

SOMATOTIPO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRAMPOLINISTAS ESPAÑOLAS DE ALTO NIVEL

SOMATOTYPE AND BODY COMPOSITION IN ELITE SPANISH FEMALE TRAMPOLINIST

RESUMEN

Uno de los factores clave más estudiados entorno al éxito en un deporte son las características morfológicas. Los trabajos relacionados con la antropometría en Trampolín (deporte gimnástico olímpico desde Sydney 2000), son sin embargo muy escasos. Este estudio pretende describir y establecer datos de referencia del Trampolín Español, centrándonos en el somatotipo y la composición corporal en los distintos grupos de edad competitivos de categoría femenina. Hemos medido 19 gimnastas: 9 de categoría Sub-15 ($11,44 \pm 1,23$ años) y 10 de categoría Absoluta ($16,1 \pm 2,02$ años). Todas dentro de la elite nacional. Fueron estudiadas 15 variables antropométricas: peso, talla, 6 pliegues, 5 diámetros y 2 perímetros; todas obtenidas según el protocolo de la ISAK con investigadores certificados. El somatotipo fue calculado según el método de Heath-Carter y la composición corporal según las recomendaciones del GREC. En categoría Absoluta se obtuvo un 49,35% de masa muscular y 13,37% de grasa, con un somatotipo mesomorfo-endomorfo (4 - 4,3 - 2,4); en Sub-15 un 49,65% muscular, 11,18% graso y somatotipo central (3,3 - 4 - 3,1). Los resultados sugieren un biotipo en las gimnastas españolas de Trampolín distinto a los datos de referencia en Gimnasia Artística Femenina y Gimnasia Rítmica, presentando menos ectomorfia y mucha más endomorfia.

Palabras clave: Trampolín. Gimnasia. Antropometría. Somatotipo. Composición corporal. Mujer.

SUMMARY

One of the most studied key factors about success in a sport are the morphological characteristics. The works related to the anthropometry in Trampoline (Olympic Gymnastic Sport since Sydney 2000) are, however, very scarce. This study seeks to describe and to establish reference data of Spanish Trampoline, concretely in somatotype and body composition in females, with different competitive age groups. We measured 19 trampolinist: 9 Under-15 (11.44 ± 1.23 years) and 10 Absolute (16.01 ± 2.02 years), all of them were part of the national elite. 15 anthropometric variables were studied: body mass, height, 6 skinfolds, 5 breadths and 2 girths; all of them taken according to the ISAK guidelines with certified researches. Somatotype was calculated by the Heath-Carter method and body composition following GREC recommendations. In Absolute category the results showed 49.35% muscular mass and 13.37% fat, with a somatotype mesomorphic-endomorph- (4 - 4.3 - 2.4); while in Under-15 49.65% muscular mass, 11.18% fat mass and central somatotype (3.3 - 4 - 3.1). The results indicate a different biotype between Spanish trampolinists and Gymnastics and Rhythmic reference data: Trampolinists are less ectomorphic and much more endomorphic.

Key words: Trampoline. Gymnastics. Anthropometry. Somatotypes. Body composition. Female.

L. Arturo
Gómez-
Landro¹

Mercedes
Vernetta²

Jesús López
Bedoya²

¹Profesor Asociado a la Facultad de CC. de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla
Profesor de Educación Física en Ed. Primaria.
²Profesor/a Titular de la Facultad de CC. de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada

CORRESPONDENCIA:

L. Arturo Gómez-Landro Rodríguez
Castañuelas 3, 5º A. 41005 Sevilla

Aceptado: 18.06.2008 / Original nº 550

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones acerca de la relevancia de distintos parámetros morfológicos sobre el rendimiento deportivo es una de las líneas de estudio actuales dentro de las Ciencias del Deporte. Para desarrollar estudios en este sentido es de vital importancia contar con datos procedentes de poblaciones de referencia, exponentes del máximo rendimiento en cada deporte. Han sido muchos los deportes analizados desde esta perspectiva, en los que se ha podido evidenciar una mayor o menor importancia de estas características antropométricas. El Trampolín, conocido popularmente como Cama Elástica, ha sido integrado como deporte gimnástico en la Federación Internacional de Gimnasia desde 1999¹. Con motivo de esta adhesión, esta especialidad deportiva se ha incorporado al programa olímpico desde los JJ. OO. de Sydney 2000, incrementándose el número de publicaciones científicas en relación al mismo. Los estudios antropométricos relacionados con este deporte han sido sin embargo muy escasos.

Los estudios antropométricos publicados en los últimos años abarcan tanto deportes colectivos como individuales. Dentro de los deportes de equipo cabe destacar los trabajos de Gil, *et al.*² sobre el perfil antropométrico y fisiológico en jóvenes jugadores de Fútbol; Hume, *et al.*³ compararon los perfiles morfológicos de los regatistas del equipo neocelandés de la Copa América en sus distintos puestos; Gardner, *et al.*⁴ concluye con la utilidad de realizar test físicos y medidas antropométricas para diferenciar las distintas posiciones en Fútbol Australiano, al igual que Al-Nakeeb, *et al.*⁵ con una población de Voleibol en categoría junior; Cable, *et al.*⁶ han estudiado el perfil morfológico de los jugadores de Balonmano asiáticos de elite, buscando posibles diferencias entre distintas posiciones y comparando los perfiles obtenidos con los jugadores europeos.

En deportes individuales, Amini y Tojari⁷ estudian las características fisiológicas y antropométricas en Judo dirigidas a la identificación de talentos deportivos; en la misma línea se sitúan Grobelaar, *et al.*⁸ con Lanzadores de Jabalina; Malina y Monsma⁹ estudiaron los somatotipos y otras

