

# VALORACIÓN MULTIMÉTODO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN KARATECAS

## MULTIMETHOD VALUATION OF THE BODY COMPOSITION IN KARATECAS

### RESUMEN

La importancia que la constitución física, tanto la composición corporal como el somatotipo, presenta con relación al rendimiento deportivo ha sido ampliamente estudiada en múltiples disciplinas atléticas dado que existen patrones de referencia construidos a partir de los individuos que configuran la élite de cada deporte.

En el caso del kárate, la escasez de trabajos con deportistas de nuestro país nos animó a realizar un estudio de un grupo de karatecas utilizando técnicas de Cineantropometría, Bioimpedanciometría y Densitometría Pletismográfica.

Hemos estudiado un amplio grupo de karatecas de sexo masculino, de edades comprendidas entre los 20 y los 30 años, con un nivel mínimo de cinturón verde, que entrena un mínimo de 4 horas semanales y que participa en competiciones regionales, nacionales y/o internacionales.

Nuestro interés se centró en calcular su Prototipo Morfológico y su Composición Corporal, así como en estudiar el grado de similitud existente entre los diversos métodos que evalúan dicha composición corporal. Nuestro grupo tiene un somatotipo medio (3.4-5.7-1.6), que puede ser definido como Endo-Mesomorfo. Además, no encontramos la suficiente homogeneidad biotipológica en nuestra muestra ya que el Índice de Dispersión del Somatotipo es de 3.05.

En cuanto a la composición corporal, el porcentaje de grasa, calculado por los diferentes métodos, superó claramente el 10% y el Índice de Masa Corporal (IMC) se situó en 25.1. Por último, observamos unos resultados muy similares en los distintos parámetros hallados mediante Impedanciometría y Densitometría, y más dispares si comparamos cualquiera de estos métodos con los antropométricos clásicos, especialmente en lo referente al compartimento graso y al método de Carter.

**Palabras clave:** Kárate. Somatotipo. Composición Corporal. Cineantropometría. Bioimpedanciometría. Densitometría Pletismográfica.

### SUMMARY

The importance that the physical constitution, both the corporal composition and somatotype, it presents with relation to the sport performance has been widely studied in multiple athletic disciplines provided that there exist patterns of reference constructed from the individuals who form the elite of each sport.

In case of karate, the shortage of works with sportsmen of our country animated to us to realize a study of a group of karatecas using technologies of Kinanthropometry, Bioelectrical-Impedance and Plethysmographic Densitometry.

We have studied a wide group of karatecas of masculine sex, of ages includes between 20 and 30 years, with a minimal level of green belt, which they dedicate to the training at least 4 weekly hours and which they take part in competitions regional, national and/or international.

Our interest centred on calculating its Morphologic Prototype and its Corporal Composition, as well as on studying the degree of existing similarity between the diverse methods that evaluate the above mentioned corporal composition.

Our group proved an average somatotype had (3.4-5.7-1.6), which it can be defined as Endo-Mesomorphic. In addition, we did not find sufficient biotipological homogeneity in our sample since the Somatotype Dispersion Index was of 3.05.

As for the corporal composition, the percentage of fat calculated by the different methods, overcame clearly 10% and the Body Mass Index (BMI) placed in 25.1.

Finally, we observed very similar results in the different parameters found by means of Impedance and Densitometry, and more unlike if we compared anyone of these methods with the classic anthropometrics, specially in what concerns to the greasy compartment and the method of Carter.

**Key words:** Karate. Somatotype. Body Composition. Kinanthropometry. Bioelectrical-Impedance. Plethysmographic Densitometry.

**Antonio J. Luque Rubia<sup>1</sup>**

**Ana B. Martínez González<sup>1</sup>**

**Francisco J. López Román<sup>1</sup>**

**Antonio Martínez Garrido<sup>2</sup>**

**José A. Villegas García<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Profesores de la Cátedra de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Católica San Antonio Técnico Auxiliar de Enfermería del Laboratorio de Pruebas Funcionales de la UCAM

<sup>3</sup>Director de la Cátedra de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) y del CIESD (Centro de Investigación, Evaluación y Salud del Deportista) de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

### CORRESPONDENCIA:

Antonio J. Luque Rubia  
Universidad Católica San Antonio. Campus de los Jerónimos, s/n. 30107 Guadalupe, Murcia.  
E-mail: ajlunque@pdi.ucam.edu

**Aceptado:** 07-12-2005 / Original nº 510

## INTRODUCCIÓN

Parece evidente que se pueden observar diferencias morfológicas externas entre individuos que practican alguna modalidad deportiva y los que, perteneciendo a la misma población y al mismo grupo de edad y sexo, llevan a cabo una vida sedentaria.

