

Estudio comparativo de medidas de composición corporal por absorciometría dual de rayos X, bioimpedancia y pliegues cutáneos en mujeres

María Hernández Ruiz de Eguilaz, Blanca Martínez de Morentín, Salomé Pérez-Diez, Santiago Navas-Carretero, J. Alfredo Martínez*

Unidad Metabólica, Departamento de Ciencias de la Alimentación, Fisiología y Toxicología, Facultad de Farmacia, Universidad de Navarra. Recibido el 7 de enero de 2010.

RESUMEN

Las medidas de composición corporal son herramientas normalmente empleadas para el diagnóstico y seguimiento de la obesidad. En el presente trabajo se estudiaron las diferencias entre el índice de masa corporal (IMC), contenido de grasa medido por pliegues cutáneos (PT), impedancia bioeléctrica (BIA) y absorciometría dual de rayos-X (DEXA), como métodos de medida de composición corporal en mujeres adultas (n = 91). Aunque la estimación de grasa corporal entre los métodos fue diferente, la correlación entre las medidas de composición corporal fue positiva (IMC-BIA, DEXA, PT: 0,902, 0,780, 0,722, respectivamente; BIA-DEXA, PT: 0,794 y 0,674 respectivamente; DEXA-PT: 0,787, todas las correlaciones $p < 0,001$) y estadísticamente significativa. En cuanto a la concordancia entre métodos para clasificar individuos en normopeso o sobrepeso, fue en general baja, excepto en el caso del índice de masa corporal con la bioimpedancia, que fue buena, y el índice de masa corporal con la medida del pliegue tricípital, que fue aceptable. En conclu-

sión, los resultados de este estudio apuntan a que la medida del contenido de grasa puede ser diferente en función del método de estimación empleado, pero la buena correlación entre ellos permite comparar la evolución del contenido de grasa durante una intervención dietética, siempre y cuando se tome como referencia el mismo aparato para un mismo individuo.

Palabras clave: Antropometría y Composición corporal; Absorciometría dual de Rayos X; Bioimpedancia; Pliegues cutáneos; Índice de Masa Corporal.

ABSTRACT

Comparative study of body composition measures by dual X-ray absorptiometry, bioimpedance and skinfolds in women

Body composition assessments are important measurements for the diagnosis and monitoring of obesity. The present study compared the body mass index (IMC) with body fat content estimated by skinfold (PT), bioelectric impedance (BIA) and dual X-ray absorptiometry (DEXA) in adult women (n = 91). Although body fat estimations between methods differed, correlation between the various body composition methods was positive and statistically significant (IMC-BIA, DEXA, PT: 0.902, 0.780, 0.722, respectively; BIA-DEXA, PT: 0.794 y 0.674 respectively; DEXA-PT: 0.787, all correlations $p < 0.001$). In relation to concordance indexes between measurements to classify individuals in normo- or overweight, it was globally low, with the exception of the concordance between body mass index with bioimpedance, which was good, and body mass index with triceps skinfold, which was acceptable. In conclusion, the outcomes obtained in the present study suggest that body fat content estimation can be very different depending on the method employed but the good correlation existing between methods permits to compare body fat content evolution during a dietary intervention, if the analysis is always performed by the same method in the same individual.

Keywords: Anthropometry and body composition; Dual X-ray Absorptiometry; Bioimpedance; Skinfolds; Body Mass Index.

1. INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial, que se define por la presencia de un exceso de grasa corporal debido a un balance energético positivo mantenido a lo largo del tiempo (1). Esta enfermedad provoca un empeoramiento del estado de salud, por sí misma y por estar asociada a un mayor riesgo de padecer diabetes, enfermedad cardiovascular y algunos tipos de cáncer (1, 2).

