



## Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

### INVESTIGACIÓN

#### **Perfil antropométrico en gimnastas de diferente nivel de rendimiento: un estudio comparativo**

#### **Anthropometric profile in Rhythmic Gymnasts of different performance levels: a comparative study**

**Carmen Ruano Masiá<sup>a,\*</sup>, Sergio Sellés Pérez<sup>a</sup>, Roberto Cejuela Anta<sup>a</sup>.**

<sup>a</sup> Departament de Didàctica General i Didàctiques Específiques, Universitat d'Alacant, Sant Vicent del Raspeig, España.

\* carmen.ruano@gcloud.ua.es

Editor asignado: Alberto Pérez-López. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.

Recibido: 15/01/2021; Aceptado: 15/02/2020; Publicado: 15/03/2020

**CITA:** Ruano Masiá C, Sellés Pérez S, Cejuela Anta R. Perfil antropométrico en gimnastas de diferente nivel de rendimiento: un estudio comparativo. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2021; 25 (Supl. 1): e1257. doi: 10.14306/renhyd.25.S1.1257

Esta es la versión del artículo aceptado para publicación en su formato final. El artículo ha sido revisado por pares. La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos de este número especial se publican antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado.

*This is the final version of the article accepted for publication. The article has been peer reviewed. The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles in this special issue are published before the issue to which they belong has been closed.*

## RESUMEN

**Introducción:** La antropometría es uno de los principales factores de rendimiento en Gimnasia Rítmica. Existen ciertas variables que han sido relacionadas directamente con el rendimiento en competición, como la talla, circunferencia del muslo o porcentaje de masa grasa, y otras que se han relacionado con otros factores de rendimiento, como capacidad de salto o flexibilidad. Se han realizado estudios antropométricos previos comparando gimnastas de diferentes niveles, pero ninguno con muestra española. En el presente trabajo se pretende comparar dos grupos de gimnastas españolas de diferentes niveles.

**Material y métodos:** Dieciséis gimnastas (14,1±1,2 años) fueron evaluadas y divididas en dos grupos, élite (n=4) y no élite (n=12). Se registraron: talla, peso, cinco diámetros (biacromial, bicrestal, bimaleolar de fémur y húmero y biestiloideo de muñeca), seis perímetros (brazo relajado, brazo contraído, muslo medio y máximo y pantorrilla) y ocho pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), siguiendo el procedimiento ISAK.

**Resultados:** Las gimnastas élite muestran menores valores en los pliegues cutáneos, los perímetros y el porcentaje de masa grasa. Destacan las diferencias en el perímetro del muslo ( $p=0,031$ ;  $g=1,32$ ), el pliegue subescapular ( $p=0,014$ ;  $g=1,53$ ) o el abdominal ( $p=0,001$ ;  $g=1,61$ ), así como en el porcentaje graso total ( $p=0,077$   $g=1,04$ ). Las gimnastas de menor nivel se encuentran de media en valores endo-mesomórficos, mientras que en las de mayor nivel predomina la ectomorfia.

**Conclusiones:** Las diferencias en el nivel competitivo de las gimnastas parecen estar más relacionadas con la composición corporal que con la masa total. Gimnastas de nivel superior muestran un somatotipo ectomórfico balanceado, mientras que aquellas de nivel inferior muestran un somatotipo endo-mesomórfico. Por tanto, los factores antropométricos entrenables (composición corporal) y no entrenables (diámetros óseos y talla), pueden condicionar y/o limitar el nivel de rendimiento.

**Palabras clave:** Rendimiento Atlético; Gimnasia; Ciencias de la Nutrición y del Deporte; Composición Corporal.

## ABSTRACT

**Introduction:** Anthropometry is one of the main performance factors in Rhythmic Gymnastics. There are some variables which have been directly related to competitive performance, such as height, thigh circumference or fat mass percentage, and others which have been related to another performance factors, like jumping capacity or flexibility. In the previous research, we can find some anthropometric studies which compared gymnasts from different levels, but none of them have been done with Spanish gymnasts. The aim of this study was to compare two groups of Spanish gymnasts at two different competitive levels.

**Material and methods:** Sixteen gymnasts ( $14.1 \pm 1.2$  years) were evaluated and divided into two groups, elite ( $n=4$ ) and non-elite ( $n=12$ ). Anthropometrical measurements were taken following the ISAK procedure. The measures were: height, weight, five diameters (biacromial, bicrestal, femur, humerus and wrist), six perimeters (relaxed arm, contracted arm, medial thigh, maximal thigh and calf) and eight skinfolds (bicipital, tricipital, subscapular, supraspinal, abdominal, thigh and calf).

**Results:** Elite gymnasts show lower values than non-elite in the measures related to skinfolds, perimeters and fat mass percentage. The most remarkable differences we can find them in the thigh perimeter ( $p=0.031$ ;  $g=1.32$ ), subscapular ( $p=0.014$ ;  $g=1.53$ ) and abdominal ( $p=0.001$ ;  $g=1.61$ ) skinfolds and total fat mass percentage ( $p=0.077$   $g=1.04$ ). With relation to the somatotype, non-elite gymnasts are mostly endo-mesomorphic, while elite gymnasts are ectomorphic.

**Conclusions:** The differences between competitive levels in Gymnastics seem to be more related to body composition rather than to the total body mass. Higher level gymnasts show a lowed fat mass percentage and are closer to an ectomorphic somatotype than those gymnasts with a lower level, who are closer to an endo-mesomorphic somatotype. Thus, the measurable factors evaluated in this study (body composition and somatotype) could influence and/or limit the performance level.