Estas diferencias pueden afectar tanto a la salud de los individuos, como así se desprende de la relación epidemiológica encontrada entre determinados índices corporales y el aumento de la incidencia de ciertas enfermedades (por ejemplo el IMC y la Enfermedad Coronaria), como a su rendimiento deportivo, que suele fundamentarse en cuatro pilares básicos: *técnico, táctico, psicológico y físico*<sup>1</sup>.

La Cineantropometría y otros métodos de laboratorio nos permiten afrontar el cálculo y la cuantificación numérica, mediante procedimientos físico-matemáticos, de la morfología y de la composición corporales de los deportistas, para orientar tanto su entrenamiento físico como su alimentación hacia la adquisición de un perfil somático lo más adecuado posible a la disciplina que desarrollan<sup>2</sup>.

Según queda demostrado por los trabajos de Heath y Carter<sup>3</sup>, nuestra biotipología depende no exclusivamente de la carga genética, sino también de otros factores externos, como la actividad física y los de tipo nutricional, que son potencialmente modificables para conseguir el mejor rendimiento físico en el deporte practicado.

Los objetivos del presente estudio han sido calcular el Somatotipo Medio de los Karatecas que integraron la muestra, su comparación con el Somatotipo de élite del que disponemos así como establecer el grado de semejanza que pudiera existir, en cuanto al estudio de la composición corporal, entre las diversas propuestas Antropométricas, la Densitometría por Desplazamiento de Aire y la Impedancia Bio-Eléctrica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En nuestro estudio se analizó una muestra de 22 karatecas de sexo masculino, de edades comprendidas entre los 20 y 30 años, pertenecientes a la región de Murcia, con un nivel competitivo superior o igual a cinturón verde, con un mínimo de 4 horas semanales de entrenamiento y que competían en certámenes regionales, nacionales y/o internacionales.

Todas las pruebas y medidas fueron realizadas en nuestro laboratorio (donde se observaron unas condiciones microambientales de 22°C de temperatura y 40% de humedad ambiental) el mismo día, para cada uno de los deportistas, y en horario de mañana. Los distintos parámetros fueron analizados estadísticamente según el test de contraste de medias T- Student (para un nivel de significación  $p < 0.05$ ), utilizando el programa informático SPSS versión 12.0.

### Procedimiento Antropométrico

#### Material

Las medidas se obtuvieron mediante los siguientes instrumentos:

- Báscula marca *Seca*.
- Tallímetro marca *Seca*.
- Cinta Antropométrica marca *Rotary*.
- Plicómetro marca *Holtain*.
- Paquímetro marca *Holtain*.
- Antropómetro marca *Holtain*.

#### Método

Todas las medidas se realizaron de acuerdo a lo establecido inicialmente por el IWGK (International Working Group of Kinanthropometry) y recogido actualmente por la ISAK (International Society of the Advancement of

Kinanthropometry). Dicha metodología fue descrita en 1991 por Ross y Marfell-Jones<sup>4</sup>.

Todo este protocolo es seguido y aceptado por el GREC (Grupo Español de Cineantropometría) según queda registrado en el Manual de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte<sup>5</sup>.

Los parámetros medidos fueron: *peso, talla, los pliegues tricripital, subescapular, suprailiaco o supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial, los perímetros del brazo relajado y flexionado o contraído, del muslo medial y de la pantorrilla, y los diámetros biestiloideo radiocubital o de la muñeca, biepicondíleo del húmero o del codo y bicondíleo femoral o de la rodilla.*

A partir de la medida de todos estos parámetros se determinó el Somatotipo antropométrico-matemático según las ecuaciones propuestas por Heath-Carter<sup>6,7</sup>, gracias al uso del programa informático "AyD" (Villegas García, JA 1.996)<sup>8</sup>. El procesamiento estadístico se hizo mediante el cálculo del Índice de Dispersión del Somatotipo (SDI) y la Distancia de Dispersión de los Somatotipos Medios (SDD del SM), tomando como referencia el Somatotipo Medio de los Karatecas de élite de Argentina<sup>9</sup>.

