, así como un estudio de concordancia entre métodos mediante los procedimientos de Bland-Altman. **Resultados:** No existen diferencias significativas de la masa grasa determinada por ambos métodos ( $p > 0.05$ ). Existen diferencias estadísticas en la masa muscular esquelética entre niños y niñas ( $p < 0.05$ ). El estudio de concordancia muestra pequeñas diferencias entre métodos con errores proporcionales para el grupo de niños, no así en niñas, y con muy amplios límites de concordancia entre métodos. **Conclusiones:** En general, se puede concluir que la metodología antropométrica y de bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal no son intercambiables para valoraciones longitudinales, en niños en edad escolar de 12 a 18 años, y aunque se observan pequeñas diferencias, existe un efecto de error proporcional entre métodos.

**Palabras clave:** masa grasa, masa muscular esquelética, antropometría, bioimpedancia eléctrica, composición corporal

### Introducción

La actual epidemia de la obesidad en niños y adolescentes pone de manifiesto la importancia de realizar estimaciones precisas de la composición corporal mediante métodos de fácil utilización como son la antropometría y la bioimpedancia eléctrica. La validez de los métodos de campo difiere frecuentemente en diferentes poblaciones y en especial en los jóvenes, pues los métodos de campo no tienen en cuenta los diferentes grados de hidratación de la masa libre de grasa (MLG).

El análisis de la composición corporal permite conocer las proporciones de los distintos componentes del cuerpo humano y su estudio constituye el eje central de la valoración del estado nutricional. La estimación del agua corporal total, de la masa grasa (MG), MLG, así como de

otros componentes como el mineral óseo, permite la adecuada evaluación de la composición corporal, así como la asociación temprana entre el defecto o el exceso de estos compartimientos, con la aparición del riesgo para algunas enfermedades crónicas.<sup>1,2</sup> Una adecuada evaluación de la composición corporal en los niños y los adolescentes se debe fundamentar en el estudio de sus componentes o compartimientos, así como en el desarrollo y la evaluación de los métodos más precisos e indicados para su estimación.<sup>3</sup>

Los componentes del cuerpo humano se pueden distribuir en cinco niveles de organización: atómico, molecular, celular, tisular y corporal, y la suma de ellos corresponde al peso corporal total. El nivel atómico está formado principalmente por elementos como los minerales, los

electrolitos, el hidrógeno, el nitrógeno y el oxígeno. Estos elementos se combinan para formar compuestos químicos que se agrupan en categorías que definen el nivel molecular; sus principales componentes son el agua, los lípidos, las proteínas, los minerales y los carbohidratos. El nivel tisular está formado por el tejido adiposo, el músculo esquelético, el hueso y las vísceras y el nivel corporal total incluye la masa corporal, la estatura, los perímetros musculares y los pliegues de grasa subcutánea.<sup>4-7</sup>

La estimación correcta de la composición corporal en los sujetos adolescentes cobra gran relevancia en relación con la evaluación del estado nutricional y en particular con el incremento en la prevalencia de la obesidad y la comorbilidad sobre la salud. Ello requiere de métodos de evaluación precisos, rápidos y reproducibles, tanto en la investigación como en el área clínica. Entre éstos están el análisis de activación de neutrones, las imágenes de resonancia magnética, la densitometría e hidrometría, la pletismografía por desplazamiento de aire, los métodos de dilución isotópica, la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) y, por último, por su fácil aplicación y desarrollo en estudios epidemiológicos, las técnicas antropométricas y el análisis de la bioimpedancia eléctrica.<sup>8-10</sup> La adolescencia es un período decisivo en relación con los cambios debidos a la aceleración del crecimiento y la maduración, con cambios manifiestos entre sexos; la cantidad de grasa es mayor en las chicas adolescentes en comparación con los chicos.<sup>11</sup> En estudios epidemiológicos y clínicos se hace necesario un preciso y fidedigno método de estimación de la MG. Igualmente es importante destacar las conocidas diferencias entre los métodos de campo y los métodos de laboratorio para la estimación de los componentes corporales.<sup>12-13</sup>

El objetivo del presente trabajo es la determinación de la MG y sus diferencias determinadas por técnicas de antropometría y bioimpedancia eléctrica, así como presentar datos de masa muscular esquelética en jóvenes en edad escolar.

