

## Original

# Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: antropometría vs bioimpedancia

J. Portao<sup>1</sup>, R. Bescós<sup>2</sup>, A. Iruetia<sup>3</sup>, E. Cacciatori<sup>4</sup> y L. Vallejo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Catedrático en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. INEFC. Barcelona. <sup>2</sup>Personal Investigador del INEFC. Barcelona. <sup>3</sup>Profesor del Instituto Nacional de Educación Física de Barcelona (INEFC). <sup>4</sup>Colaborador del laboratorio de fisiología del Instituto Nacional de Educación Física de Barcelona. España.

## Resumen

**Objetivo:** Analizar el nivel de concordancia entre el método antropométrico y diferentes aparatos de bioimpedancia (BIA) para la estimación de la masa grasa en un grupo de personas jóvenes y físicamente activas.

**Sujetos:** Participaron 55 sujetos estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte del INEFC de Barcelona; 29 hombres (edad: 24,7 ± 4,7 años; IMC: 23,4 ± 1,8) y 26 mujeres (edad: 22,9 ± 3,5; IMC: 21,5 ± 1,9). Todos ellos otorgaron voluntariamente su consentimiento informado.

**Material y métodos:** La valoración antropométrica se realizó de acuerdo con el protocolo de la International Society for the Advancement Kinanthropometry (ISAK), el % grasa fue calculado mediante la ecuación de Siri y se comparó con el obtenido por 4 aparatos BIA diferentes: Biospace Inbody 720, Tanita BC400, Tanita TBF-521 y Omron BF-300. Para valorar la concordancia de los resultados se utilizó el coeficiente de correlación intraclass y el método de Bland Aldman.

**Resultados:** La masa grasa estimada, en hombres, mediante el método antropométrico fue de 7 ± 2,2 kg. Los resultados de los sistemas BIA fueron 7,4 ± 3 kg; 5,6 ± 2,2 kg; 5,7 ± 2,5 kg y 7,4 ± 3 kg para los aparatos Biospace Inbody 720, Tanita BC400, Tanita TBF521 y Omron BF300 respectivamente. En las mujeres los resultados fueron 10,4 ± 2,7 kg de masa grasa mediante el método antropométrico y 10,3 ± 2,9 kg; 11 ± 3,3 kg; 11,5 ± 3,0 kg; 10 ± 2,9 kg para los aparatos Biospace Inbody 720, Tanita BC400, Tanita TBF521 y Omron BF300 respectivamente.

**Conclusiones:** En el grupo masculino la concordancia entre la antropometría y los aparatos BIA fue moderada-baja, en cambio en las mujeres se halló una buena concordancia entre las dos técnicas para la estimación de la grasa corporal cuando fueron utilizados los aparatos Biospace Inbody 720 y Tanita BC400.

(Nutr Hosp. 2009;24:529-534)

DOI:10.3305/nh.2009.24.5.4463

Palabras clave: Composición corporal. Masa grasa. Pliques cutáneos.

**Correspondencia:** Raúl Bescós.

Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC).

Avda. de l'Estadi, s/n.

08038 Barcelona (España).

E-mail: raul.bescos@inefc.net

Recibido: 8-X-2008.

Aceptado: 2-II-2009.

## ASSESSMENT OF BODY FAT IN PHYSICALLY ACTIVE YOUNG PEOPLE: ANTHROPOMETRY VS BIOIMPEDANCE

### Abstract

**Objective:** To assess the level of agreement between the anthropometrical method and several bioimpedance (BIA) devices to estimate the fat mass in a group of physically active young people.

**Subjects:** 55 students of Physical Activity Sciences and Sports of the INEFC of Barcelona; 29 men (age: 24.7 ± 4.7 years; BMI: 23.4 ± 1.8) and 26 women (age: 22.9 ± 3.5; BMI: 21.5 ± 1.9). All of them voluntarily gave their informed consent.