En cuanto al cálculo de la composición corporal, nosotros seguimos la propuesta de De Rose y Guimaraes de 1980, basada en el "modelo de 4 componentes" de Matiegka, y calculamos el porcentaje de grasa corporal según la fórmula de 4 pliegues (Tricripital, Subescapular, Suprailiaco y Abdominal) de Yuhasz (1962) modificada por Faulkner y también según el protocolo de Heath-Carter que utiliza 6 pliegues (Tricripital, Subescapular, Suprailiaco, Abdominal, Muslo anterior y Pierna Medial). Para el cálculo de la Masa Ósea utilizamos la fórmula de Von Döbeln modificada por Rocha (1974)<sup>10,11</sup>.

El peso de la masa muscular se deduce de la propuesta básica de Matiegka<sup>12</sup>, que consiste en restar del peso total el peso graso, el peso óseo y el

peso residual. La masa residual, correspondiente a órganos y líquidos corporales, se halla mediante las constantes propuestas por Würch (1974)<sup>11</sup>.

## Procedimiento de Impedanciometría

### Material

Se utilizó un Impedanciómetro modelo Bio-Scan Spectrum Multifrecuencia, de la marca Biológica Tecnología Médica SL. Este aparato es capaz de determinar la composición corporal haciendo pasar una corriente alterna de elevada frecuencia (50 kHz) pero de baja intensidad a través del organismo. Los diferentes tejidos oponen distinta resistencia al paso de la corriente en función de su mayor o menor contenido en agua y electrolitos<sup>13</sup>.

### Método

La conductividad de la masa libre de grasa o Free Fat Mass (FFM) del cuerpo de un individuo depende de su contenido en agua. De ahí la importancia de controlar todo lo relacionado con los líquidos ya que el estado de hidratación podría influir en los resultados.

Así las reglas generales a seguir por los deportistas para realizar esta prueba fueron:

- No tomar líquidos, ni cafeína, ni realizar ejercicio físico en las 4 horas previas al estudio.
- No consumir alcohol al menos 24 horas antes de la prueba.
- No se tomará medicación diurética en los 7 días previos a la prueba.
- Orinar 30 minutos antes de realizar el estudio.
- No portar objetos o elementos metálicos (pendientes, piercing, prótesis...).
- Ningún deportista podía presentar fiebre en el momento del estudio.

- Además, para todas las pruebas realizadas, los deportistas debían guardar ayuno de al menos 8 horas y utilizar ropa interior ajustada tipo Slip o bañador de natación.

Después de todo esto, colocábamos ocho electrodos sobre la superficie cutánea del individuo, 4 en cada hemicuerpo, para realizar una medición corporal total. Los electrodos distales se sitúan en las articulaciones metacarpofalángica y metatarsofalángica, mientras que los proximales se disponen en la cara dorsal de la muñeca sobre el punto biestiloideo medio y entre los maleolos laterales y mediales en el tobillo.

El sujeto debe permanecer en decúbito supino, inmóvil sobre una camilla; los brazos deben estar separados del tronco unos 30° y las piernas unos 45°.

### Procedimiento de Densitometría Pletismográfica

#### Material

Las mediciones se realizaron mediante un Densitómetro Pletismográfico o por desplazamiento de aire, marca Life Measurement Instruments, modelo BOD POD 2000 A Serie 3076.

#### Método

El deportista no puede portar elementos metálicos ni moverse durante el tiempo que dura la prueba. Debía utilizarse ropa interior ajustada o bañador de natación y gorro de nadador para recoger el pelo, con el fin de no distorsionar las medidas de la masa y volumen corporales. También se requiere tapar la nariz con una pinza y respirar a través de un tubo conectado a la boca y al propio densitómetro.

Este aparato calcula la densidad corporal total mediante el cálculo previo de la masa y el volumen corporales donde D es Densidad, M es Masa y V es Volumen ( $D = M/V$ ), basándose en algunas leyes físicas de los gases como la de Boyle, donde  $P_1$  es presión inicial,  $V_1$  es volu-

men inicial,  $P_2$  es presión final y  $V_2$  es volumen final ( $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ , para el aire dentro de la cámara a temperatura constante)<sup>14</sup>. A partir del cálculo de la densidad corporal, y teniendo en cuenta una constante teórica de las densidades grasa y magra, se pueden establecer las correspondientes masas grasa y magra así como sus porcentajes. A pesar de tratarse de un modelo bicompartimental y superando sus limitaciones teóricas respecto de la constancia, no biológica, de las densidades de los distintos tejidos corporales, es considerado como el método Gold-Standard para la determinación de la composición corporal junto con la Densitometría por Pesada Hidrostática<sup>15</sup>.

## RESULTADOS

Todos los datos están expuestos en las Tablas 1, 2 y 3.