## Material y métodos

### Sujetos

La población de estudio estuvo formada por 150 jóvenes (75 niños y 75 niñas). Se eligió el centro escolar Instituto de Educación Secundaria Nuestra Sra. de la Victoria, de la ciudad de Málaga (sur de España), que se consideró representativo de la población escolarizada de esas edades (por su distribución según el nivel socioeconómico y las características demográficas).

Dentro del centro escolar, los sujetos se seleccionaron por muestreo aleatorizado simple para el intervalo de edad de 12 a 18 años. La selección se realizó durante el período de octubre a diciembre de 2006. A todos los sujetos se les realizó una serie de exploraciones médicas y físicas, así como diversas encuestas para caracterizar sus hábitos alimentarios y de actividad física; se encontró que todos los sujetos estaban saludables y exentos de enfermedades agudas o crónicas y en el momento de las exploraciones no estaban tomando medicación alguna.

Se explicaron detallada y extensamente las características y los objetivos de las exploraciones a los profesores, al Consejo Escolar y a las asociaciones de madres y padres de alumnos.

El Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga aprobó todos los procedimientos. Antes del estudio, los responsables de la educación de los sujetos procedieron a la firma del consentimiento informado, con posterioridad a la explicación detallada de

todos los instrumentos y metodologías que se utilizarían durante la recogida de datos.

## Métodos

Valoración de la composición corporal. Evaluación antropométrica. Se midió el peso (en kg) utilizando una balanza digital Seca 770 (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 0.1 kg y la estatura (en cm) mediante un tallímetro de pared Seca 208 (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 1 mm. Asimismo se obtuvieron los pliegues del tríceps y medial de la pierna con un calibre de pliegues cutáneos, con una precisión de 0.2 mm (Holtain, Crymych, Reino Unido), para derivar la MG según la ecuación de Slaughter.<sup>10</sup> La masa muscular esquelética se estimó a partir de la ecuación de Poortmans,<sup>14</sup> basada en perímetros musculares del brazo, muslo y pierna. Se procedió a la toma por duplicado de todas las medidas antropométricas, según criterios internacionales estandarizados por la *International Society for Advancement in Kinanthropometry*.<sup>15</sup> La valoración del estado de obesidad se realizó a partir del conocimiento del porcentaje de grasa con valores > 25% para niños y 30% en niñas.<sup>16</sup>

### Bioimpedancia eléctrica

Se utilizó el bioimpedanciómetro multifrecuencia MediSystem (Sanocare Human System, Madrid). Todos los sujetos realizaron una micción a la primera hora de la mañana, tras condiciones de ayuno, se retiraron todos los elementos metálicos de su cuerpo, se controlaron los niveles de hidratación normal y sin haber realizado ejercicio físico moderado intenso en las 24 horas anteriores. Permanecieron en posición de decúbito supino sobre una camilla no conductora entre 8 a 10 minutos antes de obtener los valores de impedancia, resistencia y reactancia; se dispusieron 4 electrodos de contacto (PKR 170, Sanocare Human System, Madrid) en el dorso de la mano y pie derechos.<sup>8,17</sup> La ecuación de Houtkooper<sup>17</sup> permite estimar la MLG, de la cual, al sustraerla del peso corporal total, se obtuvo el valor de la MG tanto en porcentaje de grasa como en kilos de grasa.

### Análisis estadístico

Todas las variables se expresan como media  $\pm$  desviación estándar. Se procedió al análisis de la homogeneidad de las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

El análisis de comparación de medias entre valores de grasa corporal por ambos métodos se realizó con una prueba de la *t* de Student para muestras independientes y para las variables sin distribución normal se utilizó la prueba de Mann-Whitney para muestras independientes. El estudio de correlaciones entre variables se realizó mediante los coeficientes de correlación de Spearman. El estudio de concordancia entre métodos se obtuvo por medio del análisis de Bland-Altman.<sup>19</sup> En todas las pruebas estadísticas se aceptó como significativo un valor de  $p < 0.05$ . El procesamiento de datos se realizó utilizando el programa MedCalc versión 12.1.4.0 (Mariakerke, Bélgica).

