

TALLA, PESO, SOMATOTIPO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN GIMNASTAS FEMENINAS DE ÉLITE A LO LARGO DE LA EDAD

HEIGHT, WEIGHT, SOMATOTYPE AND BODY COMPOSITION IN FEMALE ELITE GYMNASTS THROUGH THE AGE

RESUMEN

Introducción y objetivos: El objeto del presente estudio fue caracterizar el comportamiento de la talla, el peso, el somatotipo y la composición corporal, a lo largo de la edad en gimnastas femeninas de élite.

Método: En base a un diseño mixto-longitudinal se analizó, de cada una de las variables: a) su evolución a lo largo de la edad; b) las diferencias en relación a la población española de referencia.

Resultados: Las gimnastas son significativamente más bajas y ligeras que la población española de referencia. Además, las mejores gimnastas lo son aún más que el resto de compañeras de entrenamiento, salvo las especialistas en suelo y salto donde el tren inferior es protagonista. El pico de crecimiento se produce a la edad de 13 años, un año más tarde que en la población española de referencia. En relación al somatotipo, no se han hallado diferencias significativas a lo largo de la edad. El 80% de las gimnastas se clasifica en un perfil ecto-mesomórfico. Poseen un porcentaje de masa grasa significativamente inferior al de la población de referencia. La masa libre de grasa y la masa muscular no muestran incrementos significativos a lo largo de la edad.

Conclusiones: El presente estudio aporta datos somáticos de referencia para la población gimnasta nacional. Se describen patrones de crecimiento específicos en gimnasia artística femenina: pico de crecimiento de la talla retrasado 1 año respecto a la población no deportista; características somáticas como la composición corporal y el somatotipo relativamente estables a lo largo de la edad, características diferenciadas según el nivel de especialización en algún aparato, etc. Con todo, el perfil de crecimiento somático de las gimnastas españolas está en consonancia con los datos ofrecidos en la literatura internacional.

Palabras clave: Gimnastas. Crecimiento. Talla. Peso. Somatotipo. Composición Corporal. Mixto-Longitudinal.

SUMMARY

Introduction and aims: The aim of the present study was to characterize the evolution of the height and weight, somatotype and body composition, with age, in elite female gymnasts.

Method: For each one of the variables, a mixed-longitudinal design was used to analyze: a) its evolution with age; b) its differences with the Spanish reference population.

Results: the Spanish female gymnasts are shorter and lighter than the Spanish reference population. The best gymnasts are even more so with respect to their fellow gymnasts, except for the apparatus specialists in vault and floor where the lower limbs are protagonists. The peak height velocity takes place at the age of 13, one year later than for the Spanish reference population. With respect to the somatotype, no significant differences were found through the age range. 80% of the gymnasts are classified as ecto-mesomorphic somatotype. They have fat mass percentage significantly inferior to the Spanish reference population. The free fat mass and muscular mass do not show significant increases with age.

Conclusions: The present study contributes to somatic reference data for the female Spanish gymnasts. Specific patterns of growth in women artistic gymnasts are described: peak of height velocity is delayed 1 year with respect to control population; somatic characteristics, like body composition and somatotype, are relatively stable with age; different trends are observed according to specialization level in some events, etc. The somatic growth profile of the Spanish female gymnasts supports previous international published data.

Key words: Gymnasts. Growth. Height. Weight. Somatotype. Body Composition. Mixed Longitudinal.

Alfredo Iruña¹

Albert Busquets¹

Michel Marina¹

Vicky Pons²

Marta Carrasco²

¹Dpto. de Rendimiento Deportivo del Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña Centro adscrito a la Universidad de Barcelona

²Dpto. de Fisiología y Valoración Funcional de la Unidad de Ciencias del Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat del Vallés

CORRESPONDENCIA:

Alfredo Iruña Amigó
Torns 25, 4º 2º. 08028 Barcelona. E-mail: alfredo.iruña@inefc.net

Aceptado: / Original nº

INTRODUCCIÓN

La gimnasia artística femenina (GAF) es una especialidad olímpica regulada por la Federación Internacional de Gimnasia (FIG) a través del Código de Puntuación. Tal y como ratifican las continuas actualizaciones de éste, las rutinas competitivas de las gimnastas se encuentran en continua evolución, haciendo que las consecuentes demandas físicas también lo hagan¹.

Hasta ahora, escasos son los estudios longitudinales o mixto-longitudinales que han descrito el comportamiento de las dimensiones antropométricas, el somatotipo y la composición corporal a lo largo de la edad en GAF²⁻⁶. Únicamente existe un estudio con gimnastas españolas, de diseño mixto-longitudinal y transversal, que describe el crecimiento de la talla y el peso desde los 7 a los 24 años⁷.

El presente estudio se plantea dos objetivos: 1) describir el comportamiento de las dimensiones corporales (talla y peso), el somatotipo, y la composición corporal de las gimnastas españolas (GAF) a lo largo de la edad; 2) Comparar dichos resultados con los valores femeninos de la población española de referencia.

MÉTODO

Diseño

El diseño del estudio fue retrospectivo, observacional, descriptivo y presentó dos estrategias de agrupación de la muestra: transversal y mixta-longitudinal. Las variables analizadas fueron: talla, peso, somatotipo (endomorfismo, ectomorfismo, mesomorfismo), y composición corporal (Σ 6 pliegues, masa grasa – %MG –, masa muscular – %MM –, y masa libre de grasa – MLG –).