- El *IMC* medio del grupo fue de 25,1+/-2,1, que puede considerarse como levemente superior al rango considerado como saludable.
- El *Somatotipo Medio* del grupo es (3,4 - 5,7 - 1,6), lo que puede ser definido como *Endo-Mesomórfico*, presentando un nivel alto de mesomorfia, medio de endomorfia y bajo de ectomorfia.
- El *SDI* de nuestro grupo presentó un valor de 3,05, lo que nos permite afirmar que no es suficientemente homogéneo.
- En nuestro estudio, los *porcentajes de grasa* calculados según Faulkner y Carter resultaron ser exactamente de 13,9+/-2,4% y 11,1+/-1,7% respectivamente.
- Los valores de peso graso y porcentaje de grasa determinados mediante las ecuaciones de Faulkner y Carter fueron significativamente inferiores ( $p < 0.0001$  en ambos casos) a los que mostraba la Densitometría Pletismográfica.
- No se hallaron diferencias significativas entre los valores de los anteriores parámetros

calculados mediante Impedanciometría y Densitometría ( $p < 0.4$ ), a pesar de que los valores obtenidos por Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) eran superiores.

- El método de Carter presentaba diferencias mayores que el de Faulkner respecto de la estimación del peso graso y su porcentaje con relación a los datos aportados por la Impedanciometría y la Densitometría. Además, también son significativas las diferencias observadas entre Carter y Faulkner en la valoración de dichos parámetros ( $p < 0.05$ ).
- El Peso Libre de Grasa y su porcentaje establecidos según BIA son levemente inferiores a los de la Densitometría, pero las diferencias observadas no son significativas ( $p < 0.4$ ).
- Encontramos diferencias significativas ( $p < 0.05$  en todos los casos) para los parámetros anteriores Porcentaje Libre de Grasa (PLG y %PLG) entre los métodos de Carter, Faulkner, Impedanciometría y Densitometría Pletismográfica, siendo mayores los valores obtenidos con los dos primeros métodos.
- El peso muscular calculado según el procedimiento de Faulkner es mayor que el obtenido mediante BIA, pero las diferencias no son significativas ( $p < 0.07$ ). También es mayor el peso muscular encontrado según Carter siendo significativa la diferencia respecto a la BIA en este caso ( $p < 0.0001$ ).
- El porcentaje de músculo resulta ser significativamente superior en ambas técnicas (Faulkner y Carter) respecto del que muestra la BIA ( $p < 0.0001$ ).
- El peso óseo y el porcentaje de peso óseo, medidos mediante antropometría clásica, presentan valores significativamente superiores a los que se obtienen mediante BIA ( $p < 0.002$  y  $p < 0.001$  respectivamente).
- Podemos observar que los datos más parecidos hallados mediante BIA respecto de

	Media	Desviación Típica
Edad (años)	25,1	+/- 3,4
Talla (cm)	174,6	+/- 5,4
Peso (kg)	76,8	+/- 8,4
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	25,1	+/- 2,1
Sumatorio 6 Pliegues (mm)	80,2	+/- 18,3
Peso Graso Faulkner (Kg)	10,8	+/- 2,6
Peso Muscular Faulkner (Kg)	35,6	+/- 3,8
Peso Óseo (kg)	11,8	+/- 0,9
Peso Residual (Kg)	18,5	+/- 2,0
% Tejido Graso Faulkner	13,9	+/- 2,4
% Tejido Muscular Faulkner	46,4	+/- 2,1
% Tejido Óseo	15,5	+/- 1,0
% Tejido Residual	24,1	+/- 0,0
Peso Graso Carter (Kg)	8,6	+/- 1,9
Peso Muscular Carter (kg)	37,8	+/- 4,2
% Tejido Graso Carter	11,1	+/- 1,7
% Tejido Muscular Carter	49,2	+/- 1,4
Endomorfia	3,4	+/- 0,8
Mesomorfia	5,7	+/- 0,9
Ectomorfia	1,6	+/- 0,7

\* Podemos deducir que el PLG y el %PLG según Faulkner y Carter serían respectivamente:

Faulkner: PLG= 66.0 kg y %PLG= 85.9

Carter: PLG= 68.2 kg y %PLG= 88.8

\* PLG: Peso Libre de Grasa

\* IMC: Índice de Masa Corporal

**TABLA 1.**  
Resultados  
Antropométricos

	Media	Desviación Típica
Peso Total (Kg)	76,8	+/- 8,4
Peso Libre de Grasa-PLG-(kg)	62,1	+/- 5,0
% PLG	81,2	+/- 6,0
Peso Graso (kg)	14,7	+/- 5,7
% Grasa	18,8	+/- 5,9
Masa Ósea Estimada (kg)	11,1	+/- 3,5
% Masa Ósea	14,6	+/- 5,1
Masa Proteica Estimada (kg)	11,2	+/- 4,3
% Masa Proteica	14,4	+/- 5,1
Masa Muscular Esquelética (Kg)	34,1	+/- 3,1

\* Se puede deducir que el % de Masa Muscular esquelética es de 44.4.