## Resultados

Las características antropométricas principales y de composición corporal de la muestra estudiada se muestran en la Tabla 1. Los niños son más altos, más pesados y con mayor masa muscular esquelética que las niñas ( $p < 0.001$ ). No se encuentran diferencias en la MG ni en la MLG ( $p > 0.001$ ). Los coeficientes de correlación de

**Tabla 1.** Características antropométricas de la muestra y valores de composición corporal por bioimpedancia eléctrica (Houtkooper) y antropometría (Slaughter) para la estimación de masa grasa, libre de grasa y masa muscular esquelética.

Variables		Todos		Niños		Niñas	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>Edad</b>	años	14.85	± 1.89	14.83	± 1.86	14.88	± 1.94
<b>Peso</b>	kg	60.31	± 14.28	65.84	± 16.04	54.77	± 9.54
<b>Talla</b>	cm	164.24	± 9.18	168.83	± 8.73	159.65	± 7.11
<b>Masa grasa</b>							
Houtkooper	%	23.58	± 7.74	20.58	± 6.90	26.58	± 7.41
Slaughter	%	25.11	± 9.49	22.78	± 11.34	27.43	± 6.48
<b>Masa libre de grasa</b>							
Houtkooper	%	76.42	± 7.74	79.42	± 6.90	73.42	± 7.41
Slaughter	%	74.89	± 9.49	77.22	± 11.34	72.57	± 6.48
<b>Masa grasa</b>							
Houtkooper	kg	14.50	± 6.62	14.09	± 7.77	14.91	± 5.81
Slaughter	kg	15.82	± 9.99	16.27	± 13.01	15.37	± 5.61
<b>Masa libre de grasa</b>							
Houtkooper	kg	45.81	± 10.85	51.75	± 11.26	39.86	± 6.23
Slaughter	kg	44.49	± 9.12	49.58	± 9.09	39.40	± 5.69
<b>Masa muscular esquelética</b>							
Poortmans	%	42.76	± 3.45	45.35	± 1.75	40.17	± 2.71
Poortmans	kg	25.95	± 7.14	29.85	± 7.29	22.05	± 4.31

DE: desviación estándar.

**Tabla 2.** Valores de masa grasa por las ecuaciones de Slaughter y Houtkooper en niños.

Niños	(n)	% masa grasa Slaughter		% masa grasa Houtkooper	
		Media	DE	Media	DE
12	11	18.73	± 5.52	20.32	± 6.75
13	10	24.14	± 10.74	21.99	± 11.66
14	11	28.09	± 19.86	20.94	± 8.73
15	15	27.60	± 10.36	22.64	± 5.49
16	10	18.82	± 8.93	18.16	± 5.22
17	13	18.83	± 6.86	20.42	± 5.01
18	5	17.52	± 3.31	20.13	± 4.31
19	0				
Todos	75	22.78	± 11.33	20.58	± 6.89

DE: desviación estándar.

Spearman muestran una gran asociación entre métodos considerando el porcentaje y los kilos, respectivamente ( $\rho = 0.64$  y  $\rho = 0.82$ ; ambos  $p < 0.001$ ) entre las ecuaciones de Houtkooper y Slaughter.

En los niños, los porcentajes de grasa se hallan entre el 17.5% y el 28%, estimados por la ecuación de Slaughter, y los valores de Houtkooper se hallan entre el 18% y el 22.5%. Los valores medios de la muestra no presentan diferencias estadísticamente significativas entre el método de antropometría y bioimpedancia ( $p > 0.05$ ) (Tabla 2). Existe un incremento de los valores medios de grasa desde los 12 hasta los 16 años. Estos valores medios entre los 14 y 15 años se podrían catalogar dentro de la obesidad.