**Materials and method:** Anthropometrical assessment was done according to the International Society for the Advancement Kinanthropometry (ISAK) protocol, the fat % was calculated by the Siri's equation and was compared with that obtained by 4 different BIA devices: Biospace Inbody 720, Tanita BC400, Tanita TBF-521, and Omron BF-300. To assess the level of agreement of the results, the interclass correlation coefficient and the Bland Aldman method were used.

**Results:** The estimated fat mass, in men, by the anthropometrical method was 7 ± 2.2 kg. The results by the BIA systems were: 7.4 ± 3 kg; 5.6 ± 2.2 kg; 5.7 ± 2.5 kg, and 7.4 ± 3 kg for Biospace Inbody 720, Tanita BC400, Tanita TBF521, and Omron BF300, respectively. In women, the results were 10.4 ± 2.7 kg of fat mass by means of the anthropometrical method and 10.3 ± 2.9 kg, 11 ± 3.3 kg, 11.5 ± 3.0 kg, and 10 ± 2.9 kg for Biospace Inbody 720, Tanita BC400, Tanita TBF521, and Omron BF300, respectively.

**Conclusions:** In the male group, the level of agreement between anthropometrics and BIA devices was moderate-poor, whereas in women there was a good correlation between both techniques for estimating the body fat when the Biospace Inbody 720 and Tanita BC400 devices were used.

(Nutr Hosp. 2009;24:529-534)

DOI:10.3305/nh.2009.24.5.4463

Key words: Body composition. Fat mass. Skin folds.

## Introducción

La valoración de la composición corporal es común en diversas áreas como la nutrición, la medicina, la antropología y las ciencias del deporte. Actualmente, todos los métodos utilizados para la valoración de la composición corporal pueden considerarse como indirectos<sup>1</sup>. El método más utilizado a lo largo de estas últimas décadas ha sido el Antropométrico (*A*) que actualmente está certificado por la International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK)<sup>2</sup>. Numerosos estudios han desarrollado ecuaciones para la estimación de la grasa mediante los pliegues cutáneos, contabilizándose a día de hoy más de 100 ecuaciones antropométricas que ofrecen una estimación de la grasa subcutánea<sup>3</sup>.

No obstante nuevos métodos de valoración de la composición corporal han ido apareciendo durante los últimos años, a finales de la década de los años 80 empezaron a surgir los primeros aparatos de Bioimpedancia Eléctrica (*BIA*) y durante los últimos años, debido a sus características referidas a la simplicidad de su protocolo no invasivo, rapidez de administración, y relativa economía estos aparatos han sufrido una gran popularización. La *BIA* se fundamenta en la medida de la Resistencia (*R*) y/o Impedancia (*I*) que los diferentes tejidos del cuerpo humano (capas concéntricas de grasa, músculo y hueso) ofrecen al paso de una corriente de baja intensidad (500  $\mu$ A-1mA) y baja/media frecuencia según se trate de un sistema de monofrecuencia (50 kHz) o de multifrecuencias (5-500 kHz) que, y en el caso de utilizar un amplio abanico de frecuencias (0-1.000 kHz) se denomina *BIA* espectroscópica (*BIS*)<sup>4</sup>. La estimación de la masa grasa (*MG*) se hace a través de la valoración previa del volumen del agua corporal total (*ACT*), considerando que esta se halla en un porcentaje del 73,2% en la masa muscular (*MM*); valor que se restará del peso corporal total (*PCT*) para hallar la *MG*<sup>5</sup>.

Entre los profesionales del ámbito de la salud y del deporte que deben realizar valoraciones de la composición corporal, existen frecuentemente dudas entre cuál es el método más recomendable y si a su vez pueden ser intercambiables. Los resultados de los estudios que han analizado la correlación entre el sistema *BIA* y el método (*A*) para la estimación de la *MG* en personas físicamente activas son contradictorios entre ellos<sup>6-9</sup>.