características morfológicas de patinadoras de Patinaje Artístico, comparando entre distintos niveles y categorías; los trabajos de Neto, *et al.*¹⁰ y Pérez, *et al.*¹¹ se han encargado de las características antropométricas de nadadores brasileños y venezolanos respectivamente, comparando distintas categorías entre sí. Entre estos deportes individuales, nos merecen una atención especial los trabajos relacionados con otras especialidades gimnásticas, dada su afinidad con el Trampolín: Fragoso y Vieira¹² estudiaron las características morfológicas de jóvenes portugueses (5 a 15 años) deportistas (Balonmano, Voleibol, Natación, Deportes Gimnásticos etc.) y no deportistas. En relación a las modalidades gimnásticas midieron a 87 gimnastas de Artística, 36 de Acrobática, 10 de Rítmica y 8 de Minitramp; al comparar los resultados con la población no deportista de referencia, encontraron que todos los deportistas eran más altos y pesados a excepción de los gimnastas de Gimnasia Artística y Minitramp. Grantham¹³ midió peso, talla y porcentaje graso en gimnastas de alto rendimiento, además de otras características fisiológicas y funcionales; un total de 22 chicas y 29 chicos de Gimnasia Artística, y 21 chicas y 21 chicos de Gimnasia Acrobática fueron estudiados y comparados entre sí, encontrando diferencias significativas en el porcentaje graso entre las chicas de Gimnasia Artística y las de Acrobática, además de otras diferencias a nivel funcional. Fernández y Joao¹⁴ hicieron una descripción del perfil genético, somatotípico y psicológico de 25 gimnastas de Artística de alto nivel. Capdevila, *et al.*¹⁵ compararon el Índice de Masa Corporal (IMC) de 180 mujeres olímpicas españolas de varias especialidades con una población de mujeres no deportistas, encontrando entre otros resultados un peso y un IMC notablemente más bajo en gimnastas de Gimnasia Rítmica. Rodríguez y Berral¹⁶ evaluaron el perfil antropométrico del equipo argentino junior y senior de Gimnasia Artística Masculina (n=25), comparándolo con datos de referencia de gimnastas de elite y encontrando un perfil similar, aunque tendiendo a ser más pequeños, más pesados y con los perímetros de pecho, cintura, muslo y pierna más anchos; los autores concluyen que estos factores suponen una desventaja biomecánica en los saltos y giros para estos gimnastas.

Los trabajos más importantes sobre características morfológicas en deportes gimnásticos, se han ocupado principalmente de la Gimnasia Artística Masculina y Femenina (GAM y GAF). Entre los más relevantes encontramos el de Carter^{17,18} que lideró un proyecto para analizar los perfiles antropométricos de los deportistas olímpicos en los Juegos Olímpicos de Montreal 1976, trabajo que incluye también datos referentes a los JJ.OO. de Tokio 1964, Méjico 1968 y Munich 1972. Un estudio más reciente publicado por Classens en 1991¹⁹, estudia las características antropométricas de los gimnastas participantes en el Campeonato del Mundo de Rotterdam de 1987, incluyendo además datos de otros estudios relativos a Torneos Internacionales, Campeonatos Mundiales o Juegos Olímpicos, tales como los aportados por Dybowska y Dybowski (1929), Cureton (1951), Hirata (1966 y 1979), De Garay, *et al.* (1974), Zaharieva, *et al.* (1979), Lopez, *et al.* (1979), Gajdos (1984). El Grupo Español de Cineantropometría (GREC) ha estado utilizando entre otros, los valores de referencia aportados por Canda²⁰ obtenidos en Centros de Medicina del Deporte Españoles. López Bedoya, *et al.*²¹ hicieron una revisión de las publicaciones más relevantes relacionadas con las características morfológicas de las gimnastas de alto nivel. Rose, *et al.*²² relacionaron el índice de masa corporal con el rendimiento en gimnastas de élite.

En estudios de referencia a nivel nacional sobre Gimnasia Rítmica (GR), Corbella y Barbani²³ estudiaron la relación entre ciertos parámetros morfológicos, la edad menárquica y la composición corporal de las gimnastas; Franco, *et al.*²⁴ investigaron sobre la evolución fisiológica y antropométrica de las gimnastas durante una temporada; Lapieza y Nuviola²⁵ compararon las características morfológicas entre gimnastas de Rítmica y nadadoras; Berral, *et al.*²⁶ estudiaron la composición corporal en Gimnasia Rítmica de elite.

En otras especialidades gimnásticas se han encontrado trabajos realizados dentro del grupo de investigación CTS-171 de la Junta de Andalucía denominado "Análisis y Evaluación de la Actividad Física-Deportiva", como el Aerobic Deportivo de López, *et al.*²⁷, el Tumbling y Trampolín de

López, *et al.*²⁸, la Gimnasia Acrobática de López, *et al.*²⁹, la Gimnasia Rítmica de Fernández, *et al.*³⁰ y finalmente el Trampolín con los trabajos de Gómez-Landero, *et al.*^{31,32}. Todos ellos analizan las características morfológicas de los gimnastas de las distintas especialidades con un nivel de competencia mínimo en Campeonatos de España. Los artículos de Trampolín, han supuesto un trabajo piloto previo al estudio que ahora nos ocupa, el cual se enmarca en un proyecto a nivel nacional denominado "Determinación del perfil motor, morfológico, funcional y psicológico en deportes gimnásticos para la construcción de baterías de test, aplicables a la detección y selección de talentos deportivos". Ubicándonos en el perfil morfológico del Trampolín como deporte gimnástico y debido a la escasez de estudios específicos existentes, los objetivos de nuestro trabajo han sido:

- Obtener las medidas antropométricas de trampolinistas españolas de alto nivel.
- Analizar el somatotipo y la composición corporal de la muestra.
- Comparar los resultados obtenidos con los de otras especialidades gimnásticas.

MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos

La población de estudio está compuesta por un total de 19 trampolinistas femeninas, todas aceptaron participar en el estudio de manera voluntaria, mediante consentimiento informado de acuerdo a las normas de ética para investigación en humanos, según los principios de la Declaración de Helsinki de 1975. Todas presentan un nivel de competencia mínimo de Campeonato de España, siendo integrantes la gran mayoría de la Selección Nacional en las distintas categorías estudiadas y competidores a nivel internacional (Torneos Internacionales, Campeonatos de Europa y Campeonatos del Mundo). Representan el 90% de la participación en la Copa de España 2006 en categoría Absoluta.

Todos los sujetos se han agrupado según las categorías competitivas utilizadas en el Campeonato de España de Clubes, Campeonato de España de Selecciones Autonómicas y Copa de España. Son las siguientes:

- Categoría Sub-15: menos de 15 años. Grupo 1 (G1, n = 9).
- Absoluta: 15 años o más. Grupo 2 (G2, n = 10).