En las niñas, los porcentajes de grasa están entre el 23.8% y el 29%, por la ecuación de Slaughter y los valores de Houtkooper se hallan entre el 21% y el 34%. Los valores medios entre métodos no presentan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) (Tabla 3). Las niñas presentan valores estables en todas las edades, con valores medios

**Tabla 3.** Valores de masa grasa por las ecuaciones de Slaughter y Houtkooper en niñas.

Niñas	(n)	% masa grasa Slaughter		% masa grasa Houtkooper	
		Media	DE	Media	DE
12	10	26.02	± 7.86	25.84	± 5.85
13	14	23.77	± 6.41	21.03	± 6.55
14	6	28.40	± 3.76	32.95	± 4.74
15	15	28.38	± 6.21	29.80	± 4.78
16	14	29.30	± 7.30	25.28	± 8.92
17	10	28.98	± 6.08	25.17	± 8.11
18	3	28.11	± 3.42	33.76	± 4.32
19	3	27.87	± 5.06	29.78	± 3.52
Todas	75	27.43	± 6.47	26.58	± 7.40

DE: desviación estándar.

**Tabla 4.** Valores de masa muscular esquelética (en %) en niños y niñas por sexo.

Edad	(n)	Niños		(n)	Niñas	
		Media	DE		Media	DE
12	11	44.81	± 1.26	10	39.80	± 1.76
13	10	45.20	± 1.54	14	38.71	± 4.93
14	11	45.78	± 2.60	6	39.98	± 1.63
15	15	45.40	± 1.54	15	40.66	± 2.07
16	10	45.84	± 1.67	14	40.63	± 1.45
17	13	44.94	± 1.67	10	41.40	± 1.96
18	5	45.80	± 2.08	3	39.55	± 1.28
19	0			3	40.35	± 1.43
Todos	75	45.35	± 1.74	75	40.16	± 2.70

DE: desviación estándar.

ligeramente menores que el punto del 30% que catalogaría la obesidad, exceptuando la edad de 14 años.

Los valores de masa muscular esquelética que presentan los niños son muy estables en el 45%. En las niñas se aprecia una tendencia de aumento de dichos valores desde los 12 hasta los 17 años (Tabla 4). Existen diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas ( $p < 0.001$ ).

En la Tabla 5 se muestran los parámetros del análisis de Bland-Altman. Éste se estableció utilizando el valor medio (eje x) y las diferencias (eje y) entre el porcentaje de la MG de Slaughter y la de Houtkooper (Figura 1). Las diferencias entre métodos para el grupo de los niños es del 2.2%, 0.8% para las niñas y del 1.5% para toda la muestra, sin que estas diferencias entre ecuaciones muestren significación estadística ( $p > 0.05$ ). El análisis de los gráficos de Bland-Altman muestra un error proporcional entre métodos para los niños (Figura 1A) y para toda la muestra en conjunto (Figura 1C) ( $\tau$  de Kendall de 0.35;  $p < 0.001$  y 0.15;  $p = 0.006$ , respectivamente). En el análisis del grupo de las niñas no se observa error proporcional ( $\tau$  de Kendall de 0.03;  $p = 0.70$ ). Las diferencias encontradas siempre son positivas para el valor de la grasa determinada por técnicas antropométricas (Slaughter) sobre las de bioimpedancia eléctrica (Houtkooper). Los límites de concordancia en los tres análisis gráficos son muy amplios (Tabla 5).

## Discusión

El objetivo de este estudio ha sido mostrar las estimaciones de grasa corporal mediante métodos de campo (antropométrico y otro de bioimpedancia eléctrica de

**Tabla 5.** Análisis de Bland-Altman entre masa grasa Slaughter y Houtkooper de la muestra y diferenciado en niños y niñas.

Grupo		%
<b>Todos</b>		
	Diferencia ± DE	1.52 ± 8.01
	LC inferior	-14.18
	LC superior	17.23
<b>Niños</b>		
	Diferencia ± DE	2.20 ± 8.04
	LC inferior	-13.56
	LC superior	17.96
<b>Niñas</b>		
	Diferencia ± DE	0.84 ± 7.98
	LC inferior	-14.79
	LC superior	16.49

DE: desviación estándar; LC: límite de concordancia.