**Keywords:** Athletic Performance; Gymnastics; Sports Nutritional Sciences; Body Composition.

## **MENSAJE CLAVE**

- La composición corporal es un factor clave del rendimiento en Gimnasia Rítmica que permite diferenciar entre gimnastas de diferentes niveles
- El porcentaje de masa grasa es un factor más determinante que el peso corporal total, no encontrando diferencias relevantes entre diferentes zonas del cuerpo a evaluar
- Las gimnastas de mayor nivel son más altas y presentan un menor porcentaje de grasa corporal total que aquellas de un nivel inferior
- La evaluación de la composición corporal puede servir a los entrenadores para llevar a cabo tanto los procesos de detección de talentos como para definir objetivos de entrenamiento.

## INTRODUCCIÓN

La Gimnasia Rítmica es un deporte olímpico femenino desde los JJ.OO de Los Ángeles 1984. Existen dos modalidades, individual y conjuntos. En el presente estudio nos vamos a centrar en la primera. En ella, la gimnasta deberá realizar uno o varios ejercicios (en función del nivel) de 1min 15s a 1min 30s de duración, en un tapiz de 13 x 13 m, con algunos de los cinco implementos reconocidos por la Federación Internacional de Gimnasia (FIG): cuerda, pelota, aro, mazas y cinta. Este ejercicio deberá contar con una serie de elementos obligatorios, tanto corporales (equilibrios, giros, saltos y pasos de danza) como con el aparato (lanzamientos, recepciones y manejos), y será evaluado por un jurado. Éste valorará de acuerdo a un código de puntuación la precisión en los movimientos, la expresión, la originalidad y la coordinación con la música<sup>1</sup>.

La gimnasia rítmica es un deporte creciente en España. En los últimos 10 años el número de licencias federativas ha aumentado en un 251% y el número de clubes en un 87,9%<sup>2</sup>. En la modalidad de conjuntos, se están consiguiendo buenos resultados, Desde el año 2012 se han conseguido 6 medallas de oro, 6 de plata y 11 de bronce en esta modalidad en pruebas de Copa y Campeonato del Mundo. Además, el equipo nacional consiguió la medalla de plata en los pasados Juegos Olímpicos celebrados en Río de Janeiro.

Numerosos factores influyen en el rendimiento de una gimnasta, desde habilidades técnicas hasta factores fisiológicos. Según estudios previos, algunos de los factores más ligados al rendimiento están relacionados con las capacidades físicas: la flexibilidad<sup>3,4,5,6</sup>, la fuerza explosiva<sup>3,4,5</sup>, la capacidad aeróbica<sup>3,4,6</sup> y la coordinación<sup>7,8,9</sup>. Además, otro de los principales factores de rendimiento en que coinciden una gran cantidad de autores son las características antropométricas<sup>3,7,4,10</sup>. Existen ciertas variables antropométricas que han sido relacionadas directamente con el rendimiento en competición como la talla, la circunferencia del muslo o el porcentaje de masa grasa<sup>3,7</sup>. Además, la composición corporal se ha relacionado con otros factores de rendimiento, como la fuerza, la capacidad de salto y la flexibilidad<sup>11</sup>. De esta manera, Claessens<sup>12</sup>, afirma que la fuerza muscular y la capacidad de salto se ven afectadas de manera positiva por un bajo porcentaje de grasa corporal, y Miletic<sup>5</sup>, que la antropometría influye en la ejecución de elementos de técnica corporal y de manejo de aparato.

La revisión realizada en 2019 por Kaur y Kole<sup>10</sup>, también apoya la idea de que las características antropométricas, unidas a la flexibilidad, la fuerza explosiva y la capacidad aeróbica, son un factor importante que contribuye a una mejor ejecución de las rutinas competitivas en este

deporte. Además, al igual que en otros deportes estéticos, influyen en la predisposición del jurado a la hora de puntuar los ejercicios<sup>13</sup>.

Se debe tener presente que la gimnasia rítmica se trata de un deporte de especialización temprana, donde el entrenamiento específico intensivo comienza sobre los 6-8 años, siendo en la adolescencia el momento clave de máximo desarrollo de los factores de rendimiento específicos deporte<sup>3</sup>. Dentro de ese proceso de especialización deportiva, la evaluación antropométrica ha sido, tradicionalmente, uno de los métodos empleados para la detección de talentos en gimnastas jóvenes, y la asociación de los principales factores físico-motores del rendimiento con la composición corporal apoya la importancia de incluir la evaluación antropométrica en los procesos de detección de talentos<sup>10</sup>. Es por ello, que se pueden encontrar numerosas publicaciones en las que se analizan las características antropométricas en Gimnasia Rítmica<sup>14,15,16</sup>. Sin embargo, son pocos los trabajos que han realizado una comparativa entre gimnastas de diferentes niveles<sup>3,4,17,18</sup>, y bajo nuestro conocimiento, ninguno de ellos lo ha hecho con gimnastas españolas.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo es describir la composición corporal de dos grupos de jóvenes gimnastas españolas de diferentes niveles de competición a nivel nacional (primera categoría y nacional base), y establecer si existen diferencias entre ambos grupos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Participantes