\* PLG: Peso Libre de Grasa

**TABLA 2.**  
Resultados de  
Impedanciometría

	Media	Desviación Típica
Peso Total (kg)	76,8	+/- 8,4
Peso Libre de Grasa (kg)	63,0	+/- 6,6
Peso Graso (kg)	13,7	+/- 4,9
% Libre de Grasa	82,2	+/- 5,1
% de Grasa	17,7	+/- 5,1

**TABLA 3.**  
Resultados de  
Densitometría  
Pletismográfica

los obtenidos mediante la Antropometría clásica son los que tienen que ver con el compartimento óseo, siendo más dispares los relacionados con la masa muscular esquelética (se aprecian valores inferiores) y la masa grasa (se aprecian valores superiores).

- Todos los valores aportados por la Densitometría Pletismográfica fueron muy similares a los que se encontraron en la Impedanciometría.

## DISCUSIÓN

El somatotipo medio de nuestros karatecas se diferencia del encontrado en Italia para karatecas de élite, que era del tipo *mesomórfico-ectomórfico*. No obstante, el grupo italiano era menor en número (14 sujetos) y su rango de edad más amplio (de 16.0 a 32.5 años) que el nuestro. En otro estudio actual llevado a cabo en Argentina, el somatotipo de los karatecas de élite se podía definir como *Mesomórfico balanceado* (2.3 - 5.2 - 2.4) presentando una mesomorfia alta y unos valores bajos de los otros dos componentes. Además, este grupo resultó ser menos homogéneo que el nuestro dado que su SDI (Índice de Dispersión del Somatotipo) era de 3.8. Su edad, talla y peso medios eran inferiores a los nuestros.

Si calculamos la *Distancia de Dispersión entre los Somatotipos Medios (SDD del SM)* entre nuestro grupo y el de Argentina, obtenemos un valor de 3.36, que indica una diferencia estadísticamente significativa entre ambos (tanto para el SDI como para el SDD consideramos que las diferencias son estadísticamente significativas, según Hebbelink<sup>16</sup>, si sus valores son mayores o iguales a 2 con un nivel de significación  $p < 0.05$ ). A pesar de que la mesomorfia es muy parecida, sí existen distancias apreciables en los otros dos componentes.

En cuanto a la composición corporal, los porcentajes de grasa calculados en el estudio italiano fueron: 8,1+/-2,4% y 8,9+/-3,3% según los

métodos de Jackson-Pollock y Sloan-Weir respectivamente<sup>17</sup>. Aunque inferiores a nuestros resultados, las metodologías no son comparables al ser distintos los pliegues cutáneos utilizados y su número.

Por otro lado, el método de Faulkner se ajusta mejor al cálculo del compartimento graso en nuestros karatecas, probablemente porque en atletas de género masculino la consideración de los pliegues del miembro inferior que realiza el método de Carter no se corresponde con el patrón habitual de distribución de la grasa corporal en hombres.

El valor de IMC obtenido sería clasificable como *sobrepeso* según Williamson<sup>18-20</sup> (1990), el Standards Committee of the American Society of Obesity Surgery (1997) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1998), como *preobesidad* según Nhanes III (1996) y como *sobrepeso grado I* según la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO)<sup>21</sup> (2000). Este IMC puede ser resultado tanto de la considerable endomorfia como de la elevada masa músculoesquelética de estos deportistas (alta mesomorfia). No obstante, teniendo en cuenta los somatotipos de élite utilizados como referencia así como los porcentajes de grasa obtenidos en el estudio, parece aconsejable disminuir el componente endomórfico de nuestros deportistas.

## CONCLUSIONES

- El Somatotipo Medio de nuestro grupo de karatecas es (3.4-5.7-1.6) que puede definirse como Endo-Mesomórfico. Además, el grupo resultó no ser lo suficientemente homogéneo a pesar de los criterios de selección de la muestra.
- Aparentemente las técnicas de Faulkner y Carter (especialmente ésta última) infraestiman el componente graso (grasa corporal total) y sobreestiman los demás, aunque el procedimiento de Faulkner parece ser menos inexacto en este grupo de deportistas.