Para el análisis de las gimnastas españolas (GAF) se recogieron datos de talla y peso a partir de dos fuentes: a) valoraciones recogidas por el Departamento de Fisiología del Centro de Alto Rendimiento (CAR) de Sant Cugat del

Vallés durante el periodo 1991-2003; b) tesis doctoral “*Valoración, Entrenamiento y Evolución de la Capacidad de Salto en Gimnasia Artística de Competición*”⁸.

Criterios de inclusión: a) Para la muestra transversal, ser gimnasta de nacionalidad española, con nivel competitivo nacional o internacional; b) Para la muestra mixta-longitudinal, además de los anteriores, poseer un seguimiento mínimo de 4 años de cada una de las variables analizadas, con una periodicidad de una medición al año.

Para el análisis comparativo con la población española de referencia (PE_{ref}), se extrajeron datos de dos de los pocos estudios afines realizados hasta el momento en el marco nacional: a) para la talla y el peso se utilizaron las curvas de crecimiento (muestra longitudinal, n=300) del Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo (Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre)⁹; b) para la comparación del somatotipo y la composición corporal se utilizó un estudio mixto-longitudinal (n=829) con un seguimiento desde los 7 hasta los 16 años¹⁰.

Muestra

Se analizaron 98 informes cineantropométricos de GAF, de 7 a 18 años. La alta especificidad de la muestra (que incluye campeonas nacionales, finalistas europeas, mundiales y olímpicas), así como el amplio rango de edades analizadas, delimitaron el tamaño muestral a partir de las siguientes condiciones (Tabla 1).

Instrumentos y procedimientos

Para la realización de cada una de las valoraciones se siguieron las normas y técnicas de medida recomendadas por el “*International Working Group of Kinanthropometry*”, descritas por Ross & Marfell-Jones¹¹ y adoptadas por la “*International Society for the Advancement of Kinanthropometry*” (ISAK) y por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC).

El cálculo del somatotipo se realizó mediante el método de Heath-Carter^{12,13}. Para el cálculo de

	Talla (cm) Peso (kg)		Somatotipo Composición Corporal	
	n ₁ (n ₂)	Rango de edad (años)	n ₁ (n ₂)	Rango de edad (años)
Transversal	219 (98)	7-18	47 (26)	11-17
Mixto-Longitudinal	80 (19)	10-18	30 (7)	11-17

TABLA 1.
Muestra (n1: número de mediciones; n2: número de sujetos) y rango de edad (años) para cada una de las variables incluidas en el estudio. Diseño transversal y mixto-longitudinal

la composición corporal se recurrió únicamente al componente graso (%MG y \sum 6 pliegues: tricaptal, subescapular, supraíliaco, abdominal, muslo anterior, pierna medial), al componente muscular (%MM) y a la masa libre de grasa (MLG: kg).

Pese a la existencia de fórmulas específicas para la estimación de la composición corporal en GAF^{14,15}, se siguieron las recomendaciones de Claessens, *et al.*¹⁶ y no se utilizaron fórmulas no validadas previamente. En este sentido, los mismos autores proponen: a) la fórmula de Slaughter, *et al.*¹⁷ para estimar la composición corporal (%MG y MLG) en gimnastas femeninas de edades comprendidas entre los 6 y 17 años, y b) el \sum 6 pliegues para ofrecer una medida directa, previa al error inherente a toda fórmula estimativa, de cantidad total de MG.

Ecuación 1: Según Slaughter, *et al.*¹⁷

$$\%MG = (0,61 \times \sum 2) + 5,1$$

Donde $\sum 2$ (mm) = pliegue del tríceps + pliegue de la pierna medial (gemelos)

En cuanto al %MM, se utilizó la propuesta, validada por Poortmans, *et al.*¹⁸ mediante absorciometría dual fotónica de rayos X (DXA) para estimar la totalidad de la masa muscular en la infancia y la adolescencia ($r^2=0,966$, $p < 0,001$), a su vez adaptada de la fórmula desarrollada por Lee, *et al.*¹⁹

Ecuación 2: Según Poortmans, *et al.*¹⁸

$$MM \text{ (kg)} = h \times [(0,0064 \times PCB^2) + (0,0032 \times PCM^2) + (0,0015 \times PCP^2)] + (2,56 \times \text{sexo}) + (0,136 \times \text{edad})$$

Donde: MM = Masa Muscular (kg); h = talla (m); PCB = perímetro corregido brazo (cm); PCM = perímetro corregido muslo (cm); PCP = perímetro corregido pierna medial o gemelos (cm); sexo = valor 0 para mujeres, 1 para hombres; edad (años).

Para las valoraciones antropométricas, realizadas por 3 expertos, se siguieron las recomendaciones de Ross & Marfell-Jones¹¹, por las cuales es válido un error técnico de medida interevaluador e intraevaluador inferior a un 5% para los pliegues cutáneos y menor al 2% para el resto de mediciones.

Análisis estadístico

La distribución normal de la muestra se confirmó en cada una de las variables a través de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Se efectuó una prueba T de muestras no relacionadas para comprobar, en cada edad y variable: a) las diferencias entre la muestra transversal y la mixta-longitudinal en GAF; b) las diferencias entre GAF y PE_{ref}

A pesar de la diferencia de tamaño muestral entre alguna de las edades, la prueba de Levene confirmó la igualdad de varianzas.