Dieciséis gimnastas femeninas (n=16) de la modalidad individual participaron en el estudio (Edad media  $14,3\pm 1,8$  años, masa media  $47,56\pm 6,67$  kg y talla media  $159,76\pm 8,5$  cm). Las atletas se dividieron en dos grupos de acuerdo con su nivel competitivo (élite, n=4 y no élite, n=12). El llamado grupo élite (GE) se compuso por las participantes en la primera categoría individual en el año 2018 (categoría integrada por 18 gimnastas: las 3 primeras clasificadas junior y senior en el Campeonato Nacional Absoluto del año anterior y las 12 primeras clasificadas en la primera categoría del año anterior. Están consideradas como deportistas de élite por el Consejo Superior de Deportes), por lo que suponen el 22,22% del total de gimnastas de ese nivel. Entrenaban 8 sesiones de entre 3 y 4 horas por semana. Las atletas consideradas en el grupo no élite (GNE) participaron en el "Campeonato Nacional Base individual" en el año 2018 (campeonato con una media de 150 participantes por categoría, por lo que suponen un 9,3% del total de gimnastas de su categoría). GE entrenaba una media de 8 sesiones por semana, con una duración de entre 3 y 4 horas por sesión. Por otro lado, GNE entrenaba una media de 4 sesiones semanales, también con una duración de entre 3 y 4 horas por sesión. Las características descriptivas de las gimnastas de cada grupo se encuentran en la Tabla 1. Todas las participantes y sus familias fueron informadas con detalle sobre el estudio de manera previa a la realización de los test. Aportaron un consentimiento informado firmado por su padre/madre o tutor autorizando su participación en el estudio, aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Alicante.

**Tabla 1.** Características descriptivas de las participantes. Valores medios y desviación estándar.

Variable	No Élite (n= 12)	Élite (n=4)
Edad (años)	13,91±1,16	14,78±1,21
Talla (cm)	159,21±6,80	160,3±10,35
Masa (kg)	50,58±7,41	44,53±5,93
Entrenamiento semanal (horas)	19±3	28±4

## Instrumentos y procedimiento

Se realizaron una serie de medidas antropométricas, en línea con los estudios realizados previamente<sup>3,17-19</sup>. Se siguió el procedimiento estandarizado de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK)<sup>20</sup>. Se registraron la talla, masa corporal, cinco diámetros (biacromial, bicrestal, biepicondilar del húmero, biepicondilar del fémur y biestiloideo de la muñeca), seis perímetros (brazo relajado, brazo contraído, muslo medio, muslo máximo de ambas piernas y pantorrilla media) y ocho pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medio y gemelo o pantorrilla). Las antropometrías fueron realizadas por un antropometrista ISAK nivel II, en condiciones de ayunas, en una sala a temperatura ambiente (22 °C). Tanto las mediciones de GE como de GNE se realizaron dentro del mismo periodo de entrenamientos de la temporada, en el inicio de la etapa precompetitiva, a un mes de las primeras competiciones.

La talla fue medida sin zapatos con un tallímetro de 0,1 cm de sensibilidad (Mediprem) y la masa corporal con una báscula digital de 0,1 kg de sensibilidad (Soehnle, modelo Style Sense Compact 100). Los diámetros fueron medidos con un paquímetro de 0,1 cm de sensibilidad (Cescorf, modelo Innovare) y los perímetros con una cinta métrica de 0,1 cm de sensibilidad. Los pliegues se tomaron con un calibre Cescorf modelo Innovare 2, de 1 mm de sensibilidad. Todas las medidas fueron tomadas dos veces por el mismo evaluador. El dato de la medida de cada pliegue se corresponde con la media de las medidas realizadas para dicho pliegue. El error intra-observador de las medidas especificado por la ISAK (5% para pliegues cutáneos y 1% para perímetros y diámetros) fue tenido en cuenta en la realización de las medidas.

Los datos antropométricos se emplearon para su comparación entre ambos grupos y el cálculo del porcentaje de grasa corporal, determinado mediante la fórmula de Withers<sup>21</sup>, recomendada para el tipo de muestra analizado<sup>22</sup>.

Además, se determinó el somatotipo antropométrico mediante la ecuación de Carter<sup>23</sup>, realizando una representación gráfica de los resultados en una somatocarta. Se calculó también la distancia morfogenética del somatotipo (SAD) y su dispersión media (SAM).

## Análisis estadístico

Se han calculado las variables estadísticas descriptivas (media, desviación estándar y porcentaje de diferencia entre grupos) para todos los datos obtenidos, mediante el software Excel versión 2013.

En cuanto al análisis estadístico para calcular las diferencias significativas entre grupos ha sido realizado con el programa IBM SPSS Statistics versión 24.0. Se ha realizado la prueba de Levene para asegurar la normalidad de la muestra. Una vez asegurada, se asumen los valores de "p" con varianzas iguales para analizar las diferencias significativas mediante la realización de una prueba T de muestras independientes. Los niveles de significación de "p" fueron \*p< 0,05; \*\*p< 0,01. Para los valores de  $p > 0,01$  se considera que no existen diferencias significativas.

El tamaño del efecto se ha calculado empleando la fórmula de Hedges, para una mayor exactitud del resultado teniendo en cuenta la diferencia en el tamaño muestral de cada uno de los grupos. Ha sido interpretado siguiendo el criterio de Rhea<sup>24</sup> para personas entrenadas durante más de 5 años (Trivial < 0,25; Pequeño 0,25-0,5; Moderado 0,5-1; Grande >1).