- Las técnicas antropométricas clásicas, al infraestimar la grasa corporal total, deberían ser usadas en el control evolutivo del deportista para comparar consigo mismas, dado que esto minimiza el error intra-observador e intramétodo.
- La BIA se presenta como un método muy útil para la valoración de la composición corporal, con una gran semejanza respecto de la Densitometría y con la ventaja de ofrecer información rápida sobre diversos compartimentos corporales.

## B I B L I O G R A F Í A

1. **Porta J, Galiano D, Tejedo A, González Suso JM.** Valoración de la Composición Corporal. Utopías y Realidades. En: Esparza Ros F. *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE 1993;139.
2. **Esparza Ros F, Alvero Cruz JR.** Somatotipo. En: Esparza Ros F. *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE, 1993;86.
3. **Carter JEL.** The Somatotypes of Athletes. A review. *Human Biology* 1970;42:535-69.
4. **Ross WD, Marfel-Jones MJ, Michael J.** Cineantropometría. En: Duncan Mac Dougall J, Wenger HA, J.Green H. *Evaluación Fisiológica del Deportista*. Barcelona: Editorial Paidotribo 2000;278.
5. **Canda Moreno A.** Valores Cineantropométricos de Referencia. Metodología utilizada por el GREC. En: Esparza Ros F. *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE, 1993;215.
6. **Heath B.H.** Need for modification of somatotyping methodology. *Am J Phys Anthropol* 1963;21:227-33.
7. **Heath BH, Carter JEL.** A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol* 1967;27:57-74.
8. **Villegas García JA.** Alimentación y Salud (Programa Informático). Versión 4.2. Murcia 1996.
9. **Lentini Nestor A, M Gris G, Aquilino G, Dolce PA.** Estudio Somatotípico en Deportistas de Alto Rendimiento de Argentina. *Archivos de Medicina del Deporte* 2004; XXI; (104):497-509.
10. **Canda Moreno A, Esparza Ros F.** Cineantropometría. En: González Iturri JJ, Villegas García JA. *Valoración del Deportista. Aspectos Biomédicos y Funcionales*. Pamplona: FEMEDE 1999;105.
11. **De Rose EH, Guimaraes AC.** A model for optimization of somatotype in young athletes. En: Ostin M, Beunen G, Simons J. *Kinanthropometry II*. Baltimore: Park Press 1980.
12. **Matiegka J.** The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol* 1921;4:223-30.
13. **Alvero Cruz JR, Diego Acosta A.M, Fernández Pastor VJ, García Ramos J.** Métodos de Evaluación de la Composición Corporal: Tendencias Actuales (II). *Arch Med Deporte* 2005;22(105):45-9.
14. **Fields DA, Goran MI, Mac Crory MA.** Body-Composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr* 2002;75:453-67.
15. **Mc Crory MA, Molé PA, Gómez TD, Dewey KG, Bernauer EM.** Body Composition by air-displacement plethysmography by using predicted and measured thoracic gas volumes. *J Appl Physiol* 1998;84(4):1475-9.
16. **Hebbelinck M, Ross WD.** Kinanthropometry and biomechanics. En: Nelson Morehouse. *Biomechanics IV. Science and Medicine in Sport*. Baltimore. University Park Press 1974;9:537-52.
17. **Giampietro M, Pujia A, Bertini J.** Anthropometric Features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level. *Acta Diabetol*. 2003;40Suppl1:S145-8.
18. **Allison DB, Faith MS, Heo M, Townsend-Butterworth D, Williamson DF.** Meta-analysis of the effect of excluding early deaths on the estimated relationship between body mass index and mortality. *Obes Res* 1999;7(4):342-54.
19. **Flegal KM, Granbard BI, Williamson DF, Gail MH.** Excess deaths associated with underweight, overweight and obesity. *JAMA* 2005;293(15):1861-7.
20. **Williamson DF.** Descriptive epidemiology of body weight and weight change in US adults. *Ann Intern Med* 1993; 119(7Pt2):646-9.
21. **Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Serra Majen L, Ribas Barba L, Quiles Izquierdo J, Vioque J.** Grupo Colaborativo para el Estudio de la Obesidad en España. Prevalence of obesity in Spain: results of the SEEDO 2000 study. *Med Clin (Barc)* 2003;120(16):608-12.