Para comprobar las diferencias entre edades de cada una de las variables en GAF, se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) de un factor con el test post-hoc de Tukey. Para dicho análisis se determinó, en el caso del somatotipo: a) el somatotipo medio; b) los tres componentes del somatotipo por separado (endomorfa, mesomorfa, ectomorfa); c) la dispersión morfogénica media del somatotipo (SAM). A partir de un análisis tridimensional, se utilizó el SAM para determi-

nar el grado de dispersión entre un somatotipo individual y su correspondiente somatotipo medio. A mayores valores, menor es la homogeneidad de un grupo. Se determinaron 3 niveles de homogeneidad²⁰: dispersión elevada ($SAM \geq 1,0$), dispersión moderada ($SAM = 0,80 - 0,99$) y dispersión reducida ($SAM \leq 0,79$).

Se utilizaron dos somatocartas para mostrar: a) los valores individuales de GAF; b) el grado de superposición entre los somatotipos medios de cada una de las edades analizadas (Índice I). El Índice I consiste en representar un grupo o población mediante una circunferencia cuyo centro es el somatotipo medio y el radio es el índice de dispersión del somatotipo (SDI). El SDI es la media de las distancias de dispersión del somatotipo del grupo (SDD) en relación a un somatotipo medio. El SDD es un análisis de tipo bidimensional que determina la distancia entre dos somatotipos (S_1 y S_2). La fórmula para su determinación es la siguiente²¹:

Ecuación 3: Según Ross y Wilson (1973).

$$\sqrt{SDD} = 3 \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

Donde (X_1, Y_1) y (X_2, Y_2) representan las coordenadas somatotípicas de dos individuos.

Finalmente, la fórmula para llegar al Índice I²²:

Ecuación 4: Según Ross (1976).

$$\text{Índice I} = \frac{\text{Área común de las 2 circunferencias}}{\sum \text{Áreas no comunes}} \times 100$$

Cuando el Índice I = 100, los círculos son concéntricos y poseen igual radio. Cuando el Índice I = 0, ambos círculos no poseen ninguna área en común.

Además de la talla y peso se calculó: a) el incremento anual de talla (cm/año) y peso (kg/año). Como pico de crecimiento se consideró el mayor incremento anual de talla o peso; b) la diferencia, a lo largo de la edad, entre los valores tipificados de GAF (valor Z) y las mejores gimnastas (n=10).

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS® 12.0. El nivel de significación se estableció en $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos para la edad cronológica, la talla y el peso se muestran en la Tabla 2, mientras que en la Tabla 3 se presentan los del somatotipo (endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo, SAM) y la composición corporal ($\sum 6$ pliegues, %MG, %MM, MLG).

Al no observar diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la muestra transversal y la mixta-longitudinal en ninguna de las variables utilizadas en GAF, los resultados de la muestra transversal, en los rangos de edad comunes a ambas muestras, se consideraron como cambios relacionados con la edad^{7,8}.

Talla y peso

En todas las edades el valor promedio de la talla y el peso en GAF es significativamente inferior ($p \leq 0,05$) al de PE_{ref} (Figura 1).

TABLA 2.
Talla y peso de las gimnastas españolas a lo largo de la edad. Se advierte, en sombreado gris, sobre la transversalidad de la muestra en las tres primeras edades de GAF (7 - 9 años)

Edad (años)	\bar{x}	7,1	8,2	9,0	10,2	11,2	12,1	13,1	14,0	15,0	16,1	17,3	18,2
	de	0,25	0,33	0,38	0,27	0,20	0,30	0,33	0,25	0,28	0,33	0,35	0,32
Talla (cm)	\bar{x}	116,8	122,6	129,0	133,5	134,9	138,7	143,6	147,3	150,0	152,0	153,3	153,5
	de	2,32	6,22	5,53	6,63	6,36	5,10	6,52	6,33	7,75	6,80	5,60	6,10
Peso (kg)	\bar{x}	20,9	23,2	25,1	27,5	29,3	31,7	35,0	38,5	42,6	45,6	48,7	50,2
	de	2,27	2,31	2,00	3,44	4,00	2,92	4,59	5,18	6,12	6,25	5,50	6,10
Muestra (n = 219)		6	15	19	26	34	30	30	20	17	10	6	6