El objetivo del siguiente estudio fue comparar el método de referencia (*A*) con 4 sistemas *BIA* para la estimación de la *MG* en personas jóvenes y físicamente activas.

## Material y método

### Sujetos

En este estudio participaron 55 sujetos de raza blanca (29 varones y 26 mujeres) estudiantes de Cien-

cias de la Actividad Física y el Deporte del INEFC de Barcelona con una edad media de  $24,1 \pm 4,7$  años para los hombres y de  $22,8 \pm 4,6$  años para las mujeres. Los participantes otorgaron su consentimiento informado que fue aprobado por el Comité de Ética del centro en el que se realizó la investigación. Ninguna de las personas que fueron evaluadas en el estudio estaba bajo la influencia de ningún tipo de medicación, ni suplementación nutricional, encontrándose todas ellas en buen estado de salud.

### Protocolo

Para la valoración (*A*) y las medidas *BIA*, se siguió un protocolo "pre-test" que fue minuciosamente controlado, consistente en no realizar ningún tipo de ejercicio físico las 24 horas previas a los análisis, no ingerir alimento durante las 4 horas anteriores al inicio de las pruebas, mantener un buen estado de hidratación, así como no beber líquidos y realizar la última micción y/o defecación 30 minutos antes del inicio de las pruebas programadas. Además en el caso de las mujeres también se consideró la fase del ciclo menstrual en la que se encontraban en el momento de las pruebas, realizándose los tests durante la fase estrógenica.

### Valoración Antropométrica

Todos los análisis fueron efectuados por un técnico antropometrista nivel III de la International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK) según se describe en su Manual de Referencia<sup>2</sup>. La estatura se midió con un estadiómetro (Holtain LTD, UK<sup>®</sup>) con una sensibilidad de 0,1 cm; el peso corporal fue evaluado con una balanza electrónica, previamente calibrada, y dotada de una sensibilidad de hasta 0,1 kg (Tanita TBF 521, Japan<sup>®</sup>). Se utilizó siempre un caliper Harpenden (British Indicators, Ltd., London<sup>®</sup>) con una sensibilidad de 0,1 mm y una presión constante de 10 mm<sup>2</sup>, para la valoración por triplicado de los 7 pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, subescapular, abdominal, supraespinal, muslo y pierna). El índice de masa corporal (IMC) se obtuvo utilizando la fórmula: *Peso corporal (kg)/altura (m<sup>2</sup>)*. Para la estimación de la Densidad Corporal se utilizó la fórmula de Withers<sup>10</sup>, la *MG* fue valorada utilizando la ecuación de Siri<sup>11</sup>. Todas las medidas se efectuaron por triplicado de forma no consecutiva y utilizando la mediana como valor final.

### Bioimpedancia (*BIA*)

Fueron utilizados 4 aparatos *BIA* diferentes para la estimación de la *MG*. Todos los sujetos fueron evaluados por triplicado de forma no consecutiva en cada uno de los aparatos *BIA* estudiados siguiendo el mismo orden para todos los participantes.

En primer lugar se utilizó el sistema de multifrecuencias y segmental Biospace Inbody 720 (Biospace Inc, Japan®). Los individuos se colocaban en posición de bipedestación y con una flexión de la articulación escapulo-humeral de 30°. Se utilizaron 8 electrodos situados en: pies (metatarso-calcáneo) y manos (metacarpianos 2º-5º dedo y falange del pulgar). La frecuencia de inducción se valoró con 6 intensidades diferentes (1, 5, 50, 250, 500 kHz y 1 MHz), con una sensibilidad de estimación de la masa de grasa de 0,1 kg (0,1%).

Posteriormente se utilizó el aparato Tanita BC 400MA (Tanita Corporation, Japan®) monofrecuencial (50 kHz), los individuos se situaron en posición de bipedestación con los brazos relajados junto al tronco, realizando una medición pie-pie mediante 4 electrodos (metatarso-calcáneo). La sensibilidad para la estimación de la *MG* fue de 0,1 kg (0,1%). Este modelo disponía de 2 ecuaciones según se especificaba en el manual del usuario: una para individuos que realizan ejercicio físico un mínimo de 10 horas a la semana y/o con una frecuencia cardíaca en reposo de 60 pulsaciones o menos, y otra para personas sedentarias que no cumplían los requisitos anteriores.