La prevalencia de esta enfermedad se sitúa en torno al 15,35% de la población adulta española, siendo más frecuente en mujeres (17,5%) que en hombres (13,2%), y aumentando su incidencia a medida que avanza la edad (2). Ante estos datos, es fundamental el desarrollo de estrategias tanto preventivas como terapéuticas para combatir esta situación de pandemia. El enfoque del tratamiento debe ser multidisciplinar, y considera actualmente como objetivos tanto el cambio de hábitos dietéticos como el incremento de la actividad física. Una de las principales medidas del éxito de las intervenciones nutricionales es el estudio de los cambios en la composición corporal, además de las determinaciones bioquímicas y otros indicadores de riesgo de padecer enfermedades asociadas a la obesidad (1).

El diagnóstico y seguimiento de la obesidad requieren apropiados métodos de medida de la grasa corporal (3). A la hora de estudiar los cambios en la composición corporal tras una intervención dietética, en investigación se busca el uso de métodos sensibles, con una variabilidad entre medidas mínima y que sean comparables con otros sistemas de medida (4).

El método más utilizado para definir y clasificar la obesidad en el adulto es el Índice de Masa Corporal (IMC): peso (kg)/talla² (m). Este parámetro se correlaciona con el porcentaje de grasa corporal, aunque tiende a sobreestimar en sujetos con elevada masa muscular, como por ejemplo deportistas, y a subestimar en sujetos con baja masa magra como pueden ser los ancianos (1). En función del porcentaje de grasa corporal, se considera que un individuo presenta obesidad cuando tiene un valor por encima del 20% en hombres y del 30% en mujeres adultas (2).

Existen otros métodos para el estudio de la composición corporal, siendo uno de los más habituales la medida de los pliegues

cutáneos, que es un método indirecto de estimación de la grasa corporal. Uno de los principales inconvenientes de la medida de pliegues cutáneos es la variabilidad de la medida según el profesional que la realice, además de existir dificultad para coger grandes pliegues e incluso la insuficiente apertura del plicómetro en algunos casos (2, 5). Además, este método mide únicamente la grasa subcutánea y no estima la grasa visceral.

Otros métodos para medir la grasa corporal son la impedancia bioeléctrica (BIA) y la absorciometría dual de rayos X (DEXA), que son técnicas empleadas fundamentalmente en la práctica clínica y también en investigación (6, 7).

Existen diversos estudios de comparación entre los diferentes métodos de medida de composición corporal: bioimpedancia multifrecuencia tetrapolar frente a DEXA (8), bioimpedancia bipolar frente a tetrapolar (4), variabilidad intraindividual de un equipo de bioimpedancia en relación al índice de masa corporal y a la medida del pliegue tricípital (9). Todos estos estudios muestran que existe una buena correlación entre los diversos métodos de composición corporal, sin embargo, aun no se ha definido por completo la fiabilidad de todos ellos, ni se ha llegado a comprobar totalmente si los resultados obtenidos por uno u otro procedimiento, son del todo equiparables (4).

Ante la necesidad de conocer la correlación y la fiabilidad de los diferentes métodos de medida de la composición corporal, el objetivo del presente estudio fue evaluar la correlación en el cálculo del porcentaje de grasa obtenido por diferentes métodos de análisis de la composición corporal: pliegues cutáneos, impedancia bioeléctrica y absorciometría dual de rayos X.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Sujetos

El estudio se llevó a cabo en 91 mujeres con una edad de 34 ± 7 años y un índice de masa corporal (IMC) de $25 \pm 2,9$ kg/m². Todas las voluntarias eran personas sanas, con un peso estable durante los últimos tres meses y no seguían ningún tipo de tratamiento farma-

cológico o dietético que pudiera producir retenciones hídricas y cambios en la composición corporal.

2.2. Diseño del estudio

El diseño del estudio fue de tipo transversal. Los voluntarios fueron citados a primera hora de la mañana en el Departamento de Ciencias de la Alimentación, Fisiología y Toxicología de la Universidad de Navarra, en condiciones de ayuno de doce horas, con la vejiga vacía y sin haber realizado el día anterior ningún tipo de ejercicio físico intenso, ni haber consumido alcohol.

Todas las medidas antropométricas se realizaron en ropa interior, sin calzado y desprovistos de objetos metálicos. La talla de los voluntarios se midió con una báscula-tallímetro (Seca-220, Seca gmbh & Co., Hamburgo, Alemania) y el peso se determinó con un aparato de bioimpedancia (TANITA SC-330, Tanita Corporation, Tokio, Japón), para calcular posteriormente el IMC: $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{altura}^2 \text{ (m}^2\text{)}$.