\bar{X} = media; de = desviación estándar. Sombreado gris = datos transversales

Estadística	Edad (años)	Endo.	Meso.	Ecto.	SAM	Σ 6 Pliegues				MG (%)	MM (%)	MLG (kg)	Muestra (n=47)
						TS	TR	TI	Total				
\bar{x}	11,2	1,6	4,1	3,2	0,4	9,5	7,8	15,8	33,0	8,3	43,6	27,5	5
de	0,24	0,19	0,49	0,21	0,18	0,98	1,06	3,59	1,88	0,96	0,62	5,20	
\bar{x}	12,0	1,7	4,3	3,4	0,6	10,7	8,7	17,1	36,4	8,9	45,5	30,4	8
de	0,30	0,16	0,66	0,48	0,31	1,03	1,78	3,79	2,20	0,84	1,84	3,50	
\bar{x}	13,1	1,7	4,4	3,5	0,7	12,3	8,9	19,2	40,3	10,2	45,5	32,2	11
de	0,37	0,37	0,45	0,53	0,27	2,50	3,21	3,86	3,19	0,92	1,12	4,10	
\bar{x}	14,0	2,0	4,5	3,2	0,8	12,9	10,5	19,7	43,2	10,7	46,1	36,0	8
de	0,28	0,49	0,32	0,68	0,18	2,42	2,44	3,52	2,80	1,36	1,02	3,80	
\bar{x}	15,0	2,2	4,5	3,2	0,6	14,6	13,3	20,5	48,4	11,1	45,7	37,3	7
de	0,29	0,86	0,45	0,65	0,12	2,95	3,60	4,48	3,68	2,10	1,35	3,90	
\bar{x}	16,1	2,4	4,6	2,6	0,4	16,7	15,1	22,1	53,9	11,6	44,7	41,9	4
de	0,29	0,76	0,55	0,46	0,22	3,79	4,19	4,92	4,30	2,70	1,42	2,40	
\bar{x}	17,2	3,2	5,0	2,1	0,5	18,2	17,3	23,7	59,2	12,8	44,1	44,9	4
de	0,24	0,77	0,56	0,48	0,25	4,69	5,54	5,98	5,40	3,22	1,38	1,50	

SAM = "Somatotype attitudinal mean"; Σ6 Pliegues = TS (Tren Superior: Tricipital, Subescapular); TR (Tronco: Supraespal, Abdominal); TI (Tren Inferior: Muslo Anterior, Pierna Medial); MG = masa grasa; MM = masa muscular; MLG = masa libre de grasa; \bar{x} = media; de = desviación estándar.

TABLA 3. Somatotipo y composición corporal de las gimnastas españolas a largo de la edad

Consultando las curvas de crecimiento de PE_{ref} se observa como desde los 7 años hasta los 10 años, la talla de GAF se ubica entre los percentiles 25-50. A partir de los 11 años hasta los 18 años, esta variable se sitúa entre los percentiles 10-25. En relación al peso, desde los 7 años hasta los 9 años, las gimnastas se ubican entre los percentiles 25-50. A partir de los 10 años hasta los 18 años, esta variable se sitúa entre los percentiles 10-25.

La prueba Z muestra que las mejores gimnastas siguen siendo más bajas y ligeras que los valores promedio correspondientes a sus compañeras de entrenamiento. Pese a ello, la especialista de suelo y plataforma de saltos mantiene sus valores de peso por encima o cercanos a la media en cualquiera de las edades representadas (Figura 2).

El pico de crecimiento de talla (PCT) en GAF, se produce a la edad de 13 años (5,2±1,1 cm/año),

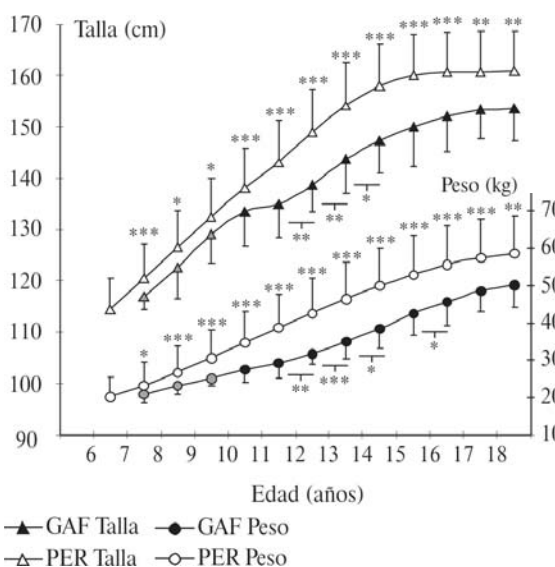


FIGURA 1. Talla y peso de las gimnastas españolas (GAF) y la población española de referencia (Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, 2004)⁹ a lo largo de la edad. Diferencias significativas entre edades (GAF) y entre ambas muestras para una misma edad (p<0,05). Se advierte, en sombreado gris, sobre la transversalidad de la muestra en las tres primeras edades de GAF (7 - 9 años)

un año más tarde que en PE_{ref} (7,2±1,2 cm/año). La magnitud de la diferencia del PCT entre ambas poblaciones es significativa (p<0,05). En

IRURTIA, A
et al.

FIGURA 2. Valores tipificados (Valor Z) correspondientes al valor promedio de talla y peso de la muestra de gimnastas españolas a lo largo de la edad (10 – 16 años). Comparación con los valores de las mejores gimnastas de la muestra (finalistas olímpicas y mundiales)