Acto seguido se hizo una valoración con otro modelo de monofrecuencia, Tanita TBF-521 (Tanita Corporation, Japan®) (50 kHz), los individuos se colocaron en posición de bipedestación con los brazos relajados junto al tronco realizando una medición pie-pie mediante 4 electrodos (metatarso-calcáneo) con una sensibilidad para la estimación de la grasa corporal del 0,5%. Al igual que el aparato anterior el modelo TBF-

521 permitía la evaluación mediante 2 logaritmos en función de la actividad física realizada por la persona estudiada.

Finalmente el último aparato con el que se estimó la *MG* fue el modelo de monofrecuencia Omron BF-300 (Omron Healthcare, Inc USA) (50 kHz) y que disponía de 4 electrodos que realizaban el análisis mano-mano (metacarpianos 2º-5º dedo), los individuos se colocaban en bipedestación con los brazos estirados a la altura de los hombros presionando ligeramente con sus manos el aparato BIA. La sensibilidad para la estimación del porcentaje de grasa fue de 0,1%.

#### Análisis estadístico

Todos los resultados fueron expresados como la media y la desviación estándar ( $X \pm DE$ ). Para la valoración de la concordancia entre el método (A) y los 4 sistemas BIA se utilizaron el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI)<sup>12</sup> y el método gráfico de Bland Altman<sup>13</sup>.

#### Resultados

En la tabla I se resumen los resultados referidos a los varones mediante el método (A) y los diferentes aparatos BIA. Según el análisis de concordancia, el sistema Tanita BC 400 fue el que mejor correlacionó con la fórmula de Siri (CCI = 0,65) (tabla II). Estos resultados

**Tabla I**  
Comparación de valores de grasa corporal del grupo estudiado

	Hombres (n = 29)		Mujeres (n = 26)	
	x (kg)	DE (kg)	x (kg)	DE (kg)
Antropometría	7,0	2,2	10,4	2,7
BI720	7,4	3,0	10,3	2,9
TBC400	5,6	2,2	11,0	3,3
TTBF521	5,7	2,5	11,5	3,0
OBF300	7,4	3,1	10,0	2,9

x: media; DE: Desviación estándar; BI720: Biospace Inbody 720; TBC400: Tanita BC400; TTBF521: Tanita TBF521; OBF300: Omron BF300.

**Tabla II**  
Concordancia entre el método antropométrico y el BIA en hombres

Hombres (n = 29)	Método de Bland Altman				CCI
	Media de las diferencias (kg)	Intervalo de concordancia (kg)	Límites de concordancia Superior	Límites de concordancia Inferior	
A-BI 720	0,4	9,5	5,2	-4,3	0,58
A-TBC400	-1,4	6,0	1,6	-4,4	0,65
A-TTBF521	-1,3	7,7	2,5	-5,2	0,58
A-OBF300	0,4	10,5	5,6	-4,9	0,50

A: Antropometría; CCI: Coeficiente de correlación intraclase; BI720: Biospace Inbody 720; TBC400: Tanita BC400; TTBF521: Tanita TBF521; OBF300: Omron BF300.

**Tabla III**  
Concordancia entre el método antropométrico y el BIA en mujeres

Hombres (n = 26)	Media de las diferencias (kg)	Intervalo de concordancia (kg)	Límites de concordancia		CCI
			Superior	Inferior	
A-BI 720	0,1	7,3	3,8	-3,5	0,81
A-TBC400	0,4	7,1	3,9	-3,2	0,84
A-TTBF521	0,8	8,5	5,3	-3,6	0,67
A-OBF300	-0,1	9,1	4,5	-4,6	0,74

A: Antropometría; CCI: Coeficiente de correlación intraclase; BI720: Biospace Inbody 720; TBC400: Tanita BC400; TTBF521: Tanita TBF521; OBF300: Omron BF300.