Material e instrumental

Todo el material e instrumental utilizado para la toma de datos en las distintas pruebas, así como para el análisis posterior, está acorde con las indicaciones de la ISAK:

- Báscula - impedanciómetro digital Tanita con precisión de 100g
- Antropómetro Harpenden (Holtain) con ramas curvas.
- Calibre para pequeños diámetros Holtain con precisión de 1 mm.
- Tallímetro de pared con precisión de 1 mm.
- Plicómetro Holtain con precisión de 0,2 mm.
- Cinta antropométrica Lufkin de 2 m de longitud y precisión de 1 mm.
- Rotulador dermográfico.
- Cajón antropométrico.
- Hojas de registro.
- Hoja de cálculo Excel diseñada al efecto para el procesamiento de datos.
- Programa de análisis estadístico SPSS 15.0

Diseño

Se ha realizado un estudio descriptivo de tipo seccional. El conjunto total de variables ana-

lizadas para este trabajo han sido: edad (años enteros), peso corporal (kg), estatura (cm), seis pliegues cutáneos (mm), subescapular, tríceps, supraespinal, abdominal, muslo frontal y pantorrilla; cinco diámetros (cm), biacromial, bi-iliocrestal, epicondilar del húmero y del fémur y biestiloideo y dos perímetros (cm) pantorrilla máxima y brazo flexionado y contraído.

A partir de este conjunto de medidas, se procesaron los datos para el análisis de la composición corporal siguiendo las recomendaciones del GREC³³, que propone la estrategia de De Rose y Guimaraes (1980) basada en el modelo clásico de Matiegka (1921) para el cálculo de la composición corporal. Este método sigue para el cálculo del peso graso la fórmula de Faulkner (1968), para el peso óseo la de Von Döbelen modificada por Rocha (1974) y para el peso residual la de Wurch (1974). Para el somatotipo se utilizó el método antropométrico de Heath-Carter³⁴, analizándose tanto la somatocarta como los componentes endomórficos, mesomórficos y ectomórficos.

Procedimiento

La toma de datos se realizó la semana posterior a la Copa de España de Trampolín en el 2006, competición en la que participan una selección de los mejores en el ranking nacional. El momento de forma de cara a la toma de datos fue óptimo dada la proximidad de la competición. Se midió en el Centro de Alto Rendimiento (CAR) de San Cugat en Barcelona, en el CAR de Trampolín de Albacete, en el centro de entrenamiento de Getafe (Madrid) y en el de Pontevedra (Galicia). Todas las medidas fueron realizadas por antropometristas acreditados por la ISAK para asegurar una mayor validez y fiabilidad durante el proceso. Las medidas obtenidas fueron registradas en una base de datos Excel 2002. Se estableció una distribución de frecuencias para cada variable, además de computar el mínimo y máximo hallado, mediana, media aritmética y desviación típica en todas las medidas en escala ordinal.

Se han establecido comparaciones de variables entre las dos categorías estudiadas y con otras especialidades gimnásticas. Para comprobar el

tipo de distribución de cada variable, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Si se cumplían los requisitos de normalidad se utilizó estadística paramétrica; con la prueba t de Student en el caso de varianzas iguales y con la prueba t para varianzas heterogéneas (test de Welch) en su caso. Si no se cumplían los requisitos de normalidad se utilizó estadística no paramétrica con la U de Mann-Whitney. Para todas las comparaciones se estableció un intervalo de confianza del 95%.

En el estudio de los somatotipos, se ha calculado el Índice de Dispersión del Somatotipo (SDI) para comprobar la homogeneidad de cada grupo, y para comparar los somatotipos medios de los distintos grupos la Distancia Morfogénica, término propuesto por el GREC para referirse al *Somatotype attitudinal distance* (SAD).

RESULTADOS

Todos los resultados se presentan diferenciando el total de la muestra y los dos grupos antes citados, estableciendo comparaciones entre ambos (t de Student). Las medias y desviaciones típicas referentes a las características generales de la muestra se muestran en la Tabla 1.

Ambos grupos muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$), presentando el G2 valores nítidamente superiores en edad, peso talla e IMC.

En la Tabla 2 aparecen los valores obtenidos en pliegues, diámetros y perímetros, siendo de nuevo superiores en G2 y con diferencias estadísticamente significativas en todas las variables salvo en los pliegues suprailíaco, pierna y muslo.

Grupos	Estadístico	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/m ²)
G 1 (Sub-15) n = 9	Media	11,4	35,27	141,06	17,45
	Desv. típica	1,24	8,55	9,71	1,95
G 2 (absoluta) n = 10	Media	16,1***	51,91***	157,8***	20,83***
	Desv. típica	2,02	4,53	3,69	1,51
Total n = 19	Media	13,90	44,03	149,87	19,23
	Desv. típica	2,80	10,75	11,07	2,41

*** Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t ($p < 0,001$)

TABLA 1.
Características generales de los grupos estudiados (edad, peso, talla e IMC)

Variables antropométricas	G1 (Sub-15) n = 9		G2 (absoluta) n = 10		Total (n = 19)	
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica
Pliegue_Tríceps (mm)	9,01	2,29	13,76**	3,17	11,51	3,65
Pliegue_Subescapular (mm)	6,48	1,39	8,70*	1,60	7,65	1,85
Pliegue_Suprailíaco (mm)	11,27	4,20	14,27	3,85	12,85	4,20
Pliegue_Abdominal (mm)	8,49	3,28	12,84*	3,61	10,78	4,03
Pliegue_Pierna (mm)	10,58	3,70	11,24	2,90	10,93	3,23
Pliegue_Muslo (mm)	17,04	4,71	20,13	3,09	18,66	4,14
Sumatorio_6 pliegues (mm)	62,89	18,40	80,95*	12,82	72,39	17,85
Diámetro_Biacromial (cm)	31,28	2,20	35,15***	1,08	33,32	2,58
Diámetro_Biiliocrestal (cm)	22,33	2,18	25,70**	0,89	24,11	2,34
Diámetro_Ep.Húmero (cm)	5,59	0,48	6,08*	0,24	5,85	0,44
Diámetro_Estiloideo (cm)	4,33	0,37	4,82**	0,21	4,59	0,38
Diámetro_Ep.Fémur (cm)	8,14	0,44	8,88***	0,34	8,53	0,53
Perímetro_Brazo Flex (cm)	21,71	2,23	26,27***	1,07	24,11	2,87
Perímetro_Pantorrilla (cm)	28,38	2,54	33,74***	1,32	31,20	3,36

* Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t ($p < 0,05$); ** Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t ($p < 0,005$); *** Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t ($p < 0,001$)

TABLA 2.
Variables antropométricas: pliegues, diámetros y perímetros

Las somatocartas de todas las gimnastas se exponen en la Figura 1. En la esquina superior derecha aparece el índice de dispersión del somatotipo (SDI), calculado para valorar la homogeneidad de los grupos estudiados. Cuanto menor es el valor de SDI, menores diferencias existen entre los individuos del grupo estudiado y el grupo es más homogéneo. Si el resultado de SDI es ≥ 2 , se considera que existen diferencias significativas ($p < 0,05$). Los resultados obtenidos indican heterogeneidad tanto en la categoría Sub-15 (SDI = 2,4) como en la Absoluta (2,62). A pesar de la dispersión en la nube de puntos puede apreciarse una tendencia central en la categoría Sub-15 y mesomorfo-endomórfica en la Absoluta.