El porcentaje de grasa corporal se determinó con ayuda del aparato de impedancia bioeléctrica TANITA SC-330 y mediante el equipo de absorciometría dual de rayos X Lunar iDXA (General Electrics, California, EEUU).

También se midió el pliegue tricipital (PT) en la parte posterior del miembro superior dominante, en el punto medio entre el acromion y el olécranon, siguiendo la técnica de Durnin *et al.* (10). La medida de este pliegue se eligió por ser el método más utilizado como medidor de grasa corporal. La determinación se realizó por triplicado con un plicómetro (Holtein LTD, Pembs, Reino Unido) y posteriormente se calculó la media. La densidad corporal se calculó mediante la ecuación de Durnin y Womersley (10): $\text{Densidad} = 1,1143 - [0,0618 \times \log (\text{pliegue tricipital, cm})]$.

El porcentaje de grasa corporal se calculó a partir de la ecuación de Siri (11), específica para cada grupo de edad en cada sexo: $\% \text{ Grasa Corporal} = [(4,95/\text{densidad}) - 4,5] \times 100$.

2.3. Análisis estadístico

El procesado y el análisis de los datos se realizaron con el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows (SPSS ibérica SLU, Madrid, España).

Las medidas de composición corporal por los diferentes métodos se estudiaron con una prueba t para muestras relacionadas. Se estratificó la muestra para normopesos (NP) y sobrepesos (SP), considerando valores inferiores al 33% de grasa o inferiores a 25 kg/m² en el caso del IMC como normopeso, y valores superiores al 33% de grasa y entre 25-30 kg/m² para IMC como sobrepeso (2). También se estratificó la muestra en tres grupos iguales teniendo en cuenta la variable edad y se realizó un análisis *post hoc*.

Para valorar la concordancia entre los diferentes métodos de composición corporal, se clasificó a las voluntarias en normopeso y sobrepeso para cada medida, se realizaron tablas de contingencia y se calculó el índice Kappa. El índice Kappa (test de Cohen) sirve para valorar la concordancia entre dos métodos de recogida de datos. El valor máximo para un índice Kappa es 1, que indica concordancia total. El mínimo puede ser negativo. Puede afirmarse que un índice Kappa es excelente si se sitúa por encima de 0,8, bueno si se sitúa por encima de 0,6 y aceptable si es superior 0,4 (12).

3. RESULTADOS

Las características generales de las participantes en el estudio en cuanto a número de participantes, edad, peso, altura e IMC, se muestran en la Tabla 1.

La Tabla 2 muestra los porcentajes de grasa determinados por los diferentes métodos de medida, tanto para la muestra en general como estratificando en NP y SP.

Según los resultados, se observa que existe una correlación positiva entre las medidas de grasa obtenidas por los diferentes métodos de composición corporal ($p < 0,001$) (Tabla 3).

Tabla 1. Descripción basal de las mujeres estudiadas.

	Total voluntarias (n = 91)	Normopeso según IMC (n = 47)	Sobrepeso según IMC (n = 44)
Edad	34,8 ± 7,1	32,8 ± 6,6	36,9 ± 7,04
Peso (kg)	66,3 ± 8,04	61,2 ± 6,4	71,7 ± 5,7
Talla (cm)	162,9 ± 6,1	164,2 ± 6,5	161,6 ± 5,3
IMC (kg/m ²)	25 ± 2,9	22,7 ± 1,5	27,5 ± 1,6

IMC: Índice de Masa Corporal.

Tabla 2. Porcentaje grasa según los diferentes métodos de medida.