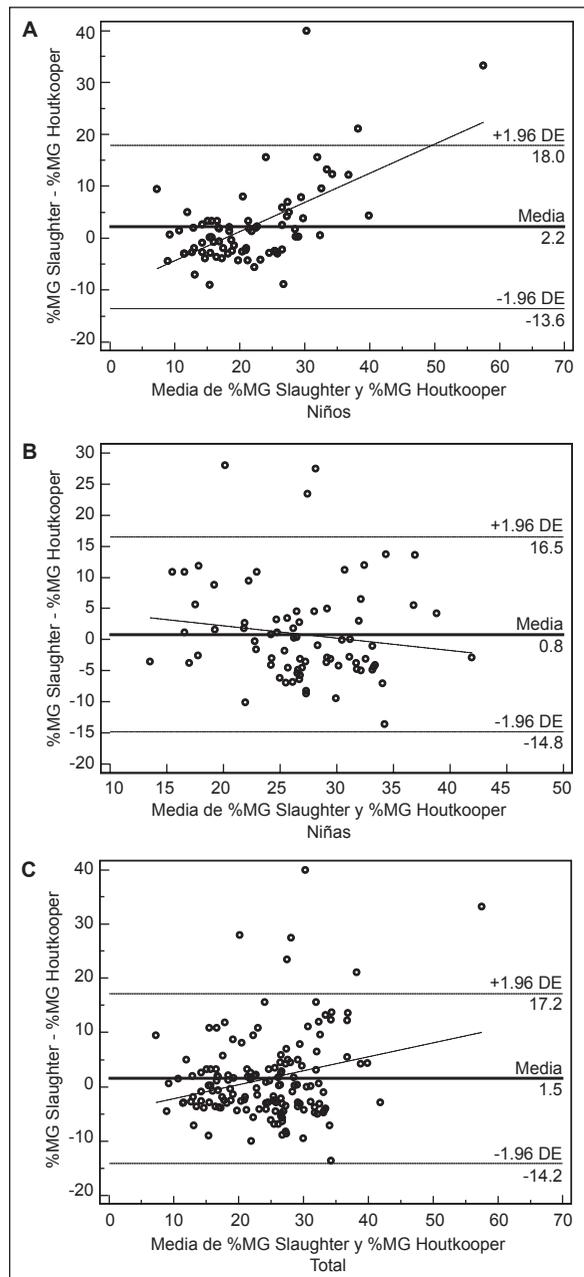
cuerpo entero) en una muestra de jóvenes en edad escolar del sur de España, mediante métodos de muy amplia utilización en la determinación de la composición corporal, en estudios clínicos y epidemiológicos.<sup>21-24</sup>

El índice de masa corporal permite la clasificación de sobrepeso y obesidad de una forma rápida, pues la obtención de los parámetros básicos antropométricos (peso y talla) es de muy fácil obtención, pero son conocidas las limitaciones de este método que no distingue entre la MG y la MLG.<sup>25,26</sup>

De acuerdo con los valores del 25% y el 30% de MG, para niños y niñas,<sup>16</sup> en los cuales se asocia con alteraciones de la presión arterial y de las lipoproteínas, nuestra muestra presenta, según estos valores, una prevalencia de obesidad en torno a un 29.3% para ambos sexos. Estos valores son ligeramente superiores en varones, en comparación con los del estudio AVENA (25.7% para varones y muy superiores al encontrado en las niñas, que fue de un 19.1%).<sup>21</sup> El estudio AVENA se llevó a cabo en una amplia muestra de niños españoles y de diferentes ciudades, tanto del centro del país como del arco mediterráneo. Nuestro estudio obtenido de niños mediterráneos del sur de España muestra diferencias destacables.<sup>21</sup> Esta circunstancia, sin ser categórica, puede indicar que en ciertas zonas de España se verifica un incremento de las tasas de obesidad.

Los resultados del estudio de obesidad infantil y juvenil en-Kid,<sup>27</sup> entre 1998 y 2000, revelaron unos porcentajes de obesidad en torno al 26% y mayores en niños que en niñas y una mayor prevalencia en algunas zonas geográficas como Canarias y Andalucía. Los valores del presente estudio están en concordancia con los publicados por estos autores, que apuntan a un incremento en las tasas de obesidad y sobrepeso. Si bien pudieran existir diferencias menores, dependiendo de la metodología utilizada para clasificar el estado de sobrepeso y obesidad, mediante el índice de masa corporal o bien el porcentaje de grasa.