## RESULTADOS

Los resultados de las medidas antropométricas, junto con los porcentajes de diferencia entre ambos grupos, las diferencias estadísticas y los tamaños del efecto se presentan en la Tabla 2. Se puede observar como las gimnastas de mayor nivel poseen valores menores en todos los pliegues y perímetros, obteniendo diferencias estadísticamente significativas en el perímetro del muslo ( $p=0,031$ ), de la pierna ( $p=0,021$ ), el pliegue subescapular ( $p=0,014$ ), abdominal ( $p=0,01$ ) e iliocrestal ( $p=0,038$ ), además de en los diámetros bicrestal ( $p=0,029$ ) y del fémur ( $p=0,037$ ). En cuanto al tamaño del efecto se aprecia un tamaño del efecto moderado o grande en todas las variables, excepto en los diámetros biacromial, bimaleolar de la muñeca y biepicondilar del húmero, donde es pequeño. Destacan los tamaños del efecto del perímetro del muslo ( $d=1,32$ ), pliegue bicipital ( $d=1,09$ ), pliegue subescapular, pliegue abdominal ( $d=1,61$ ), pliegue supraespinal ( $d=1,12$ ), pliegue ileocrestal ( $d=1,25$ ), sumatorio de pliegues ( $d=1,05$ ), porcentaje de grasa ( $d=1,04$ ), diámetro bicrestal ( $d=1,32$ ) y diámetro biepicondilar del fémur ( $d=1,24$ ).

**Tabla 2.** Resultados de las medidas antropométricas: Perímetros, pliegues cutáneos y diámetros. Sumatorio de pliegues cutáneos y porcentaje de grasa.

Variables antropométricas	No élite (n=14)	Élite (n=4)	%Diferencia	Tamaño del efecto (d)	Diferencias significativas (p)
Talla (cm)	159,21±6,80	160,3±10,35	0,47%	0,14	0,866
Masa (kg)	50,58±7,41	44,53±5,93	-10,42%	0,81	0,160
Perímetro brazo relajado (cm)	23,70±2,05	21,88±1,73	-7,70	0,87	0,134
Perímetro brazo contraído (cm)	24,9±1,94	23,70±1,60	-4,88	0,61	0,280
Perímetro muslo medio (cm)	47,35±4,02	42,15±2,36	-10,93	1,32	0,031*
Perímetro pierna (cm)	33,31±2,43	31,53±1,91	-5,35	0,72	0,021*
Pliegue bicipital (mm)	3,27±1,87	1,25±1,19	-61,73	1,09	0,065
Pliegue tricipital (mm)	8,58±3,96	5,25±2,53	-38,83	0,85	0,141
Pliegue subescapular (mm)	6,35±1,29	4,25±1,32	-33,07	1,53	0,014*
Pliegue abdominal (mm)	7,25±2,07	3,63±2,29	-50,00	1,61	0,010*
Pliegue supraespinal (mm)	8,92±2,49	5,75±3,23	-35,51	1,12	0,058
Pliegue iliocrestal (mm)	4,41±1,41	2,50±1,58	-43,39	1,25	0,038*
Pliegue muslo (mm)	13,75±4,92	11,25±5,97	-18,18	0,46	0,416
Pliegue pierna (mm)	7,33±3,69	4,75±3,71	-35,22	0,66	0,245
Diámetro biacromial (cm)	35,85±2,06	36,75±1,19	2,51	0,44	0,427
Diámetro bicrestal (cm)	21,95±0,99	20,63±0,75	-6,04	1,32	0,029*
Diámetro del fémur (cm)	8,93±0,44	8,40±0,22	-5,97	1,24	0,037*
Diámetro de la muñeca (cm)	4,79±0,29	4,70±0,08	-1,91	0,33	0,556
Diámetro del húmero (cm)	6,06±0,29	5,98±0,39	-1,51	0,24	0,62
Sumatorio de 7 pliegues (mm)	55,45±16,78	36,13±19,49	-34,85	1,05	0,075
% Masa Grasa (Withers, 1987)	9,79±2,90	6,51±3,31	-33,47	1,04	0,077
% Masa Muscular (Withers, 1987)	43,47±3,26	46,27±2,23	-6,44	0,86	0,137

Diferencias significativas \*p< 0,05; \*\*p< 0,01.

En cuanto a los somatotipos, cuyos valores quedan reflejados en la Tabla 3, encontramos una predominancia de la endomorfia en las gimnastas no élite, con unos valores significativamente superiores a las gimnastas de élite ( $p=0,05$ ), y un tamaño del efecto grande ( $d=1,16$ ). La mesomorfia muestra mayores valores en el grupo no élite, a pesar de que las diferencias no son significativas, y el tamaño del efecto es moderado. Por último, el componente ectomórfico es muy superior en el grupo élite, con unos valores estadísticamente significativos ( $p=0,01$ ) y un tamaño del efecto grande (1.28). En cuanto a la dispersión de los somatotipos, encontramos mayores diferencias interindividuales en el grupo élite (lo que se debe a un sujeto cuyos valores son muy diferentes a la media), pero no encontramos diferencias significativas y el tamaño del efecto es pequeño.