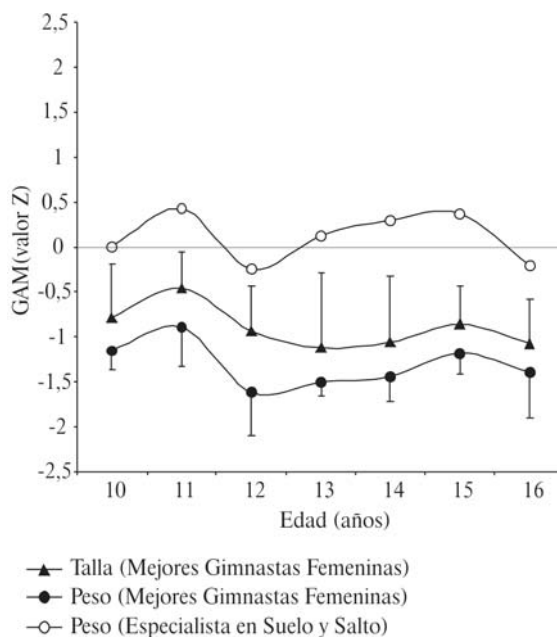
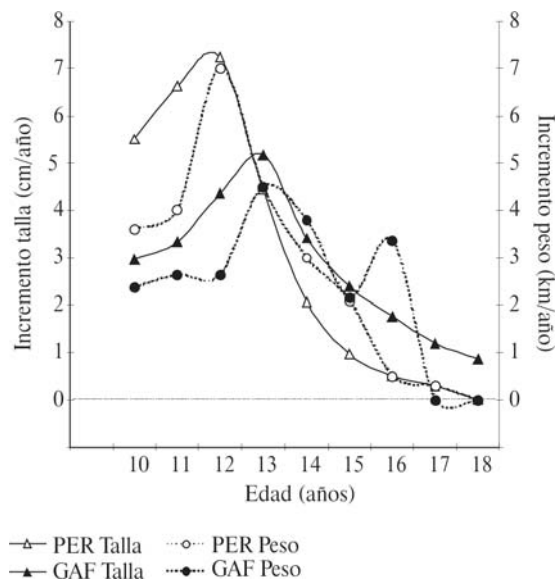


FIGURA 3. Incremento de talla (cm/año) y peso (kg/año) a lo largo de la edad de las gimnastas españolas (GAF) y la población española de referencia (Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, 2004)⁹



las edades previas (10 – 12 años) las gimnastas mantienen incrementos de talla siempre inferiores a los de PE_{ref} . Por el contrario, es a partir de los 13 hasta los 18 años, cuando las gimnastas mantienen un incremento de talla significativamente superior ($p \leq 0,05$) a PE_{ref} (Figura 3). El mayor incremento del peso (PCP) en GAF se produce a la edad de 13 años ($4,5 \pm 1,9$ kg/año), un año más tarde que en PE_{ref} ($7,0$ kg/año). Cabe

señalar la aparición de un segundo pico en GAF a la edad de 16 años ($3,4 \pm 1,2$ kg/año).

Somatotipo

El 80% de los somatotipos individuales de GAF se clasifican en un perfil ectomórfico- mesomorfo (Figura 4). Cabe destacar los grupos de edades de 16 y 17 años, cuyo promedio se sitúa en mesomorfo balanceado y endomórfico-mesomorfo, respectivamente.

No se han hallado diferencias somatotípicas significativas ($p > 0,05$) entre ninguna de las edades representadas ($p > 0,05$). Las diferencias entre la dispersión de cada somatotipo individual y su valor promedio correspondiente a cada edad (SAM), no muestra diferencias significativas ($p > 0,05$). El 6,4% de los casos se sitúa en valores de elevada dispersión ($SAM \geq 1,0$), el 28,2% en valores moderados ($SAM = 0,80 - 0,99$), y el 65,4% en valores reducidos ($SAM \leq 0,79$).

El cálculo del Índice I entre años consecutivos indica un elevado grado de dispersión entre las últimas edades (15 – 16 años, Índice I=30,8; 16 – 17 años, Índice I=3,3). En el resto de edades, el promedio se sitúa en $79,9 \pm 23,2$.

La población española de referencia (PE_{ref}) presenta características meso-endomórficas en todas las edades representadas (Figura 5). Al comparar ambas muestras, en todas las edades las gimnastas obtienen valores significativamente inferiores en el endomorfismo ($p \leq 0,001$), significativamente superiores en el mesomorfismo a la edad de 13, 14 y 16 años, y en el ectomorfismo a la edad de 12, 14 y 15 años ($p \leq 0,05$).

Composición Corporal

El %MG en GAF en relación con PE_{ref} es significativamente inferior ($p \leq 0,001$) en todas las edades susceptibles de ser analizadas (11 – 16 años).

En relación a la evolución del %MG con la edad, se hallan incrementos significativos entre los 12 y 13 años ($p \leq 0,05$). A partir de esta edad hasta

los 17 años, pese a no existir diferencias significativas, se observa una tendencia al aumento de este componente. El Σ 6 pliegues, así como su distribución en tren superior (TS), tronco (TR) y tren inferior (TI), siguen el mismo patrón de comportamiento a lo largo de la edad que el %MG.

En GAF no se observan modificaciones significativas ($p > 0,05$) de MLG, ni de %MM a lo largo de la edad. Al comparar el peso de la MLG entre GAF y PE_{ref} , se observan siempre valores inferiores en GAF, y de forma significativa ($p \leq 0,001$) desde los 12 hasta los 15 años.

DISCUSIÓN

Talla y peso

Las gimnastas españolas son más bajas y ligeras que PE_{ref} desde las primeras edades hasta los 18 años. Estos datos coinciden con otras referencias internacionales²³. Además, las mejores gimnastas poseen valores aún más reducidos en comparación con sus respectivas compañeras.