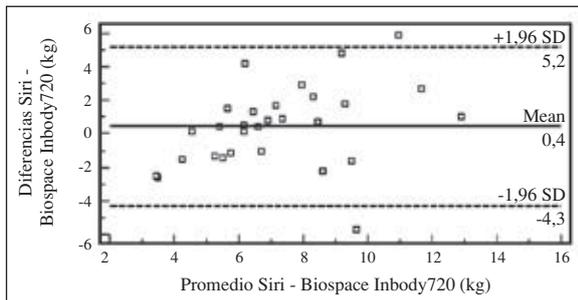


Fig. 1.—Estimación de la grasa corporal Hombres. Siri - Biospace Inbody720.

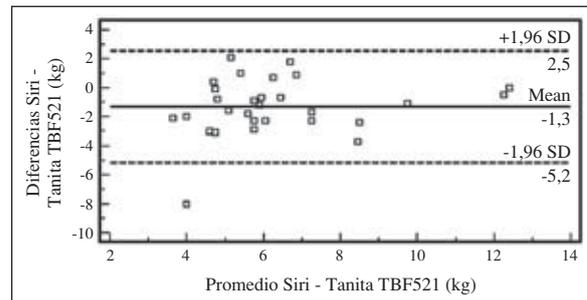


Fig. 3.—Estimación de la grasa corporal Hombres. Siri - Tanita TBF521.

también son corroborados mediante los análisis de Bland Altman (figs. 1, 2, 3 y 4), donde se puede comprobar que en el caso del aparato BIA Tanita BC 400 la media de las diferencias fue de -1,4 (kg) con un intervalo de concordancia de 6 (kg) y una desviación estándar de 1,96 (fig. 4). Los otros aparatos BIA estudiados obtuvieron correlaciones inferiores.

En el caso de las mujeres, las medias de los resultados obtenidos mediante el sistema (A) y los aparatos BIA también están resumidas en la tabla I. Los resultados del método de Bland Altman (figs. 5, 6, 7 y 8) y el análisis de la concordancia (tabla III) describen que el sistema BIA que más se aproximó a los resultados del método (A) fue el Tanita BC400 (fig. 5), seguido de cerca por el Biospace Inbody 720 (fig. 6), los otros aparatos presentaron peores correlaciones.

## Discusión

En la presente investigación los hombres mostraron una menor correlación que las mujeres entre el método (A) y los aparatos BIA estudiados. En el caso de los hombres el aparato que presentó una mayor concordancia con el método (A) fue el Tanita BC400 (CCI = 0,65), resultados que se consideran moderados<sup>14</sup>. El análisis de Bland Altman<sup>13</sup> reflejó que este aparato subestimaba la MG corporal (-1,4 kg) en el grupo de varones. Por el contrario otras investigaciones<sup>6,8</sup> han hallado mejores correlaciones entre el método (A) y diferentes aparatos BIA de monofrecuencia (50 kHz), aunque debe destacarse que la ecuación utilizada en algunos de estos estudios<sup>8</sup> para la estimación de la MG mediante el sistema (A) no sea quizás la más apropiada

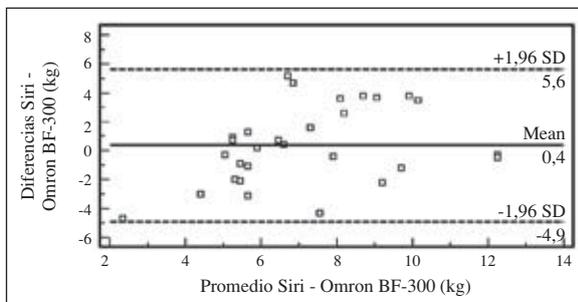


Fig. 2.—Estimación de la grasa corporal Hombres. Siri - Omron BF-300.