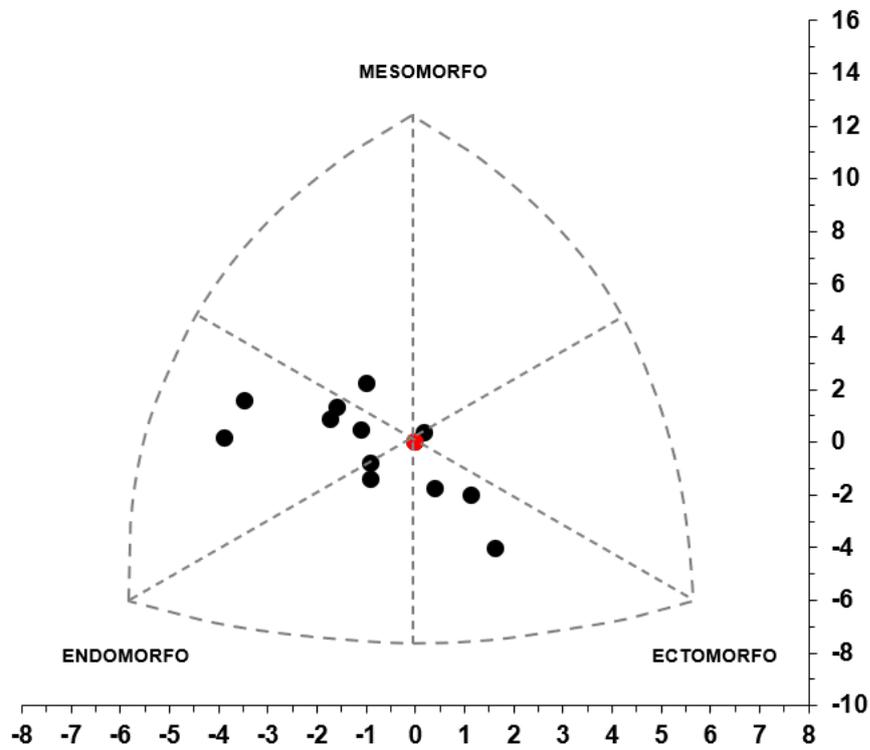
**Tabla 3.** Somatotipos de la muestra analizada. Valores medios y desviación estándar.

	No élite (n=14)	Élite (n=4)	% Diferencia	Tamaño del efecto (d)	Diferencias significativas (p)
Endomorfia	3,97±0,81	2,91±1,03	-26,85%	1,16	0,05*
Mesomorfia	3,38±0,71	2,69±0,90	-20,27%	0,86	0,06
Ectomorfia	3,03±0,93	4,51±1,53	48,69%	1,28	0,01*

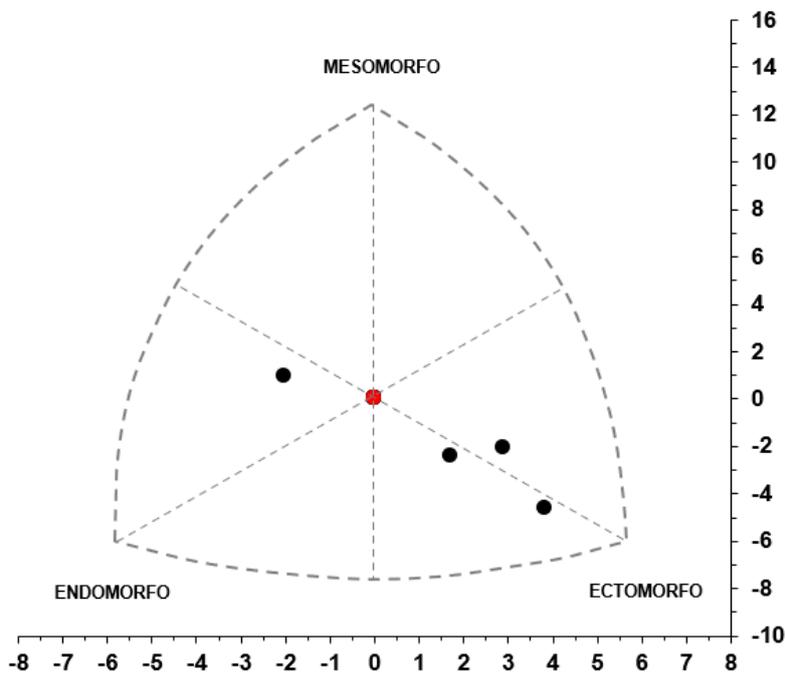
Diferencias significativas \*p< 0,05; \*\*p< 0,01.

Todo esto se corrobora con las somatocartas (Figuras 1-3) en las que se encuentran representados los somatotipos de las gimnastas participantes en el estudio, así como la comparación del somatotipo medio de ambos grupos. En cuanto a los valores de SAM, son de 0,10 en el grupo elite y 0,37 en el grupo elite. Por su parte, la SAD obtenida ha sido de 1,95, lo que se considera una diferencia moderada<sup>25</sup>.

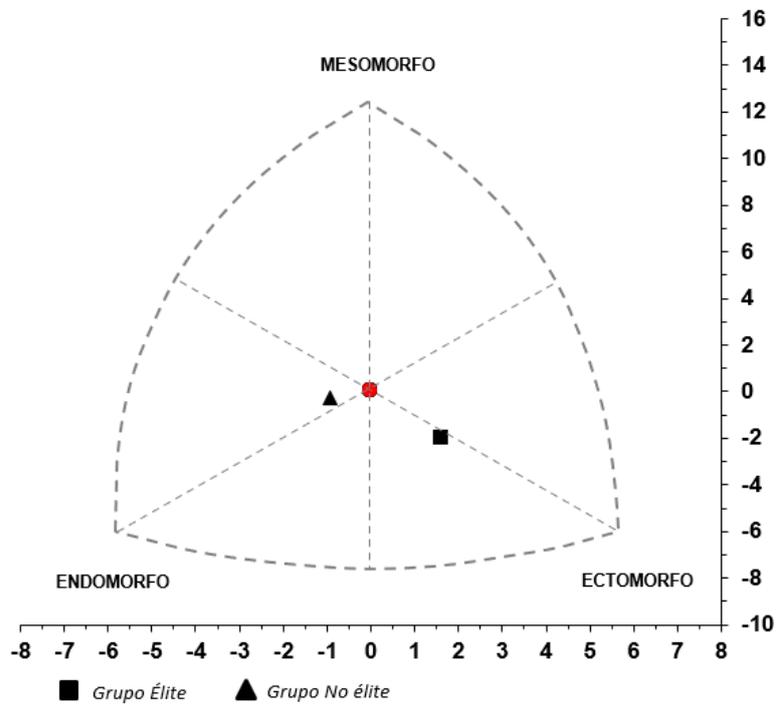
**Figura 1.** Somatocarta gimnastas del grupo No élite.