Las medias de ambos grupos y del total de la muestra ($n=19$) en los componentes del somatotipo (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia)

y en las coordenadas (x,y) de la somatocarta aparecen a continuación en la Tabla 3.

Al comparar los grupo G1 y G2 aparecen diferencias próximas a ser estadísticamente significativas en los componentes endomórfico y ectomórfico ($p = 0,054$ y $p = 0,059$, respectivamente). Así, parece apreciarse una tendencia al aumento de la endomorfia y a la disminución de la ectomorfia desde la categoría Sub-15 a la Absoluta.

La categoría Absoluta presenta un biotipo mesomorfo-endomorfo (4 - 4,3 - 2,4), diferenciándose de la Sub-15 que muestra un somatotipo más central (3,3 - 4 - 3,1) con una leve dominancia mesomórfica. El biotipo medio de todas las gimnastas es ligeramente endo-mesomorfo (3,7 - 4,2 - 2,7). Estas somatocartas medias aparecen en la Figura 2.

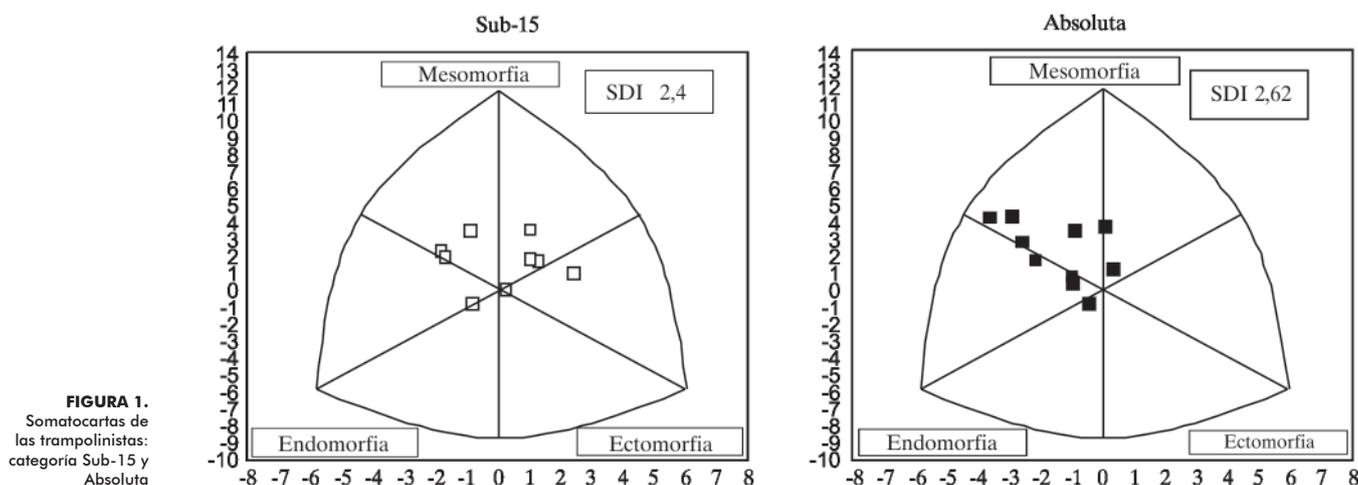
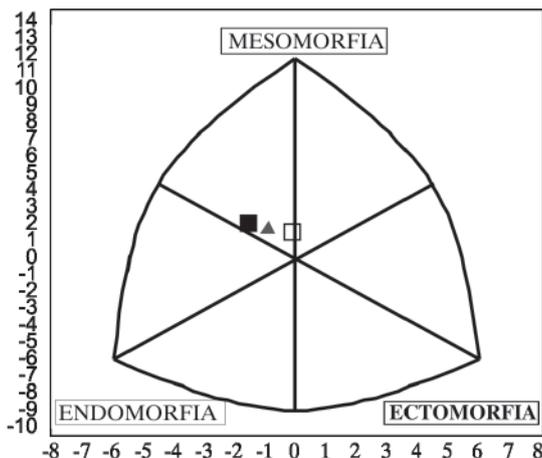


FIGURA 1.
Somatocartas de
las trampolinistas:
categoría Sub-15 y
Absoluta

TABLA 3.
Componentes
del somatotipo y
coordenadas de los
grupos de
trampolinistas
estudiadas

Grupos	Estadístico	x	y	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
G 1 (Sub-15) n = 9	Media	-0,13	1,68	3,26	4,02	3,10
	Desv. típica	1,47	1,43	0,86	0,54	0,69
G 2 (absoluta) n = 10	Media	-1,59*	2,18	4,011	4,32	2,422
	Desv. típica	1,34	1,78	0,74	0,68	0,76
Total n = 19	Media	-0,90	1,56	3,65	4,18	2,74
	Desv. típica	1,95	1,60	0,87	0,62	0,79

* Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t ($p < 0,05$); ¹ $p = 0,054$ (prueba t entre G1 y G2); ² $p = 0,059$ (prueba t entre G1 y G2)