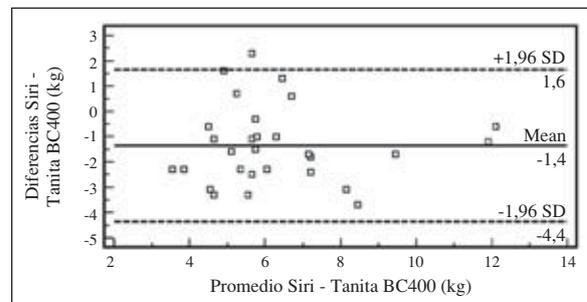


Fig. 4.—Estimación de la grasa corporal Hombres. Siri - Tanita BC400.

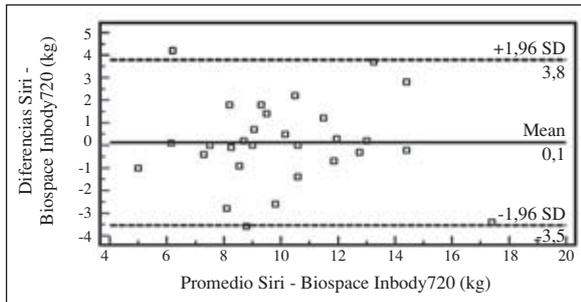


Fig. 5.—Estimación de la grasa corporal Mujeres. Siri - Biospace Inbody720.

ya que sólo se analizaban 3 pliegues cutáneos de la parte superior del cuerpo (tríceps, subescapular y abdominal).

Por lo que respecta a las mujeres, los aparatos Tanita BC 400 y Biospace Inbody 720 presentaron índices de correlación ( $CCI > 0,80$ ) que pueden ser considerados como buenos<sup>14</sup>. El aparato Omron BF300 también mostró una concordancia buena en mujeres ( $CCI = 0,74$ ). Por último el modelo Tanita TBF 521 presentó unos niveles de concordancia moderados ( $CCI = 0,67$ ). En féminas existen muy pocos estudios que relacionen los resultados entre los métodos (A) y el BIA para la valoración de la composición corporal. Hetzler et al., hallaron diferencias significativas entre la estimación de la MG en un grupo de 57 deportistas de lucha entre el método de los pliegues cutáneos y el sistema BIA<sup>15</sup>. Por su parte Eliakim et al.<sup>17</sup>, mostraron bajas correlaciones entre el método (A) y el BIA<sup>17</sup>, aunque debe destacarse que únicamente analizaron los pliegues de las extremidades superiores y del tronco, obviando las extremidades inferiores, lugar en el cuál las mujeres pueden concentrar panículos adiposos que deben tenerse en cuenta<sup>16</sup>. Por el contrario en un estudio realizado en una población española de 66 mujeres no deportistas se obtuvo una buena concordancia entre el método (A) frente al BIA<sup>18</sup> comparando la ecuación antropométrica de Siri para la estimación de la MG y el aparato BIA Omron BF 300.

No podemos justificar el porqué los aparatos BIA en el presente estudio se ajustan más a los valores antropométricos de la grasa corporal en las mujeres que en los hombres, ya que, los estudios precedentes han sido ela-

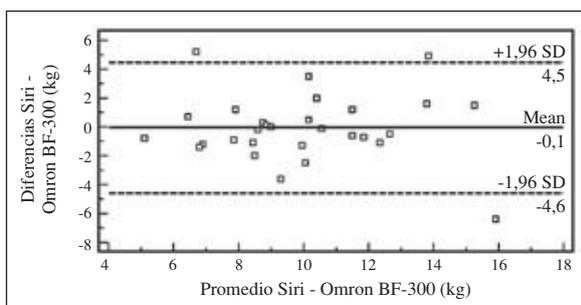


Fig. 6.—Estimación de la grasa corporal Mujeres. Siri - Omron BF-300.