**Figura 2.** Somatocarta gimnastas del grupo Élite.



**Figura 3.** Somatocarta comparativa de las gimnastas de ambos grupos.



## DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo era determinar la composición corporal de dos grupos de gimnastas españolas de diferentes niveles: Nacional Base (el inferior de los niveles de competición nacional) y Primera categoría (la máxima categoría nacional a excepción de la selección nacional), y comprobar la existencia de diferencias entre ambos grupos.

Se han encontrado grandes diferencias entre grupos en cuanto a los resultados obtenidos. A pesar de no haber obtenido diferencias significativas en muchos de los valores, lo cual puede deberse al reducido tamaño de la muestra y a la heterogeneidad de los grupos, los tamaños del efecto reportados, son destacables en muchos de los casos. Se puede ver cómo las gimnastas de mayor nivel muestran una menor masa corporal, en la línea de los resultados obtenidos previamente en por Di Cagno<sup>17</sup>, que indican que las gimnastas de mayor nivel son más altas y delgadas. Además, una baja masa corporal está relacionada, dentro de unos límites, con una mejor ejecución de elementos técnicos y una mejor predisposición a obtener puntuaciones más elevadas en este deporte<sup>11,13</sup>. En cuanto a la afirmación de Di Cagno<sup>17</sup> sobre la mayor talla de las gimnastas de mayor nivel competitivo, en el presente trabajo no se ha podido encontrar diferencias significativas ni un tamaño del efecto destacable en la comparación de la estatura entre ambos grupos, a pesar de que las gimnastas de mayor nivel muestren una talla media un 0,47% superior. Creemos que la ausencia de diferencias en esta variable puede deberse a la heterogeneidad de la muestra en cuanto a la talla, especialmente en el grupo élite, en el que encontramos una desviación estándar muy elevada (10,35 cm) debida a una talla muy inferior a la de las demás de una de las gimnastas de este grupo.

En cuanto a las medidas de perímetros, diámetros y pliegues, podemos ver cómo las gimnastas élite presentan menores valores en todas ellas, en especial en perímetros y pliegues. Los mayores tamaños del efecto los encontramos en el perímetro del muslo y los pliegues del bíceps, subescapular, abdominal e iliocrestal. El hecho de que estas medidas se encuentren tanto en el tren superior, como en el inferior y en el tronco, nos hace pensar que no existe relación entre el rendimiento y el porcentaje graso de una región corporal en concreto, sino que se trata de una relación generalizada en la masa grasa corporal total, mostrando este valor también una diferencia entre grupos con un tamaño del efecto elevado. Las gimnastas élite muestran una menor proporción de grasa corporal, lo que refuerza la idea reflejada en estudios anteriores de que un bajo porcentaje de masa grasa favorece el rendimiento en esta modalidad deportiva<sup>3,5,7,10,12,26</sup>.

Los diámetros registrados son en su mayoría más estrechos en las gimnastas élite, encontrando los mayores tamaños del efecto en el diámetro del fémur y en el bicrestal. Este resultado se ve reforzado por los obtenidos por Di Cagno<sup>17</sup>, que comenta que las gimnastas de mayor nivel son más delgadas y con las caderas más estrechas.

Es importante mencionar que existe una diferencia mayor en lo que a tamaño del efecto se refiere entre grupos en los indicadores de composición corporal (sumatorio de pliegues y porcentaje de grasa) que en la masa corporal total. Esto puede sugerir que la composición corporal es un factor mucho más relacionado con el rendimiento que la masa como valor absoluto.

Si comparamos los valores obtenidos en el presente estudio, con los reportados en la literatura previa, vemos como los datos de talla y masa corporal se asemejan a los obtenidos por Di Cagno<sup>25</sup>, siendo los valores de masa superiores a los reportados por Camargo<sup>14</sup> y Pons<sup>15</sup>. Estas diferencias pueden deberse a que ambos estudios, a pesar de contar con una muestra de edad media similar, incluyeron sujetos de menor edad, como puede corroborarse con el dato de la desviación estándar de la misma (más elevada). En cuanto al porcentaje graso, podemos observar mayores diferencias entre los estudios realizados, lo que puede derivarse del empleo de diferentes fórmulas para el cálculo del mismo. Los valores de las gimnastas élite obtenidos en el presente trabajo son ligeramente superiores a los obtenidos por Pons<sup>15</sup> y Camargo<sup>14</sup>. Esto puede deberse a que, en el caso del primer estudio, se trata de un compendio de mediciones que se vienen registrando desde el año 1989. La Gimnasia Rítmica ha experimentado una gran evolución mucho desde ese momento, encontrando en la actualidad características antropométricas mucho más balanceadas en las gimnastas, que implican porcentajes grasos mayores. En cuanto a las diferencias con el grupo élite analizado por Camargo<sup>14</sup>, pueden deberse al nivel de la muestra, ya que en el caso del mencionado trabajo la muestra de alto nivel corresponde a gimnastas internacionales y pertenecientes a un país en el que el nivel es superior al que se encuentra actualmente en España, así como a las diferencias antropométricas derivadas de la identidad étnica de las deportistas.