□ SUB-15 ■ ABSOLUTA ▲ MEDIA

FIGURA 2. Somatocartas medias de las categorías Sub-15 y Absoluta

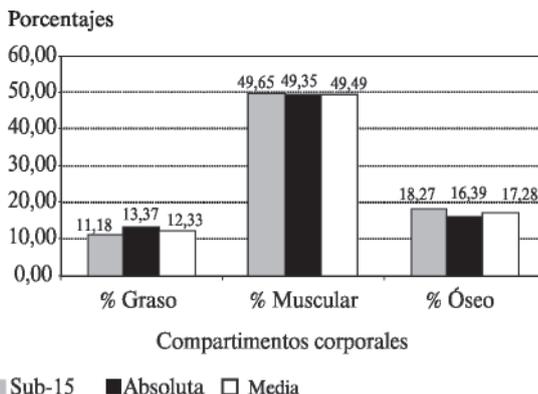


FIGURA 3. Composición corporal de las trampolinistas estudiadas

Grupos	Estadístico	Masa grasa		Masa muscular		Masa ósea		Masa residual	
		Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
G 1 (Sub-15) n = 9	Media	4,04	11,18	17,50	49,65	6,36	18,27	7,37	20,90
	Desv. típica	1,46	1,65	4,22	0,87	1,22	1,63	1,79	0,00
G 2 (absoluta) n = 10	Media	6,98**	13,37*	25,59**	49,35	8,49**	16,39*	10,85**	20,90
	Desv. típica	1,24	1,46	2,11	1,54	0,58	0,77	0,95	0,00
Total n = 19	Media	5,59	12,33	21,76	49,49	7,48	17,28	9,20	20,90
	Desv. típica	2,00	1,88	5,23	1,24	1,42	1,55	2,25	0,00

* Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t (p<0,05); ** Diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2. Prueba t (p<0,001)

TABLA 4. Pesos y porcentajes de los cuatro compartimentos corporales estudiados (graso, muscular, óseo y residual) en los dos grupos

En cuanto a la composición corporal podemos ver a continuación los resultados recogidos en la Tabla 4, diferenciando en cada caso el porcentaje del peso graso, óseo y muscular de los distintos grupos de edad.

Al comparar la categoría Sub-15 con la Absoluta nos encontramos diferencias estadísticamente significativas (p<0,05), con un aumento notable en el porcentaje graso (de 11,18% a 13,37%) en detrimento del porcentaje óseo que disminuye (de 18,3% a 16,4%). El porcentaje de peso muscular se mantiene en unos valores similares rondando el 50%, mientras que el porcentaje del peso residual se mantiene constante en los dos grupos al seguir el 20,9% dado por Wurch (1974) para mujeres. En la Figura 3, se puede observar el histograma de los diferentes compartimentos corporales.

DISCUSIÓN

Las notables diferencias significativas encontradas en peso, talla, perímetros y diámetros pueden relacionarse con un mayor desarrollo madurativo en la categoría Absoluta (p<0,001 en peso, talla, diámetros biacromial y epicondilar del fémur, perímetros del brazo flexionado y pantorrilla, y p<0,005 en diámetros biliocrestal y estiloideo). Las diferencias morfológicas entre los dos grupos de edad estudiados justifican la separación de ambas categorías en competición, con exigencias distintas adaptadas a cada una de ellas.

La categoría Absoluta ha mostrado valores medios más elevados en todos los pliegues, con diferencias estadísticamente significativas en tres de ellos (p<0,05 en tríceps, subescapular y

abdominal), sugiriendo un aumento de la grasa corporal subcutánea desde la categoría Sub-15 a la Absoluta.

Al comparar por separado los componentes de ambos somatotipos no hemos obtenido diferencias significativas (el valor de p ha estado muy próximo a 0,05 pero por encima); en el eje x de coordenadas de la somatocarta si aparecen diferencias significativas y al calcular la distancia de dispersión entre ambos somatotipos (SDD) hemos obtenido un valor de 2,57, sugiriendo por tanto diferencias entre ambos somatotipos. Hebbelink, citado por Esparza³³, estableció que la distancia es estadísticamente significativa para $p < 0,05$ cuando la SDD es ≥ 2 . Los somatotipos de las dos categorías analizadas muestran el componente mesomórfico como el más elevado, seguido del endomórfico y el ectomórfico en último lugar; las diferencias entre los componentes son sin embargo escasas, no llegando a la unidad de diferencia salvo en el componente ectomórfico de la categoría Absoluta. Estos resultados apuntan a un ligero predominio del desarrollo músculo-esquelético frente a la cantidad relativa de grasa, así como de las medidas transversales frente a las longitudinales.

Al analizar los compartimentos corporales se confirma lo sugerido anteriormente, apareciendo un porcentaje de grasa superior en categoría Absoluta (2,2% más, $p < 0,05$), que va en detrimento de un menor porcentaje óseo (1,9% menos, $p < 0,05$) ya que el porcentaje muscular permanece muy similar.

Estos cambios, relacionados con el aumento de la talla, de la grasa subcutánea, de la masa muscular y del peso coinciden con los cambios propios del desarrollo madurativo de estas edades previas y posteriores a la pubertad, coincidiendo con Rodríguez, *et al.*³⁵ y Moreno, *et al.*³⁶ (artículos encuadrados dentro del Estudio AVENA con adolescentes españoles).

Al comparar estos datos con los encontrados en la literatura científica deportiva relacionada, ha sido necesario recurrir a otras modalidades gimnásticas afines como la Gimnasia Artística

Femenina (GAF) y la Gimnasia Rítmica (GR) debido a la escasez de estudios antropométricos existentes de referencia sobre el Trampolín.

A continuación, presentamos datos referidos a gimnastas de GAF de Pool, *et al.*³⁷, De Garay, *et al.*³⁸, Novak, *et al.*³⁹, Zaharieva, *et al.*⁴⁰, Carter¹⁷, Claessens, *et al.*¹⁹ y Canda²⁰; datos GR de Canda²⁰ y de Trampolín extraídos de un estudio piloto realizado en 2001²⁸. Distintas variables antropométricas analizadas en estos estudios, junto con las características de cada una de las muestras aparecen comparadas con nuestra muestra en la Tabla 5.

Hemos seleccionado la categoría Absoluta ya que presenta una media de edad más cercana a las poblaciones de referencia encontradas. En las especialidades de Gimnasia Rítmica y Artística, la edad mínima para competir en categoría absoluta a nivel internacional es de 16 años, siendo sin embargo de 18 años en el caso del Trampolín.

La edad media que presentan las trampolinistas (16,1 años) de esta muestra es de las más bajas en comparación con las otras referencias, mostrando diferencias estadísticamente significativas con las gimnastas de Méjico, Munich y Montreal, estando todas las medias en un rango de 4,5 años.

La masa de las trampolinistas es superior respecto a la mayoría de las otras muestras (con $p < 0,05$ en 3 casos), a pesar de que la talla es inferior en la mayor parte de casos (6 en total, con $p < 0,05$ en 4 de esos casos). Esta relación entre peso y talla se evidencia de una forma más clara al comparar el IMC medio de cada una de las muestras; aunque no se ha aplicado la prueba t (carecemos de los valores de las desviaciones típicas), se puede apreciar como las trampolinistas presentan un IMC superior entorno a una unidad a todas las gimnastas de GAF, a excepción de la muestra del Campeonato de Europa de Ámsterdam (1967). La diferencia es mucho más notable con las gimnastas de GR, presentando más de 4 unidades de diferencia.