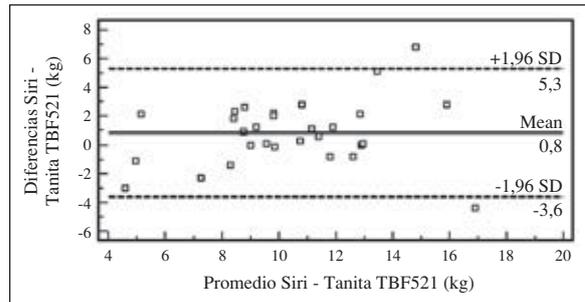


Fig. 7.—Estimación de la grasa corporal Mujeres. Siri - Tanita TBF521.

borados principalmente en varones<sup>6-9,19</sup>. Deberían realizarse futuras investigaciones para conocer el porqué los aparatos BIA pueden poseer una mayor sensibilidad para la valoración de la grasa corporal en las mujeres en comparación con los varones.

En este estudio el aparato Biospace Inbody 720 fue el único sistema BIA multifrecuencias espectroscópico y segmental utilizado. La principal característica de este aparato, a diferencia de los de monofrecuencia, es que permite realizar una valoración con distintas intensidades de corriente y que a priori, esto favorece una valoración más precisa de los diferentes compartimentos del agua corporal<sup>20</sup>. No obstante en lo referido a la estimación de la MG, los resultados obtenidos con este sistema de multifrecuencias y segmental no evidenciaron una mayor sensibilidad a los logrados por los otros aparatos BIA utilizados en el presente estudio.

Debe destacarse que en ninguno de los manuales de instrucciones de los aparatos BIA que fueron estudiados se facilitaron las ecuaciones que utilizaban para la estimación de la MG. Los dos modelos Tanita presentaban dos opciones para realizar la valoración de la composición corporal, una opción como individuo “atleta”, individuos que realizan actividad física al menos durante 10 horas a la semana y/o con una frecuencia cardiaca en reposo de 60 pulsaciones o menos, y otra como individuo “adulto”, personas que no cumplen los requisitos anteriores. En nuestro estudio todos los sujetos estudiados, tanto hombres como mujeres, fueron evaluados como “atletas” ya que cumplían los requisitos anteriormente indicados.

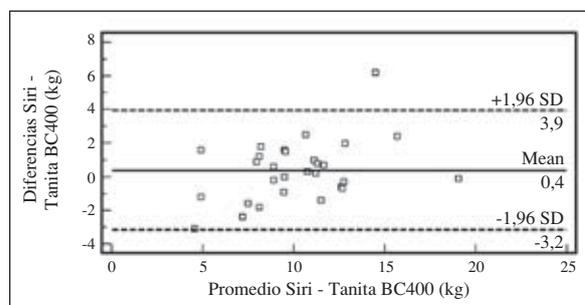


Fig. 8.—Estimación de la grasa corporal Mujeres. Siri - Tanita BC400.

Otro aspecto a destacar en estudios anteriores es el referido a la metodología estadística utilizada para el análisis de la concordancia entre métodos. Algunas investigaciones citadas anteriormente<sup>6,8</sup> usaron el coeficiente de correlación de Pearson para la determinación de la concordancia de medidas. Esta metodología puede ser correcta para reflejar la intensidad de la asociación lineal entre dos variables, pero no proporciona información adecuada sobre el acuerdo producido al ignorar la diferencia sistemática generada<sup>12</sup>. El uso del CCI se ha evidenciado como el índice más adecuado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica<sup>12</sup>. Pero tampoco debe obviarse, que el CCI posee una serie de limitaciones, como por ejemplo la ausencia del intervalo de concordancia; aspecto que se refleja clara y gráficamente por el método de Bland y Altman<sup>13</sup>.