	Total voluntarias (n = 91)	Normopeso según IMC (n = 47)	Sobrepeso según IMC (n = 44)
Grasa BIA (%)	31,6 ± 6,04 ^a	27,3 ± 4,7 ^a	36,3 ± 3,2 ^a
Grasa DEXA (%)	38,5 ± 6,04 ^b	34,5 ± 5,2 ^b	42,7 ± 3,5 ^b
Grasa PT (%)	34,5 ± 3,8 ^c	32,1 ± 2,9 ^c	37,1 ± 2,9 ^c

IMC: Índice de grasa corporal; BIA: Bioimpedancia; DEXA: Absorciometría dual de rayos-X; PT: Pliegue Tricipital.

Distintas letras en una columna significa que existen diferencias significativas ($p < 0,05$).

Estratificando la muestra en función del IMC, en NP y SP, la correlación seguía siendo positiva para todas las medidas ($p < 0,005$ excepto para BIA-PT sobrepeso donde $p = 0,048$) (Tabla 3).

Estratificando la muestra en terciles de grupos de edad (19-32, 33-38 y 39-46 años) y realizando pruebas *post hoc* (DMS y Bonferro-ni), el porcentaje de masa grasa aumenta gradualmente, siendo el contenido de masa grasa en el tercil de edad más alto significativamente superior que el porcentaje de masa grasa del tercil más bajo ($p = 0,001$) (Figura 1).

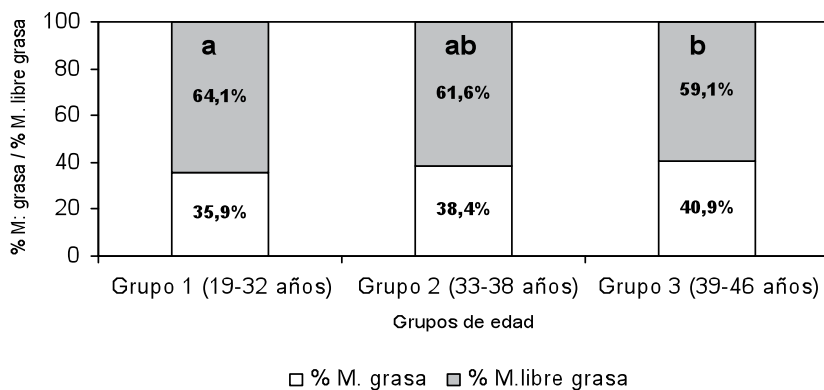
La concordancia entre la medida del porcentaje de grasa determinado por DEXA y el determinado por los otros métodos fue relativamente baja (índice Kappa $< 0,4$) (12), así como la concordancia entre los valores de grasa determinados por bioimpedancia y los observados por pliegue tricipital.

Sin embargo, existe una buena concordancia entre las medidas determinadas por bioimpedancia y por el IMC (índice Kappa > 0,6) y una concordancia aceptable entre IMC y pliegue tricípital (índice Kappa > 0,4) (12) (Tabla 4).

Tabla 3. **Correlaciones entre los diferentes métodos de medida teniendo en cuenta la muestra total y estratificando en NP y SP.**

% Grasa	Correlación					
	Muestra total (n = 91)		Normopeso IMC (n = 47)		Sobrepeso IMC (n = 44)	
	Correlación	p	Correlación	p	Correlación	p
IMC-BIA	0,902	< 0,001	0,810	< 0,001	0,720	< 0,001
IMC-DEXA	0,780	< 0,001	0,468	0,001	0,642	< 0,001
IMC-PT	0,722	< 0,001	0,394	0,006	0,441	0,003
BIA-DEXA	0,794	< 0,001	0,526	< 0,001	0,720	< 0,001
BIA-PT	0,674	< 0,001	0,412	0,004	0,299	0,048
DEXA-PT	0,787	< 0,001	0,680	< 0,001	0,540	< 0,001

IMC: Índice de grasa corporal; BIA: Bioimpedancia; DEXA: Absorciometría dual de rayos-X; PT: Pliegue Tricipital.



Diferentes letras = diferencias significativas ($p = 0,001$).

Figura 1. **Porcentajes de composición corporal medidos por DEXA según terciles de edad.**

Tabla 4. Porcentajes de concordancia entre normopeso y sobrepeso según los diferentes sistemas de medida e Índice Kappa.