Estos resultados no discriminan el tipo de masa que diferencia a un grupo de otro. Al comparar

Variables	Gimnasia Artística Femenina						G. Rítmica	Trampolín			
	Ámster- dam CE 1967	Méjico JO 1968	Munich JO 1972	Varna CM 1974	Montreal JO 1976	Rotter- dam CM 1987	Centros de Medicina del Deporte piloto Españoles 1993	Estudio SN 2001	Españolas CN 2006		
Muestra	n=38	n=21	n=5	n=106	n=15	n=201	n=14	n=16	n=2	n=10	
Edad (años)	Media	20,50	17,8	19*	18,5	17*	16,5	15,5	16	17,5	16,1
	D. T.	-	3,10	3,80	-	2,00	-	2,00	1,00	0,71	2,02
Peso (kg)	Media	52,60	49,8*	52,5	50,7	50,9	45,6	39,1*	43,6*	57,64*	51,9
	D. T.	-	4,60	1,20	-	6,00	-	7,20	3,30	3,82	4,52
Talla (cm)	Media	158,40	156,9	163,5*	158,6	161,5*	154,3	146,4*	162,4*	166,5*	157,8
	D. T.	-	-	2,30	-	5,74	-	6,00	3,10	2,12	3,69
Índice Masa Corporal	Media	20,96	20,23	19,64	20,16	19,52	19,15	18,24	16,53	20,79	20,83
	D. T.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51
Sum_6 pliegues (mm)	Media	-	-	52,70	-	49,4*	-	38,2*	46,4*	-	80,95
	D. T.	-	-	-	-	9,10	-	9,50	11,40	-	12,81
Endomorfia	Media	-	2,7*	2,60	-	2,1*	1,80	1,6*	1,9*	2,90	4,01
	D. T.	-	0,70	-	-	0,40	-	0,60	0,60	-	0,74
Mesomorfia	Media	-	4,20	3,80	-	4,00	3,70	4,30	2*	4,10	4,32
	D. T.	-	0,50	-	-	0,60	-	0,60	0,50	-	0,68
Ectomorfia	Media	-	2,80	3,40	-	3,4*	3,10	3,1*	5,2*	2,95	2,42
	D. T.	-	0,50	-	-	0,70	-	0,90	0,80	-	0,76
SAD respecto a la muestra estudiada	-	1,36	1,79	-	2,17	2,39	2,50	4,19	1,25	0,00	

* Diferencias estadísticamente significativas, comparación con trampolinistas españolas CN 2006. Prueba t ($p < 0,05$); CE: Campeonatos Europeos; JO: Juegos Olímpicos; CM: Campeonatos Mundiales; SN: Selección Nacional; CN: Campeonato Nacional.

TABLA 5. Comparación de características antropométricas (valores medios) de gimnastas femeninas de élite, competidoras a nivel internacional

el “sumatorio olímpico” de 6 pliegues, observamos como las trampolinistas están por encima de todos los valores de referencia, con diferencias estadísticamente significativas respecto a las muestras de GAF de Montreal y españolas (1993), así como la muestra de GR. Estas notables diferencias permiten suponer un mayor porcentaje graso en las trampolinistas frente a las gimnastas de Rítmica y Artística, caracterizadas por una mayor cantidad de masa libre de grasa.

Al analizar por separado cada componente del somatotipo encontramos diferencias de diverso tipo. Las trampolinistas españolas presentan los valores más elevados de endomorfia, con diferencias estadísticamente significativas en los cuatro contrastes realizados, dato que se relaciona directamente con los mayores pliegues cutáneos y el mayor peso corporal para una altura similar. Resulta llamativa la evolución descendente que ha sufrido el componente endomórfico

en GAF a lo largo de los últimos años. Este ha pasado de 2,7 (JJ. OO. Méjico 1968) hasta 1,6 (dato de referencia de los Centros de Medicina Deportiva Españoles de 1993). La muestra de Gimnasia Rítmica presenta igualmente un valor endomórfico bajo^{1,9}. Estos valores se distancian en más de 2 unidades respecto a nuestra muestra, sugiriendo una menor importancia en el Trampolín Femenino de la masa libre de grasa respecto a las otras dos disciplinas.

Por tanto, la importancia de la masa libre de grasa no parece tan determinante en Trampolín como en Gimnasia Artística Femenina o Gimnasia Rítmica. Cabe suponer que dadas las características elásticas del Trampolín y la inexistencia de habilidades en apoyo o suspensión como en GAF, puede no resultar tan necesario un menor porcentaje graso, o incluso favorecedor desde el punto de vista mecánico. Este aspecto podría estar en concordancia con la ley de Hooke, según la

cual la deformación del Trampolín es proporcional a la acción ejercida por el peso del gimnasta y los límites de la elasticidad de la composición del material⁴¹.

En definitiva, la utilización de estos medios elásticos puede reflejar las diferencias encontradas con las gimnastas de GAF, las cuales según López, *et al.*²¹ suelen ser de baja o media estatura, reducido peso e índice alto de fuerza relativa, indicadores todos ellos que facilitan la realización del contenido motriz de esta especialidad al tratarse de movimientos gimnásticos de gran coordinación neuromuscular y alta velocidad segmentaria en situaciones inhabituales de apoyo y suspensión.

Sin embargo, aunque las acciones motoras aéreas son similares en las gimnastas de Trampolín, éstas pueden verse favorecidas por un aumento del tiempo de vuelo, el cual será proporcional al peso de la gimnasta y a la elasticidad de la malla del trampolín, justificándose así los pesos ligeramente superiores de esta población.

En la mesomorfia encontramos similitudes entre el Trampolín (4,3) y la GAF (con valores en torno al 4), no apareciendo en ninguna de los contrastes realizados diferencias estadísticamente

significativas. La GR está sin embargo muy por debajo de estos valores con un componente mesomórfico de 2 (diferencias significativas, $p < 0,05$). El componente músculo-esquelético si parece por tanto, característico en las trampolinistas estudiadas siguiendo además, una línea similar a las referencias de GAF.