Rodríguez y col.<sup>22</sup> compararon los valores de grasa corporal obtenidos por DXA y con técnicas antropométricas con la ecuación de Slaughter,<sup>10</sup> basada en los pliegues de grasa, y concluyeron que existen pequeñas diferencias entre métodos, pero no un error proporcional a medida que existe un aumento de la grasa corporal. En el presente estudio, sí se halla, tanto en el grupo de niños como en el de la muestra total, un efecto de error proporcional a medida que aumenta el valor de grasa corporal, al comparar métodos, ninguno de ellos de referencia.



**Figura 1.** Gráficos de Bland-Altman que muestran las diferencias en el porcentaje de grasa entre Slaughter y Houtkooper (A = niños, B = niñas, C = muestra completa). La línea continua representa el valor promedio de las diferencias entre ecuaciones y las líneas discontinuas corresponden a ± 1.96 desviaciones estándar (DE) %MG = porcentaje de masa grasa.

Como se ha comprobado y aunque existen diferencias de estimación entre métodos,<sup>28,29</sup> dichos métodos presentan entre sí coeficientes de correlación significativos, lo cual no debe ser interpretado como que esos métodos puedan ser utilizados indistintamente o de forma intercambiable, pues algunos no sólo presentan diferencias medias, sino errores proporcionales, como podemos comprobar con esta investigación. La utilización de métodos de evaluación de la composición corporal, no fiables ni capaces de poder comprobar los cambios en los diferentes grados de hidratación de la MLG, así como los diferentes minerales, hace que los errores en la estimación de los componentes corporales aumente.<sup>16</sup> Las frecuentes diferencias encontradas entre estos dos métodos radican en la propia utilización de éstos y los algoritmos de cálculo de la estimación de la composición corporal, así como

de las variaciones interindividuales, del sexo y la maduración de los adolescentes.<sup>28,29</sup> En el caso de la utilización de diferentes métodos de evaluación de la composición corporal como DXA y pletismografía por desplazamiento de aire, aunque presentan diferencias, éstas no son significativas en jóvenes adolescentes.<sup>29</sup>

Las determinaciones de grasa corporal mediante la ecuación de Slaughter y de impedancia bioeléctrica en jóvenes obesos y con sobrepeso subestiman la grasa corporal, frente a la DXA como método referencia,<sup>24</sup> en torno a  $3 \pm 2$  kg. Otras diferencias entre el método DXA y el método antropométrico con la ecuación de Slaughter se cifra en torno a -3.7% en chicas y 2.4% en chicos, como valor promedio, aunque este estudio se realizó en prepúberes,<sup>28</sup> con límites de concordancia entre métodos en torno al  $\pm 7\%$ . Los límites de concordancia entre el método antropométrico y de bioimpedancia son muy amplios, y se estima que esto se debe a la utilización de métodos doblemente indirectos.

En adolescentes varones, Slaughter sobreestimó en torno a  $2 \pm 5$  kg, mientras que en chicas existió una subestimación de  $2.3 \pm 3.5$  kg. Estos autores muestran la bioimpedancia como la alternativa a la utilización de DXA, siempre y cuando se empleen ecuaciones derivadas con variables independientes como el sexo, el peso, el índice de impedancia y la reactancia.<sup>29</sup> Gran número de este tipo de ecuaciones de bioimpedancia eléctrica como la de Houtkooper son recomendadas en el Documento de Consenso para la valoración de la composición corporal en adolescentes,<sup>20</sup> pero necesitarían ser validadas en la población española.

En Portugal, país vecino de España, parece que la tasa de obesidad no afecta de forma igual a los niños que a las niñas. Mientras que en los varones parece existir una

caída del 22% al 15% de la prevalencia de obesidad, en las chicas la tendencia es inversa, pasando del 14.5% al 19.5%.<sup>31</sup> Estos hallazgos y diferentes tendencias deben hacer que vigilemos las diferencias que se presentan entre sexos, comunidades y países, pues ello puede ser importante de cara al diseño de programas de prevención y tratamiento de la obesidad, en el período de la niñez a la adolescencia.