Sólo cinco estudios aportan datos de talla y peso por edades en GAF^{2,24-27}. De todos ellos, solo uno tiene un seguimiento longitudinal². En cuatro de ellos^{2,25-27} las gimnastas españolas vuelven a registrar los valores más reducidos en todas y cada una de las edades susceptibles de ser comparadas. En el quinto²⁴, se dan las mismas características por lo que respecta a la talla, mientras que el peso de las gimnastas del presente estudio, desde los 14 hasta los 17 años, es inferior únicamente si se compara con el de las gimnastas de la misma edad post-menárquicas.

Varias son las posibles explicaciones que nos ofrece la literatura a este hecho: desde la más que posible influencia del componente genético que justificaría el alto nivel de selección inicial, como por el proceso de entrenamiento gimnástico a lo largo de la edad^{3,23,28}. Cualquiera que sea la causa, es innegable que valores reducidos de talla y peso favorecen a las gimnastas en la realización de las exigencias técnicas de esta disciplina²⁷⁻²⁹.

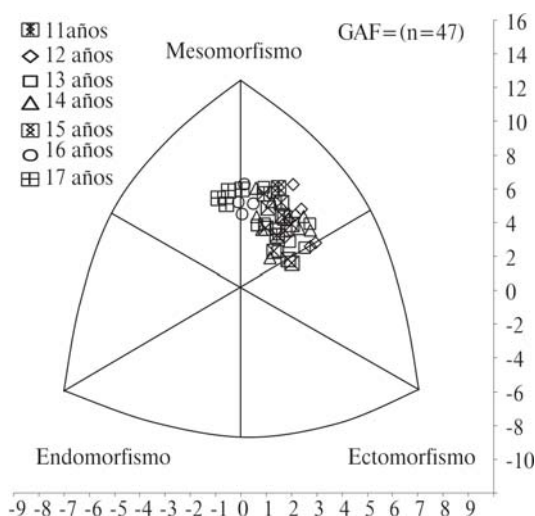


FIGURA 4. Distribución por edades del somatotipo individual de las gimnastas españolas en la somatocarta (n=47)

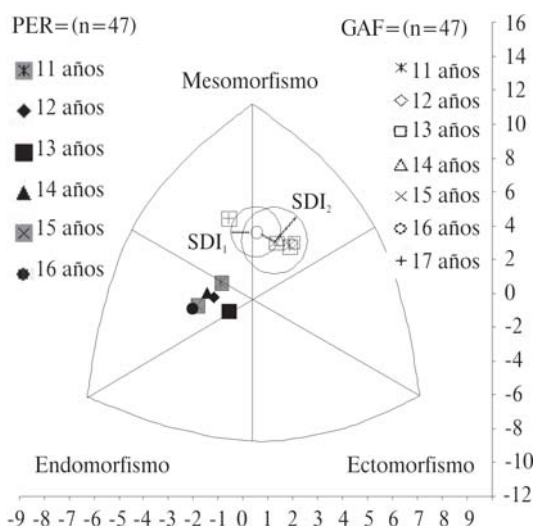


FIGURA 5. Distribución por edades del somatotipo medio de las gimnastas españolas (GAF) y la población española de referencia (PE_{ref})¹⁰ en la somatocarta. Se destaca, en GAF, el Índice I entre los 15 y 16 años. El SDI de cada somatotipo medio corresponde a sus respectivos radios ($SDI_1=1,6$; $SDI_2=2,0$). La distancia entre centros (dc) corresponde al SDD entre ambos somatopuntos ($dc=1,5$). Así, se obtiene un Índice I = 30,8

Las características biotipológicas de las especialistas de suelo y plataforma de saltos nos recuerdan que en gimnasia artística femenina hay 4 aparatos que demandan de las gimnastas aptitudes y habilidades muy diferenciadas¹. En efecto, las mejores especialistas españolas en estos 2 aparatos tienen, durante todas las edades de seguimiento, un peso superior al de sus compañeras. Esta observación podría deberse a una mayor masa muscular del tren inferior.

Los incrementos significativos de talla entre los 11 y 14 años en GAF se enmarcan dentro de la

normalidad^{30,31}, y se justifican por los diferentes momentos de aparición del PCT^{25,26,31}.

El PCT se verifica a los 13 años en GAF, un año más tarde que en PE_{ref} (Figura 3), y coinciden con los de otros estudios^{5,6,26,32}, donde además se han observado sendos retrasos en la maduración sexual^{4,27,31,33} y maduración esquelética^{5,6,26,28} de las gimnastas.

Ahora bien, el hecho de que las gimnastas sigan procesos de desarrollo diferentes a PE_{ref} no significa que crezcan menos. Después del PCT, mantienen una velocidad de crecimiento superior a PE_{ref} . Los resultados muestran una dilatación temporal del crecimiento en GAF, no una reducción tal y como recientemente han observado Daly, et al.².

En cuanto a la evolución del peso con la edad, se observa la aparición de dos picos. El primero, localizado a los 13 años, muestra un perfil de crecimiento similar al patrón estándar ofrecido en la literatura³⁰. El segundo, a los 16 años, podría deberse a los efectos en el desarrollo muscular provocado por el entrenamiento, aunque no podemos afirmarlo debido a dos factores básicos: a) los datos en relación a la composición corporal no demuestran diferencias significativas; b) las limitaciones propias de todo diseño no longitudinal puro.

Somatotipo

Las gimnastas poseen un somatotipo ectomesomórfico^{29,34,35}, corroborándose una posible asociación entre mesomorfismo y rendimiento deportivo³⁶.