		DEXA			BIA			PT		
		NP	SP	Kappa	NP	SP	Kappa	NP	SP	Kappa
IMC	NP	15,4%	36,3%	0,291	47,3%	7,7%	0,757	33%	18,7%	0,498
	SP	0%	48,4%		4,4%	40,7%		6,6%	41,8%	
PT	NP	14,3%	25,3%	0,383	31,9%	23,1%	0,397			
	SP	1,1%	59,3%		7,7%	37,4%				
BIA	NP	15,4%	39,6%	0,259						
	SP	0%	45,1%							

IMC: Índice de grasa corporal; BIA: Bioimpedancia; DEXA: Absorciometría dual de rayos-X; PT: Pliegue Tricipital. NP: Normopeso; SP: Sobrepeso.

4. DISCUSIÓN

El estudio de la composición corporal es un aspecto muy importante en la valoración del estado nutricional, ya que la distribución de la masa grasa y la masa magra en un individuo puede ayudar a detectar y corregir problemas nutricionales como la obesidad o la desnutrición (13). A través del estudio de la composición corporal se puede juzgar y valorar de forma indirecta el efecto de la ingesta de energía y los diferentes nutrientes, el crecimiento o la actividad física (5).

La absorciometría dual de rayos X (DEXA), se diseñó inicialmente para el estudio de la masa ósea, pero permite valorar de forma precisa la masa grasa y la masa libre de grasa, irradiando muy levemente al individuo durante unos siete minutos. Aunque su precio es de varios miles de euros, su coste se ha reducido en los últimos años, lo que ha permitido que su uso se difunda con rapidez y que la DEXA se haya convertido en una técnica de referencia (7).

La DEXA estudia la composición corporal desde un punto de vista de tres compartimentos que se distinguen por sus diferentes capacidades de atenuación de los rayos X: masa grasa (MG), masa

ósea (MO) y MLG o masa magra; los componentes óseo y graso presentan la atenuación más alta y más baja, respectivamente, mientras que el componente tisular blando presentaría una atenuación intermedia (6). Con el uso del DEXA se ha mostrado que personas no identificadas por IMC u otros aparatos de medida como no obesas, realmente contienen más de un 25% de grasa en hombres y más de un 33% en mujeres, porcentajes considerados como indicadores de obesidad según la SEEDO y otras organizaciones científicas (7).

Al realizar la comparación entre las mediciones de los diversos aparatos, lo primero que se ha podido observar es que aunque las medidas son distintas según el método, existe una correlación positiva entre ellos. Esta correlación se mantiene tanto en la totalidad de la muestra como cuando se estudian los resultados estratificando la muestra en función del IMC en normopesos y sobrepesos. La importancia de los resultados obtenidos estriba en que se confirma que el método utilizado para determinar la composición corporal de un individuo no es tan importante como el hecho de utilizar siempre el mismo aparato para realizar el seguimiento individualizado. Además, estos datos confirman resultados previos de otros autores que ponen de manifiesto la buena correlación existente entre la medida de la composición corporal por métodos de bioimpedancia y por DEXA (4).

Separando la muestra por grupos de edad, se observa de forma clara, que a medida que los voluntarios presentan una mayor edad, el porcentaje de grasa va aumentando, como era de esperar, ya que la edad se asocia positivamente con el porcentaje de masa grasa del organismo (14).

En este estudio también se analizó la concordancia entre las diferentes mediciones, y comprobar si todas las personas asignadas al grupo de sobrepeso o de normopeso, lo eran con los diferentes aparatos. Tras los resultados obtenidos se observa que el diagnóstico de sobrepeso, según el índice de masa corporal, sólo coincide con el diagnóstico por bioimpedancia y por pliegue tricípital. Además es importante resaltar la baja concordancia entre las medidas por IMC, bioimpedancia y pliegue tricípital respecto a la medida por DEXA, ya que un alto porcentaje de las personas diagnosticadas por cualquiera de los tres métodos como normopeso (menos del 33% de masa grasa o IMC menor de 25), son sobrepesos según el DEXA, al superar el 33% de contenido de masa grasa. Por el contrario, todas las personas que