La limitación del presente estudio, en cuanto a la precisión de las ecuaciones utilizadas para la estimación de la composición corporal, radica principalmente en que, aunque son ecuaciones recomendadas,<sup>18</sup> no son derivadas en la misma población, aunque sean éstas de características similares. Existen evidencias de cambios en la composición corporal a través del tiempo.<sup>32</sup>

## Conclusiones

Como se confirma con otros estudios, los métodos de estimación de la composición corporal por técnicas antropométricas y de bioimpedancia eléctrica, aunque presentan pequeñas diferencias, no son intercambiables, no sólo en el momento de las determinaciones sino como método de evaluación longitudinal de los cambios, que se presentan en el período de crecimiento y maduración en la adolescencia.

En el presente estudio, sólo en el grupo de las niñas los datos indican que las técnicas antropométricas y de bioimpedancia podrían ser intercambiables, y no en el grupo de los chicos.

Finalmente, consideramos necesario que en el futuro puedan ser derivadas ecuaciones precisas y fiables para la estimación y valoración de la composición corporal, fundamentalmente con métodos multicompartmentales.

Copyright © Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC), 2013  
www.siicsalud.com

*Los autores no manifiestan conflictos de interés.*

### Autoevaluación del artículo

Los métodos de campo de evaluación de la composición corporal son útiles en la valoración de estado nutricional, por ello se pueden utilizar diversos métodos, pero todos deben estar validados dependiendo de la muestra en la cual fueron derivados, para evitar grandes errores en la estimación de la composición corporal.

**En jóvenes en edad escolar son intercambiables los métodos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica para evaluar la composición corporal:**

A, Se utilizan indistintamente; B, Son intercambiables; C, Las pequeñas diferencias entre métodos no son importantes; D, No deben ser intercambiables; E, La bioimpedancia es más precisa.

Verifique su respuesta en [www.siicsalud.com/dato/evaluaciones.php/128787](http://www.siicsalud.com/dato/evaluaciones.php/128787)

#### Cómo citar este artículo

Alvero Cruz JR, Álvarez Carnero E, Fernández-García JC, Barrera-Expósito J, Ordóñez FJ, Rosety-Rodríguez M. Estimaciones de la masa grasa y la masa muscular por métodos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica. *Salud i Ciencia* 20(3):235-40, Nov 2013.

#### How to cite this article

Alvero Cruz JR, Álvarez Carnero E, Fernández-García JC, Barrera-Expósito J, Ordóñez FJ, Rosety-Rodríguez M. Assessment of fat mass and skeletal muscle mass by means of conventional anthropometry and bioelectrical impedance analysis. *Salud i Ciencia* 20(3):235-40, Nov 2013.

### Bibliografía

1. Taylor R, Jones I, Williams S, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 72:490-495, 2000.

2. Bray G, DeLany J, Harsha D, Volaufova J, Champagne C. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *Am J Clin Nutr* 73:687-702, 2001.

3. Wang Z, Heshka S, Pierson R, Heymsfield S. Systematic organization of body composition methodology: overview with emphasis on component based methods. *Am J Clin Nutr* 61:457-465, 1995.

4. Alvero-Cruz JR, de Diego Acosta AM, Fernández-Pastor VJ, García Romero J. Métodos de evaluación de la Composición Corporal: Tendencias actuales I. *Archivos Medicina del Deporte* 104: 535-540, 2004.

5. Wang Z, Pierson R, Heymsfield S. The five mo-

dels: a new approach to organizing body composition research. *Am J Clin Nutr* 56:19-28, 1992.

6. Pietrobelli A, Wang Z, Heymsfield S. Techniques used in measuring human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 1:439-448, 1998.

7. Wang Z, Deurenberg P, Heymsfield S. Cellular-level body composition model. A new approach to studying fat-free mass hydration. *Ann N Y Acad Sci*, 904:306-311, 2000.

8. Alvero-Cruz JR, Correas Gomez L, Roncioni M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzanido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas practicas de utilización. *Rev Andal Med Deporte* 4(4):167-174, 2011.

9. Wells J, Williams JE, Fewtrell M, Singhal A, Lucas A and Cole TJ. A simplified approach to analysing bio-electrical impedance data in epidemiological surveys. *Inter J Obes* 31: 507-14, 2007.

10. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 60(5):709-23, 1988.

11. Moreno LA, Mesana MI, Gonzalez-Gross M, Gil CM, Fleta J, Wärnberg J, Ruiz JR, Sarria A, Marcos A, Bueno M and the AVENA Study Group. Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. *Eur J Clin Nutr* 60(2):191-6, 2006.

12. Nicholson JC, McDuffie JR, Bonat SH, Russell DL, Boyce KA, McCann S, Michael M, Sebring NG, Reynolds JC, Yanovski JA. Estimation of body fatness by air displacement plethysmography in African American and white children. *Pediatr Res* 50(4):467-73, 2001.

13. Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Fleta J, Sarria A, Bueno M; AVENA-Zaragoza Study Group. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* 59(10):1158-66, 2005.

14. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 37(2):316-22, 2005.

15. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International Standards for Anthropometric Assessment. Potchefstroom. South Africa. IN: ISAK, 2006.

16. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Snnivasan SR, Webber LS, Berenson GS. Body Fatness and Risk for Elevated Blood Pressure, Total Cholesterol, and Serum Lipoprotein Ratios in Children and Adolescents, *Am J Public Health* 82:3:358-363, 1992.

17. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 60:1327-32, 1986.

18. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol* 72(1):366-73, 1992.

19. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1(8476):307-10, 1986.

20. Alvero-Cruz JR, Cabañas MD, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta J, Sillero M, Sirvent JE. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento medico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). Versión 2010. *Archivos de Medicina del Deporte* 139:330-344, 2010.

21. Moreno LA, Mesana MI, Fleta J, Ruiz JR, González-Gross M, Sarria A, et al., the AVENA Study Group. Overweight, obesity and body fat composition in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Ann Nutr Metab* 49:71-76, 2006.

22. Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Fleta J, Sarria A, Bueno M; AVENA-Zaragoza Study Group. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* 59(10):1158-66, 2005.

23. Truth MS, Butte NF, Wong WW, Ellis KJ. Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25(9):1352-9, 2001.

24. Lazer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Which alternative method to dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in overweight and obese adolescents? *Arch Pediatr* 12(7):1094-101, 2005.

25. Wang Y. Epidemiology of childhood obesity - Methodological aspects and guidelines: What's new? *Int J Obes* 28:S21-S28, 2004.

26. Riaño I. Simposio I. Avances en el manejo del sobrepeso y de la obesidad. Sobrepeso y obesidad en la adolescencia. Nuestra realidad. *Bol Pediatr* 47(Supl.1):8-12, 2007.

27. Serra Majem LI, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez R, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio en-Kid (1998-2000). *Med Clin (Barc)* 121:725-32, 2003.

28. Nicholson JC, McDuffie JR, Bonat SH, Russell DL, Boyce KA, McCann S, Michael M, Sebring NG, Reynolds JC, Yanovski JA. Estimation of body fatness by air displacement plethysmography in African American and white children. *Pediatr Res* 50(4):467-73, 2001.

29. Lazer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Which alternative method to dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in overweight and obese adolescents? *Arch Pediatr* 12(7):1094-101, 2005.

30. Radley D, Gately PJ, Cooke CB, Carroll S, Oldroyd B, Truscott JG. Estimates of percentage body fat in young adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry and air displacement plethysmography. *Eur J Clin Nutr* 57(11):1402-10, 2003.

31. Leitão R, Rodrigues LP, Neves L, Carvalho GS. Changes in adiposity status from childhood to adolescence: a 6-year longitudinal study in Portuguese boys and girls. *Ann Hum Biol* 38(4):520-8, 2011.

32. Later W, Bosy-Westphal A, Kossel E, Glüer CC, Heller M, Müller MJ. Is the 1975 Reference Man still a suitable reference? *Eur J Clin Nutr* 64(10):1035-42, 2010.

### Curriculum Vitae abreviado del autor



**Juan Ramón Alvero Cruz.** Profesor Titular del Área de Educación Física y Deportiva, Universidad de Málaga, Málaga, España. Especialista en Medicina de la Educación Física y del Deporte. Editor Adjunto de la Revista Andaluza de Medicina del Deporte.