El perfil evolutivo del somatotipo en las gimnastas españolas presenta un patrón normal en relación a la población femenina³⁷. El perfil evolutivo del componente mesomórfico, sin embargo, es diferente al perfil estándar³⁷. Mientras que descende con la edad en PE_{ref} en el caso de las gimnastas ocurre exactamente lo contrario (Tabla 3). El hecho de que no se encontraran diferencias significativas a lo largo de la edad en ninguno de los componentes del somatotipo, po-

dría explicarse porque las únicas gimnastas que continúan después del PCT son aquellas que han sufrido en menor medida los ineludibles cambios morfológicos de esta etapa^{3,23}.

En relación con PE_{ref} las diferencias en cada edad sí son significativas. Las gimnastas son menos endomórficas y, salvo a los 11 años, más mesomórficas, caracterizándose además por una mayor estabilidad de su somatotipo con la edad.

El Índice I corrobora lo afirmado anteriormente, describiendo una elevada superposición entre los somatopuntos comprendidos desde los 11 hasta los 15 años.

Composición corporal

Tanto el %MG como el Σ 6 pliegues y su respectiva distribución corporal (TS, TR, TI), describen un paulatino aunque no significativo incremento en GAF, desde los 11 hasta los 17 años. Los %MG de las gimnastas españolas en todas las edades analizadas son inferiores a los publicados por otros autores²⁵. No obstante, debe valorarse con cautela cualquier comparación con estudios anteriores por: a) las diferentes fórmulas de determinación del %MG³⁸⁻⁴¹; b) las diferentes exigencias de entrenamiento⁴²; c) el momento de la temporada a la hora de tomar los datos⁴³; d) los diferentes tipos de dietas^{44,45}. Respecto al Σ 6 pliegues y su distribución por zonas corporales, la comparación con otros estudios de GAF resulta difícil, principalmente por la no aportación de datos, o bien por cubrir rangos de edad demasiado amplios^{14,16,38} como para ser comparados con los grupos de edad establecidos en el presente estudio.

El %MM en GAF es estable a lo largo de la edad, hecho que coincide con la estabilidad del somatotipo (Tabla 3). No se han hallado estudios de gimnastas donde se analice dicho componente. Si atendemos al análisis de la MLG, estudios relacionados no han hallado diferencias significativas entre gimnastas con talento ubicadas en planes deportivos específicos y población escolar³². En PE_{ref} se han observado valores de MLG superiores a los de GAF,

debido seguramente al mayor peso de corporal de PE_{ref} . La comparación con otros estudios resulta difícil, principalmente por el hecho de

no valorar a gimnastas de alto rendimiento, por la escasa muestra o bien porque no se facilitan datos para cada franja de edad⁴⁶.

B I B L I O G R A F Í A

1. Jemni M, Friemel F, Sands W, Mikesky A. Evolution of the physiological profile of gymnasts over the past 40 years. A review of the literature. *Can J Appl Physiol* 2001;26:442-56.
2. Daly RM, Caine D, Bass SL, Pieter W, Broekhoff J. Growth of highly versus moderately trained competitive female artistic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1053-60.
3. Bass S, Bradney M, Pearce G, Hendrich E, Inge K, Stuckey S, et al. Short stature and delayed puberty in gymnasts: influence of selection bias on leg length and the duration of training on trunk length. *J Pediatr* 2000;136:149-55.
4. Claessens AL, Lefevre J. Morphological and performance characteristics as drop-out indicators in female gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness* 1998;38:305-9.
5. Theintz G, Howald H, Weiss U, Sizonenko PC. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *J Pediatrics* 1993;122:306-13.
6. Theintz G, Howald H, Allemann Y, Sizonenko PC. Growth and pubertal development of young female gymnasts and swimmers: A correlation with parental data. *Int J of Sports Med* 1989;10:87-91.
7. Marina M, Rodríguez FA. Age-related changes in dynamic strength as indicated by vertical jumping capacity in gymnasts. En: Mester J, King G, Strüder H, Tsolakidis E, Osterburg A (eds). *6th Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS)*. Cologne: German Society of Sport Science 2001;1150-1.
8. Marina M. *Valoración, entrenamiento y evolución de la capacidad de salto en gimnasia artística de competición*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona, 2003.
9. Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández Ramos C, Lizárraga A, et al. *Curvas y tablas de crecimiento: estudios longitudinal y transversal*. En: Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, editor. Bilbao: Fundación Faustino Orbeagoza Eizaguirre; 2004.
10. Muniesa A, Casajús JA, Terreros JL. *Valoración antropométrica y funcional de niños deportistas aragoneses*. En: Diputación General de Aragón, editor. Zaragoza: Servicio de Publicaciones; 2004.
11. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. En: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ (eds). *Physiological Testing of Elite Athlete*. Londres: *Human Kinetics* 1991;223-308.
12. Heath BH, Carter JEL. A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol* 1967;27:57-74.
13. Carter JEL. *The Heath-Carter somatotype method*. En: San Diego: San Diego State University 1975.
14. Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ, Eckerson JM, Stout JR. Validity of skinfold estimates of percent fat in high school female gymnasts. *Med. Sci. Sports Exerc* 1996;28:1331-5.
15. Eckerson JM, Evetovich TK, Stout JR, Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ, Ebersole KT, Smith DB. Validity of bioelectrical impedance equations for estimating fat-free weight in high school female gymnasts. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:962-8.
16. Claessens AL, Delbroek W, Lefevre J. The use of different prediction equations for the assessment of body composition in young female gymnasts. Is there a best equations? En: Jürimae T, Hills AP (eds). *Body Composition Assessment in Children and Adolescents*. Basel (Switzerland): Karger 2001;139-54.
17. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan M, Bembem DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988;60:709-23.
18. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005;37:316-22.
19. Lee R, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssens I, Heymsfield S. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthro-