En cuanto a las gimnastas no élite, no encontramos una gran cantidad de estudios en los que se registren datos de una muestra de estas características. Encontramos en nuestros resultados una menor masa grasa que la reportada por Camargo<sup>14</sup> y mayor que el reportado por Di Cagno<sup>26</sup>, por lo que sería necesaria la realización de más estudios con este tipo de muestra para obtener conclusiones robustas.

Por lo que al somatotipo respecta, las gimnastas élite presentan valores que las sitúan en un ectomorfismo balanceado, mientras que las gimnastas del grupo no élite se encuentran en un somatotipo endo-mesomórfico. El componente mesomórfico es mayor en las gimnastas de menor nivel, aunque no de manera significativa.

Podemos afirmar que existe una diferencia clara entre el somatotipo promedio de las gimnastas en función de su nivel competitivo. Si observamos el valor de SAD obtenido, vemos que es de 1,95, lo que según Huertas et al.<sup>25</sup> sería una diferencia moderada. Según estos autores, la diferencia significativa en este valor se sitúa a partir de 2, cifra muy cercana a la reportada en este caso. El hecho de no haber obtenido un mayor valor en este dato podría deberse al tamaño de la muestra.

Estos resultados apoyan las afirmaciones encontradas en la literatura previa, que mencionan que el componente mesomórfico y ectomórfico son predominantes en las gimnastas de élite<sup>10</sup>. Además, según Irurtia et al. (2009)<sup>27</sup>, el somatotipo ectomórfico predomina en gimnastas de alta competición, observándose una tendencia de cambio a lo largo de los años en el que se incrementa el componente mesomórfico en las gimnastas de nivel internacional<sup>28</sup>.

Si comparamos los resultados obtenidos en el presente estudio con los reportados en otros estudios realizados, podemos apreciar como el grupo de gimnastas élite obtiene valores similares a los reflejados por otras gimnastas de alto nivel<sup>27,28,29</sup>. En el caso del grupo no élite, los valores se alejan mucho más de la ectomorfia. Esto responde al menor nivel de rendimiento físico y técnico de las gimnastas de este grupo, lo que apoya la idea de que la antropometría es un factor determinante del rendimiento y que el análisis del somatotipo es de utilidad para la detección de talentos en este deporte<sup>27</sup>.

La principal limitación del presente estudio reside en el tamaño muestral, que a pesar de ser elevado en relación con el total de la muestra de esas características, es bastante reducido. Esto dificulta la obtención de diferencias significativas mayores en el análisis estadístico. Otra de las limitaciones encontradas es las que presenta el análisis y evaluación de una muestra que se encuentra en su mayoría en la etapa puberal, debido a la inestabilidad de este período y a las grandes diferencias interindividuales en los ritmos de crecimiento<sup>30,31</sup>. No obstante, estas limitaciones también suponen el punto de partida para la realización de futuras investigaciones al respecto.

## CONCLUSIONES

A pesar de posibles limitaciones de nuestro estudio, parece que las diferencias en el nivel de competitivo de las gimnastas estarían más relacionadas con los valores que determinan la composición corporal que con la masa corporal total, ya que las gimnastas de mayor nivel competitivo mostraron valores porcentuales de masa grasa menores tanto en las medidas realizadas en el tronco como en las extremidades. Las gimnastas de mayor nivel presentan un somatotipo ectomórfico balanceado, mientras que aquellas de un nivel inferior muestran un somatotipo endo-mesomórfico. Por tanto, los factores antropométricos entrenables (composición corporal) y no entrenables (diámetros óseos y altura), pueden condicionar y/o limitar el nivel de rendimiento de las gimnastas.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

Los autores han participado en la búsqueda bibliográfica previa, la recolección de los datos, el análisis de los mismos y la redacción del artículo.

### **FINANCIACIÓN**

Los autores expresan que no ha existido financiación para realizar este estudio.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