Todo lo contrario sucede con la ectomorfia. En este caso la GR presenta el valor más elevado con 5,2 ($p < 0,05$), siguiendo la GAF con el componente ectomórfico entorno al 3 y con diferencias significativas respecto al Trampolín en dos casos (Montreal y españolas 1993). El Trampolín estaría en último lugar con 2,4. Estos resultados indican un mayor predominio de las medidas transversales respecto a las longitudinales, en la población de trampolinistas estudiadas, respecto a las otras especialidades gimnásticas de referencia.

Al comparar los somatotipos (Figura 4) encontramos distancias notables entre las Trampolinistas y las gimnastas de Artística de las muestras de 1976, 1987 y 1993. La mayor diferencia aparece con las gimnastas de Rítmica (SAD=4,19). Con las muestras más antiguas de GAF (JJ. OO. de 1968 y 1972) las diferencias son menores. La mayor similitud se da respecto a la muestra de trampolinistas analizada en 2001 (SAD=1,25).

Finalmente destacamos las principales conclusiones extraídas de este estudio:

- El grado de homogeneidad de las categorías analizadas no es estadísticamente significativo en términos generales (valores de SDI por encima de 2). Esto puede hacer suponer una influencia relativa de ciertas características morfológicas en el rendimiento.
- Las categorías Sub-15 y Absoluta muestran abundantes diferencias significativas en pliegues, diámetros, perímetros y compartimentos corporales; probablemente debidas al desarrollo madurativo propio de esas edades y a los efectos del entrenamiento. Estas diferencias confirman la separación de ambos grupos de edad en competición.

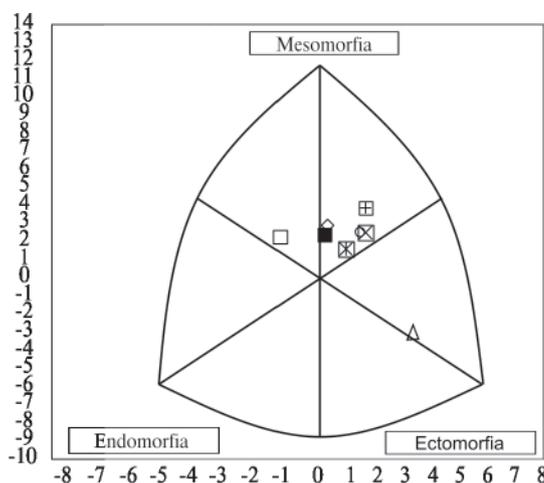


FIGURA 4.
Somatocartas de diferentes muestras de gimnastas de Gimnasia Artística Femenina (GAF), Trampolín (TR) y Gimnasia Rítmica (GR)

△ CMDE 1993 GR × CM 1987 GAF
◇ JO 1968 GAF + CMDE 1993 GAF
* JO 1972 GAF ■ SN 2001 TR
○ JO 1976 GAF □ CN 2006 TR

- Los componentes de los somatotipos de las dos categorías no se diferencian de forma significativa, aunque la distancia entre ambos somatotipos sí apunta diferencias (SDD = 2,57).
- Los resultados obtenidos sugieren un perfil morfológico singular en las gimnastas de Trampolín, apareciendo diferencias notables en ciertos parámetros morfológicos entre otras especialidades gimnásticas analizadas (Gimnasia Artística y Rítmica).
- El Trampolín femenino se caracteriza por un componente mesomórfico predominante seguido de una endomorfia con valores cercanos, notablemente superior a otras especialidades gimnásticas. Este dato se relaciona directamente con un mayor porcentaje graso.

De cara a próximos estudios en esta línea de investigación se sugiere:

- Obtener datos antropométricos de referencia con poblaciones del más alto nivel internacional (finalistas en Campeonatos del Mundo o Juegos Olímpicos) y así establecer comparaciones.
- Aumentar la muestra por categorías diferenciando además el nivel competitivo.
- Analizar las características morfológicas desde el estudio de la proporcionalidad corporal.
- Discriminar la influencia de unos u otros parámetros morfológicos en el rendimiento deportivo.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Lokendahle L.** *Historic Merger Paves the Way for Trampoline in the 2000 Olympics.* ITIA Newsletter. 1999;1(1).
2. **Gil J, Gil SM, Irazusta A, Irazusta J.** Anthropometric and physiological profile of successful young soccer players. *Journal of Sports Sciences* 2004;22(6):543-4.
3. **Hume P, Mellow A, Pearson P, Slyfie S.** Anthropometric dimensions of team New Zealand America's Cup sailors. *New Zealand Journal of Sports Medicine* 2005;33(2):52-7.
4. **Gardner A, Hopkins W, Pyne D, Sheeh N.** Positional differences in fitness and anthropometric characteristics in Australian football. *Journal of Science & Medicine in Sport* 2006;9(1-2):143-50.
5. **Al-Nakeeb Y, Duncan MJ, Woodfiel L.** Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *British Journal of Sports Medicine* 2006;40(7):649-51.
6. **Cable T, Hasan A, Rahaman JA, Reil Y.** Anthropometric profile of elite male handball players in Asia. *Biology of Sport* 2007;24(1):3-12.
7. **Amini A, Tojari F.** Anthropometric and physiological characteristics in judo: applicable for talent identification and development (Abstract). En: Klisouras V (ed). *2004 pre-olympic congress: proceedings. Volume I: lectures-orals: Sport science through the ages*, 6-11 august 2004;301-2.
8. **Grobbelaar H, Hand de Ridder J, Kruger A, Underh Y.** Kinanthropometric profile and morphological prediction functions of elite international male javelin throwers (Abstract). En: Klisouras V (ed). *2004 pre-olympic congress: proceedings. Volume I: lectures-orals: Sport science through the ages*, 6-11 august 2004;379-80.
9. **Malina RM, Monsma EV.** Anthropometry and somatotype of competitive female figure skaters 11-22 years variation by competitive level and discipline. *Journal of Sports Medicine & Physical fitness* 2005;45(4):491-500.