- pometric prediction models. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000;72:796-803.
20. Carter JEL, Mirwald RL, Heath-Roll BH, Bailey DA. Somatotypes of 7- to 16-year-old boys in Saskatchewan, Canada. *Am J of Hum Biol.* 1997;9:257-72.
 21. Ross WD, Wilson NC. A somatotype dispersion distance. *Res Quart.* 1973;44:372-4.
 22. Ross WD. Metaphorical models in the study of human shape and proportionality. En: Broekhoeff J (ed). *Physical Education, Sports and the Sciences.* Oregon: Microcard Publications 1976;284-304.
 23. Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Muller J. Body proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. *Scand J of Med & Sci in Sports.* 2001;11:54-60.
 24. Claessens AL, Lefevre J, Beunen G, Malina RM. Maturity-associated variation in the body size and proportions of elite female gymnasts 14-17 years of age. *Eur J Pediatr.* 2006;3:186-92.
 25. Caldarone G, Leglise M, Giampietro M, Berlutti G. Anthropometric measurements, body composition, biological maturation and growth predictions in young female gymnasts of high agnostic level. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 1986;26:263-73.
 26. Eiben OG, Pantó E, Gyenis G, Fröhlich J. Physique of young female gymnasts. *Anthrop. Közl.* 1986;30:209-20.
 27. Claessens AL, Malina RM, Lefevre J, Beunen G, Stunnen V, Maes H, Veer FM. Growth and menarcheal status of elite female gymnasts. *Med & Sci in Sports & Exer.* 1992;24:755-63.
 28. Claessens AL, Lefevre J, Beunen G, Malina RM. The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness.* 1999;39:355-60.
 29. Borms J, Caine DJ. Kinanthropometry. En: Sands WA, Caine DJ, Borms J (eds). *Scientific aspects of women's gymnastics.* Bassel: Karger 2003;110-27.
 30. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. Part I. *Archives of Disease in Childhood.* 1966;41:454-71.
 31. Malina RM. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc Sport Sci Rev.* 1994;22:389-433.
 32. Peltenburg AL, Erich WBM, Bernink, MJE, Zonderland ML, Huisveld IA. Biological maturation, body composition, and growth of female gymnasts and control groups of schoolgirls and girl swimmers, aged 8 to 14 years: A cross-sectional survey of 1064 girls. *Int J of Sports Med.* 1984;5:36-42.
 33. Peltenburg AL, Erich WBM, Zonderland ML, Bernink MJE, van den Brande JL, Huisveld IA. A retrospective growth study of female gymnasts and girl swimmers. *Int J of Sports Med.* 1984;5:262-7.
 34. Claessens AL. Elite female gymnasts: a kinanthropometric overview. En: Johnson FE, Zemel B, Eveleth PB (eds). *Human growth in context.* Smith-Gordon: London. 1999;273-80.
 35. Claessens AL, 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.
 36. Gualdi-Russo E, Graziani I. Anthropometric somatotype of Italian sport participants. *J of Sports Med & Phys Fitness.* 1993;33:282-91.
 37. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Development of physique. En: Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O (eds). *Growth, maturation, and physical activity.* Champaign, Illinois: Human Kinetics 2004;83-100.
 38. Canda A, Martín-Escudero MP, Rubio S. Composición Corporal según diferentes métodos antropométricos: un estudio en gimnastas de élite. *Archivos de Medicina del Deporte* 1993;10(37):11-7.
 39. Roemmich JN, Clark PA, Weltman A, Rogol AD. Alterations in growth and body composition during puberty. I. Comparing multicompartiment body composition models. *J Appl Physiol* 1997;83:927-35.
 40. Fernández JA, Aguilera RR. Estimación de la masa muscular por diferentes ecuaciones antropométricas en levantadores de pesas de alto nivel. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2001;86:585-91.
 41. Fernández-Paneque S, Alvero JR. La producción científica en cineantropometría: datos de referencia de composición corporal y somatotipo. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2006;23(111):17-35.

42. **Salmela JH.** Growth patterns of elite French-Canadian female gymnasts. *Can J Appl Sport Sci* 1979;4:219-22.
43. **Sands WA, Irvin RC, Major JA.** Women's gymnastics: The time course of fitness acquisition. A 1 year study. *J Strength & Conditioning Res* 1995;9:110-5.
44. **Ersoy G.** Dietary status and anthropometric assessment of child gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness*. 1991;31:577-80.
45. **Filaire E, Lac G.** Nutritional status and body composition of juvenile elite female gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:65-70.
46. **Muñoz JA, Huici MJ, Marcos-Rodríguez E.** Estudio de la composición corporal y el somatotipo de deportistas sevillanos de alto rendimiento y comparación con la élite mundial. *Archivos de Medicina del Deporte* 1986;3(11):253-62.