## REFERENCIAS

- (1) Fédération Internationale de Gymnastique. (2017). Código de Puntuación Gimnasia Rítmica 2017-2020. Disponible en: [http://aragongym.com/2016/NORMATIVA/RG\\_CoP%202017-2020\\_sp.pdf](http://aragongym.com/2016/NORMATIVA/RG_CoP%202017-2020_sp.pdf)
- (2) Consejo Superior de Deportes (2016). Memoria 2016 de licencias y clubes federados. Disponible en : <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asocfed/LicenciasyClubes-2016.pdf> [Consultado el 26 de abril 2018]
- (3) Douda, H. T., Toubekis, A. G., Avloniti, A. A., & Tokmakidis, S. P. (2008). Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.1.41>
- (4) Donti, O., Bogdanis, G. C., Kritikou, M., Donti, A., & Theodorakou, K. (2016). The relative contribution of physical fitness to the technical execution score in youth rhythmic gymnastics. *Journal of Human Kinetics*, 51(1), 143–152. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0183>
- (5) Miletić, Đ., Katić, R., & Maleš, B. (2004). Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Collegium antropologicum*, 28(2), 727-737.
- (6) Batista Santos, A., Lemos, M. E., Lebre, E., & Ávila Carvalho, L. (2015). Active and passive lower limb flexibility in high level rhythmic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*, 7(2).
- (7) Purenović-Ivanović, T., & Popović, R. (2014). Somatotype of top-level serbian rhythmic gymnasts. *Journal of Human Kinetics*, 40, 181–7. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0020>
- (8) Ukić, M., Radaš, J., & Mandić, G. F. (2019). Model values of motor abilities of junior rhythmic gymnasts in the Republic of Croatia. *Kinesiology*, 51(2), 219-226.
- (9) Vernetta, M., Montosa, I., Beas-Jiménez, J., & López-Bedoya, J. (2017). Batería Funcional ARISTO en Gimnasia Rítmica: protocolo de test específicos para la evaluación de jóvenes gimnastas en un ámbito de entrenamiento saludable. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(3), 112-119.
- (10) Kaur, K., & Koley, S. (2019). Anthropometric determinants of competitive performance in gymnastics: a systematic review. *Int J Health Sci Res*, 9(7), 249-256.
- (11) Hume, P. A., Hopkins, W. G., Robinson, D. M., Robinson, S. M., & Hollings, S. C. (1993). Predictors of attainment in rhythmic sportive gymnastics. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(4), 367–77. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8035585>

- (12) Claessens, A. L., Lefevre, J., Beunen, G., & Malina, R. M. (1999). The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(4), 355.
- (13) Malina, R. M., Baxter-Jones, A. D. G., Armstrong, N., Beunen, G. P., Caine, D., Daly, R. M., ... Russell, K. (2013). Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(9), 783–802. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0058-5>
- (14) Camargo, C. T. A., Gomez-Campos, R. A., Cossio-Bolaños, M. A., Barbeta, V. J. D. O., Arruda, M., & Guerra-Junior, G. (2014). Growth and body composition in Brazilian female rhythmic gymnastics athletes. *Journal of sports sciences*, 32(19), 1790-1796.
- (15) Pons, V., Riera, J., Galilea, P., Drobnic, F., Banquells, M. y Ruiz, O. (2015). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts Med Esport*, 50 (186), 65-72.
- (16) Di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Monteiro, M. D., Pappalardo, A., Piazza, M., & Guidetti, L. (2009). Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics- Gender differences. *Journal of Science and Medicine in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.01.006>
- (17) Di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Guidetti, L., & Piazza, M. (2008b). Anthropometric characteristics evolution in elite rhythmic gymnasts. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*. Recuperado de: <https://europepmc.org/abstract/med/18491452>
- (18) Douda, H., Laparidis, K., & Tokmakidis, S. (2002). Long-term training induces specific adaptations on the physique of rhythmic sports and female artistic gymnasts. *European Journal of Sport Science*, 2(3), 1-13.
- (19) Liiv, H., Wyon, M. A., Jürimäe, T., Saar, M., Mäestu, J., & Jürimäe, J. (2013). Anthropometry, somatotypes, and aerobic power in ballet, contemporary dance, and dancesport. *Medical problems of performing artists*, 28(4), 207-211.
- (20) Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (2005). Normas internacionales para la valoración antropométrica. Recuperado de: <https://antropometriafisicaend.files.wordpress.com/2016/09/manual-isak-2005-cineantropometria-castellano1.pdf>
- (21) Withers R, Craig N, Bourdon P, Norton K. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987; 56(2):191-200.

- (22) Alvero, J.R., Cabanillas, M.D., Herrero, A., Martínez, L., Moreno, C., Porta, J., ... Sirvent, J.E. (2010). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). Archivos de medicina del deporte, 27(139), 330-334. Recuperado de: <http://femedede.es/documentos/ConsensoCine131.pdf>
- (23) Carter J. Body composition of Montreal Olympic athletes. En: Carter J (ed). Physical structure of Olympic athletes Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Basel, Switzerland: Karger 1982;107-16.
- (24) Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. The Journal of Strength & Conditioning Research, 18(4), 918-920.
- (25) Huertas, G., De-los-Santos, H., Bersain, D., & Cabrera, C. (2006). Estudio antropométrico de la elite sudamericana juvenil de karate. ISEF Digital, 8, 1-37.
- (26) Di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Brasili, P., Merni, F., Piazza, M., ... Guidetti, L. (2008a). Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 48(3), 341-6. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18974720>
- (27) Amigó, A. I., Sala, V. P., Faciabén, A. B., Evrard, M. M., Marginet, M. C., & Zamora, L. R. (2009). Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infancia hasta la edad adulta. Apunts. Educación física y deportes, 1(95), 64-74.
- (28) Moreno, A. S. C., Rabadán, M., Sainz, L., & Agorreta, L. (2019). Evolución del perfil antropométrico y fisiológico de las gimnastas de rítmica españolas de ejercicios de conjuntos en los Juegos Olímpicos de 1996 y 2016. Revista andaluza de medicina del deporte, 12(3), 258-262.
- (29) Arriaza, E., Rodríguez, C., Carrasco, C., Mardones, C., Niedmann, L., & López-Fuenzalida, A. (2016). Anthropometric characteristics of elite rhythmic gymnasts. International Journal of Morphology, 34(1), 17-22.
- (30) Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., ... Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. Journal of Sports Sciences, 24(3), 221-230. <https://doi.org/10.1080/02640410500189371>

(31) Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1719–1726.  
<https://doi.org/10.1080/02640414.2012.731515>