En conclusión, a pesar que en investigaciones anteriores relatan una concordancia buena entre el método (A) y los aparatos BIA, especialmente en varones físicamente activos, nosotros no pudimos confirmar esta hipótesis con los diferentes sistemas BIA analizados en el grupo de hombres estudiado. Por el contrario en el caso de las mujeres, el nivel de concordancia entre los sistemas BIA, Tanita BC-400 y Biospace Inbody 720 con el método (A) fue bueno. A pesar de la dificultad del protocolo de la valoración (A), esta se ha mostrado más sensible que la BIA para detectar los cambios en la composición corporal en deportistas<sup>21</sup> y puede seguir considerándose como un método de referencia para la estimación de la MG, siempre y cuando las medidas sean realizadas por personal muy entrenado. No obstante es evidente que los métodos BIA son una alternativa muy a tener en cuenta cuando no se dispone de los medios (tiempo y personal especializado) para realizar de forma precisa y exacta las mediciones de los diferentes parámetros antropométricos.

## Referencias

- Porta J, Galiano D, Tejado A, González de Suso JM. Valoración de la composición corporal. En Esparza F ed. Manual de Cineantropometría. GREC-FEMEDE: Pamplona, 1993; pp 113-170.
- Marfell Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. ISAK: Potchefstroom, 2006; pp. 19-87.
- Heyward, VH, Wagner DR. *Applied body composition assessment*. Human Kinetics: Champaign USA, 2004 1996; pp. 215-220.
- Kyle, UG, Bosaeus I, De Lorenzo y cols. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004; 23: 1226-1243.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo y cols. Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 2004; 23: 1430-1453.
- Ostojic SM. Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46: 442-446.
- Andreoli A, Melchiorri G, Volpe SL, Sardella F, Iacopino L, De Lorenzo A. Multicompartment model to assess body composition in professional water polo players. *J Sports Med Phys Fitness* 2004; 44: 38-43.
- Utter AC, Nieman DC, Mulford GJ y cols. Evaluation of Leg-to-Leg BIA in assessing body composition of high-school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 1395-1400.
- Van Marken Lichtenbelt WD, Hartgens F, Vollaard NBJ, Ebbing S, Kuipers H. Body composition changes in body-builders: A method comparison. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 490-497.
- Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1987; 56: 191-200.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. Analysis of methods. En *Techniques for measuring body composition* (edited by A. J. Brozecz y A. Henschel). Washington DC: National Academy of Sciences, 1961, pp. 223-244.
- Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin* 1998; 110: 142-145.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 307-310.
- Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. Wiley: New York USA, 1999; pp. 33-41.
- Hetzler RK, Kimura IF, Haines K, Labotz M, Smith J. A comparison of bioelectrical impedance and skinfold measurements in determining minimum wrestling in high school wrestlers. *J Athlet Train* 2006; 41: 46-51.
- Vogel JA, Friedl KE. Body fat assessment in women. Special considerations. *Sports Med* 1992; 13: 245-269.
- Eliakim A, Ish-Shalom S, Giladi A, Falk B, Constantini N. Assessment of body composition in ballet dancers: correlation among anthropometric measurements, bio-electrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry. *Int J Sport Med* 2000; 21: 598-601.
- Martín V, Gómez B, Antoranz MJ, Fernández S, Gómez A, De Oya M. Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300. *Aten Primaria* 2001; 28: 174-181.
- De Lorenzo A, Bertini I, Iacopino L, Pagliato E, Testolin C, Testolin G. Body composition measurement in highly trained male athletes. A comparison of three methods. *J Sport Med Phys Fitness* 2000; 40: 178-183.
- Armstrong LE, Kenefick RW, Castellani JW y cols. Bioimpedance spectroscopy technique: intra-, extracellular, and total body water. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 1657-1663.
- Lisbona M, Layus F, Quílez J, Aragónés M, Casajús JA, Poblador JA. Sensibilidad de 2 métodos: Pliegues cutáneos y bioimpedancia en la detección de cambios en la composición corporal en una población de deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte* 2004; 103: 429-430.