son consideradas sobrepeso por los tres métodos, también lo son por el DEXA. Según estos resultados, se puede decir que bioimpedancia, IMC y PT tienden a subestimar la grasa en personas que presentan normopeso, lo cual confirma las observaciones de otros autores, que observaron que los métodos de bioimpedancia tienden a subestimar el porcentaje de grasa corporal en personas delgadas y por el contrario, sobreestima la grasa corporal en personas con sobrepeso u obesidad (4). En el Healthy Women's Study (15), las mujeres postmenopáusicas mostraban una buena correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa medido por DEXA ($r = 0,81$), pero con una gran variabilidad. Así, para un IMC de 20 a 30 kg/m², se corresponde con un 22-50% de masa grasa; para 30-32 kg/m², con un 42-54%.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que se ha utilizado un método de bioimpedancia bipolar, y existen estudios que muestran que los equipos bipolares dan resultados muy variables en función de la distribución de la grasa en el sujeto analizado, es decir, que dichos resultados varían según la localización de la grasa en el segmento superior o inferior del organismo. En cambio, los analizadores tetrapolares, dado que evalúan simultáneamente ambos segmentos, proporcionan datos más objetivos, independientemente de la localización preferencial de los depósitos grasos (8, 16). Otros autores han comparado la composición corporal de diversos aparatos de bioimpedancia tanto bipolares como tetrapolares (Bodystat, Omron y Tanita) con el DEXA, comprobando que la mayor correlación existe entre el DEXA y el Bodystat, que es un aparato de medida de bioimpedancia tetrapolar (17).

Obviamente, la elección del método de medida va a depender de diversos factores (18), incluyendo la movilidad que necesite el investigador y el objetivo del estudio en cuestión. La correlación entre los métodos estudiados en el presente trabajo permite asegurar que siempre que se utilice el mismo aparato de medida en un mismo individuo, el estudio de la evolución de la composición corporal en el tiempo se puede realizar con cualquiera de estos métodos, pero si se quieren realizar medidas puntuales, o valorar más exhaustivamente un factor en concreto, nuestra selección del aparato de medida puede resultar clave (18).

Una limitación que presenta este estudio es el no haber incluido en la muestra mujeres obesas, lo cual requiere futuros estudios con

tamaños muestrales más amplios y sujetos con normopeso, sobrepeso y obesidad.

5. CONCLUSIONES

1. Los resultados de nuestro estudio apuntan que, aunque los porcentajes de grasa determinados por los diversos métodos de medida son diferentes, se correlacionan positivamente, por lo que cualquiera de ellos sería útil para valorar la composición corporal, siempre y cuando se tome como referencia el mismo aparato para la realización de las diversas mediciones en un mismo individuo.
2. La buena concordancia entre las medidas de IMC, bioimpedancia y pliegue tricopital, validan la utilidad de estas tres herramientas para la valoración de la composición corporal tanto en clínica como en investigación.
3. Los métodos de bioimpedancia, IMC y PT, tienden a subestimar el diagnóstico de obesidad en personas con normopeso, ya que un elevado porcentaje de las personas que presentan normopeso según estos tres métodos, presentan sobrepeso con DEXA, por lo que la interpretación de los datos en este tipo de personas, deberá ser estudiada de forma más exhaustiva.

En vista de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se requieren más estudios para determinar la posible sobreestimación de sujetos con sobrepeso medidos por DEXA, o la subestimación de sujetos con sobrepeso medidos por otros métodos, así como la definición de los puntos de corte para asignar situaciones de normopeso y sobrepeso.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Del Álamo, A. J.; Gonzáles, A. & González, M. (2006) *Obesidad*. 6 (24). Ourense: SAP Novoa Santos.
2. Rubio, M. A.; Salas-Salvadó, J.; Barbany, M.; Moreno, B.; Aranceta, J.; Bellido, D., *et al.* (2007) Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la

- obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Revista Española de Obesidad*, 5(3), 135-175.
3. Russolillo, G.; Astiasarán, I. & Martínez, J. A. (2003) *Valoración nutricional en el paciente obeso*. Intervención dietética en la obesidad (pp. 29-41). Pamplona: EUNSA.
 4. Marrodán, M. D.; Santos, M. G.; Mesa, M. S.; Cabañas, M. D.; González-Montero de Espinosa, M. & Pacheco del Cerro, J. L. (2007) Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 27(1): 11-19.
 5. Moreno, B.; Monereo, S., Álvarez, J. (2000) *Obesidad. La epidemia del siglo XXI*. Madrid (2.^a ed.). Ediciones Díaz de Santos, S. A.
 6. Bellido, D. & Carreira, J. (2008) Análisis por absorciometría de rayos X de doble energía y composición corporal. *Nutrición Clínica en Medicina*. 2(2): 85-108.
 7. Oria, E.; Lafita, J.; Petrina, E. & Argüelles, I. (2002) Composición corporal y obesidad. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 25: (S1).
 8. Sun, G.; French, C. R.; Martin, G. R.; Younghusband, B.; Green, R. C., Xie, Y. G., *et al.* (2005) Comparison of multifrequency bioelectrical impedance análisis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *American Journal Clinical Nutrition*. 81: 74-78.
 9. Pérez, S.; Parra, M. D.; Martínez de Morentin, B. E.; Rodríguez, M. C. & Martínez, J. A. (2005) Evaluación de la variabilidad intraindividual de la medida de composición corporal mediante bioimpedancia en voluntarias sanas y su relación con el índice de masa corporal y el pliegue tricipital. *Enfermería Clínica*. 15(6): 343-347.
 10. Durnin, J. V. G. A. & Womersley, J. (1974) Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*. 32: 77-97.
 11. Siri, W. E. (1961) Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods, en Brozcek, J. & Henschel, A. (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223-44). Washington DC: National Academy of Sciences. Natural Resources Council.
 12. Sánchez-Villegas, A.; Faulín-Fajardo, F. & Martínez-González, M. A. (2006) *Bioestadística amigable* (2.^a ed.). España: Díaz de Santos, S. A.
 13. Martínez, J. A. (2004) *Fundamentos Teórico-Prácticos de Nutrición y Dietética*. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana.
 14. Horrber, F. F.; Gruber, B.; Thomi, F.; Jensen, E. X. & Jaeger, P. (1997) Effect of sex and age on bone mass body composition and fuel metabolism in humans. *Nutrition*. 13: 524-534.
 15. Kuller, L. H. (2001) Epidemiología de la obesidad en los adultos en relación con la enfermedad cardiovascular, en *Obesidad: impacto en la enfermedad cardiovascular*. Fletcher, G. F.; Gruñid, S. M. & Hayman, L. (Eds.), American Heart Association (324). Barcelona: Futura Publishing Company (Ed. Española, Medical Trends).

16. Santos, M. G.; Marrodan, M. D.; Mesa, M. S.; Cabañas, M. D.; González-Montero de Espinosa, M. & Pacheco, J. L. (2008) Análisis de la composición corporal mediante BIA tetrapolar y bipolar en población juvenil española, en Nieto Amada, J. L.; Obón Nogués, J. A. & Baena Pinilla, S. (Eds.), *Genes, ambiente y enfermedades en poblaciones humanas* (pp. 639-648). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
17. Verovská, R.; Lacnák, Z.; Haluzíková, D.; Fábín, P.; Hájek, P.; Horák, L., *et al.* (2009) *Comparison of various methods of body fat analysis in overweight and obese women*. III interni klinika 1. lékařské fakulty. *UK a VFN Praha*. 55(5): 455-461.
18. Duren, D. L.; Sherwood, R. J.; Czerwinski, S. A.; Lee, M.; Choh, A. C.; Siervogel, R. M. & Cameron Chumlea, W. (2008) Body composition methods: comparison and interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2: 1139-1146.

*** Información de contacto:**

Dr. J. Alfredo Martínez.

Departamento de Ciencias de la Alimentación, Fisiología y Toxicología.

Facultad de Farmacia. Universidad de Navarra.

C/ Irunlarrea, 1. 31008, Pamplona. Navarra.

E-mail: jalfmtz@unav.es