10. Neto B, Donato J, Fedrizzi F, Leite AC, Leite GS, Prestes RD, Urtado J, Bertoldo C. Características antropométricas de jovens nadadores brasileiros do sexo masculino e feminino em diferentes categorías competitivas. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano (Florianopolis)* 2006;8(4):25-31.
11. Pérez B, Vásquez M, Landaeta-Jiménez M, Ramírez G, Macías-Tomei C. Anthropometric characteristics of young venezuelan swimmers by biological maturity status. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano (Florianopolis)* 2006;8(2):13-8.
12. Fragozo I, Vieira F. The morphological characteristics of Portuguese young athletes and non-athletes. En: Norton K, Olds T, Dollman J. (ed.). *Kinanthropometry VI*. Adelaide: International Society for the Advancement of Kinanthropometry 2000;167-89.
13. Grantham NJ. Body composition and physiological characteristics of male and female national and international high-performance gymnasts. *Journal of Sports Sciences* 2000;18(1):24-5.
14. Fernandes J, Joao AF. Ginastica Olimpica: identificacao do perfil genetico, somatotipico e psicologico das atletas brasileiras de Ginastica Olimpica Feminina de alta qualificacao esportiva. *Fitness & Performance Journal (Rio De Janeiro)* 2002;1(2):12-20.
15. Capdevila L, Ninerola J, Toro J. Body mass index in female spanish olympic athletes. *Perceptual & Motor Skills* 2005;100(1):99-100.
16. Rodríguez E, Berral F. Morphological assessment in elite argentinean male gymnasts. *Revista Brasileira De Cineantropometria & Desempenho Humano (Florianopolis)* 2006;8(4):16-24.
17. Carter JEL. *Physical Structure of Olympic Athletes*. Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Basel: Karger 1982.
18. Carter JEL. *Physical Structure of Olympic Athletes*. Part II. Kinanthropometry of Olympic Athletes. Basel: Karger 1984.
19. Claessens LA, Veer FM, Stijnen V, Lefevre J, Maes H, Steens G, Beunen G. Anthropometric characteristics of outstanding male and female gymnasts. *J Sports Sci*. 1991;9:53-74.
20. Canda A. Valores cineantropométricos de referencia. En: Esparza Ross F (ed). *Monografías FEMEDE. Manual de Cineantropometría*. 1ed. Madrid: Ed GREC FEMEDE 1993;171-213.
21. Lopez J, Vernetta M, De la Cruz JC. Características morfológicas y proceso de maduración de las gimnastas de alto nivel. Morphological traits and maturation process in top level female athletes. *Archivos de Medicina del Deporte* 1993;10(37):49-55.
22. Rose JS, Sherman RT, Thompson RA. Body mass index and athletic performance in elite female gymnasts. *Journal of Sport Behavior* 1996;19(4):338-46.
23. Corbella M, Barbani JR. Relación de medidas antropométricas, composición corporal y edad monárquica entre gimnastas de rítmica y niñas no deportistas. *Apunts Medicina de l'Esport* 1991;26:7-12.
24. Franco L, López MA, Terreros JL. Gimnasia rítmica: evolución fisiológica y antropométrica en una temporada. *Archivos de Medicina del Deporte* 1991;8(30):127-33.
25. Lapieza MG, Nuvala R. Características morfológicas en gimnastas de rítmica y nadadoras. *Apunts Medicina de l'Esport* 1993;30(118):255-63.
26. Berral de la Rosa FJ, Glaycon M, Escribano Zafra A, Lancho Alonso JS. Composición Corporal en Gimnasia Rítmica de elite. *Archivos de Medicina del Deporte* 1995;12(49):353-9.
27. López Bedoya J, Vernetta M, De la Cruz JC. Características morfológicas y funcionales del Aerobic Deportivo. *Apunts educacion fisica y deportes ESPAGNE* 1999;55:60-5.
28. López J, Gómez-Landero LA, Jiménez J, Vernetta M. Características morfológicas y funcionales en competidores de Tumbling y Trampolín. En: León K, Palomo A, Macías (ed). *Enseñanza y Entrenamiento de la Gimnasia y la Acrobacia*. I Simposium Internacional de Actividades Gimnásticas y Acrobáticas (VII Simposium Nacional), Cáceres 11 y 12 abril 2002.
29. López J, Vernetta M, Jiménez J. Estudio cineantropométrico de gimnastas de Acrosport de nivel autonómico español. *Rev. Dig. Buenos Aires*. 2003;9(27). <http://www.efdeportes.com/>.
30. Fernández E, Vernetta M, López J, Gómez-Landero A. Análisis de las características morfológicas en la selección andaluza de gimnasia rítmica deportiva. En: González MA, Sánchez JA, Areces A

- (ed). *IV Congreso Asoc. Esp. CC. de Deporte*. A Coruña. 24-27 oct 2006.
31. **Gómez-Landero LA, López J, Vernetta M, Fernández E.** Análisis de las características morfológicas de la selección española masculina de trampolín. *Rev. Dig. Buenos Aires*. 2004;10(74). <http://www.efdeportes.com/>.
32. **Gómez-Landero LA, López J, Vernetta M, Fernández E.** Relaciones entre características funcionales y morfológicas en gimnastas de Trampolín. En: González MA, Sánchez JA, Areces A (ed). *IV Congreso Asoc. Esp. CC. de Deporte*. A Coruña. 24-27 oct 2006.
33. **Esparza Ross F.** *Manual de Cineantropometría. Monografías FEMEDE*. 1ed. Madrid: Ed GREC FEMEDE 1993;215.
34. **Carter JEL.** *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype- Instruction Manual*. Department of Exercise and Nutritional Sciences. San Diego State University. San Diego, CA. U.S.A. Surrey, Canada. March 2002.
35. **Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarria A, Bueno M.** Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. *International Journal of Obesity* 2004;28:S54-S58.
36. **Moreno LA, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Fleta J, Wärnberg J, Ruiz J, Sarria A, Marcos A, Bueno M, AVENA Study Group.** Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Eur J Clin Nutr*. 2006;60:191-6.
37. **Pool J, Binkhorst RA, Vos JA.** Some anthropometric and physiological data in relation to performance of top female gymnasts. *Internationale Zeitschrift fur angewandte Physiologie* 1969;27:329-38.
38. **De Garay AL, Levine L, Carter JEL.** *Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes*. New York: Academic Press 1974.
39. **Novak LP, Woodward WA, Bestit C, Mellerowicz H.** Working capacity, body composition, and anthropometry of Olympic female athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1977;17:275-83.
40. **Zaharieva E, Georgiev N, Techechmedgiev R.** Recherches anthropométriques su les gymnastes masculins et feminins des XVIIIe championnats du monde de Varna (Bulgarie) de 1974. *Cinesio-logie* 1979;18:19-24.
41. **Monticelli M.** *Il minitrampolino elastico in ginnastica artistica*. Roma: Società Stampa Sportiva 1984.