



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN

Modelo Phantom e índices de proporcionalidad en categorías de edad de gimnasia acrobática: un estudio transversal y descriptivo

Phantom model and proportionality indexes in acrobatic gymnastics age categories: a cross-sectional and descriptive study

Yaiza Taboada-Iglesias^{a,b,*}, Mercedes Vernetta-Santana^c, Diego Alonso-Fernández^{b,d}, Águeda Gutiérrez-Sánchez^{b,d}.

^a Departamento de Biología Funcional e Ciencias da Saúde, Facultade de Fisioterapia, Universidade de Vigo. Pontevedra, España.

^b Grupo de investigación en Educación, Deporte y Salud 'GIES-10', Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IISGS). Vigo, España.

^c Grupo de Investigación en Análisis y Evaluación de la Actividad Física y el Deporte, Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada. Granada, España.

^d Didácticas especiais, Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte, Universidade de Vigo. Pontevedra, España.

* yaitaboda@uvigo.es

Editora asignada: Macarena Lozano Lorca. Universidad de Granada, Granada, España.

Recibido: 25/06/2020; Aceptado: 24/08/2020; Publicado: 26/09/2020

CITA: Taboada-Iglesias Y, Vernetta-Santana M, Alonso-Fernández D, Gutiérrez-Sánchez A. Modelo Phantom e índices de proporcionalidad en categorías de edad de gimnasia acrobática: un estudio transversal y descriptivo. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2021; 25 (Supl. 1): e1091. doi: 10.14306/renhyd.25.S1.1091

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: El objetivo de este estudio fue analizar la proporcionalidad corporal a través de la estrategia Phantom y de los índices corporales, en las diferentes categorías de edad que conforman la competición reglada en este deporte, en sus dos roles fundamentales de ágil y portor.

Material y métodos: Estudio transversal y descriptivo. La población de estudio la formaron los gimnastas de nivel nacional. El criterio de selección fue la participación en campeonatos de España. Se excluyeron aquellos de nivel inferior y no ser de sexo femenino. Se evaluó la proporcionalidad corporal mediante la estrategia Phantom e índices corporales, como el índice ponderal, la longitud relativa de las extremidades superiores, índice esquelético, índice córmico, índice acromio ilíaco y la envergadura relativa. Se realizó un análisis comparativo general y múltiple entre categorías de edad.

Resultados: Muestra de n=54 ágiles (edad (X)=11,23 años; DE =3,04) y n=75 portoras (X=14,46 años; DE=2,08) de sexo femenino distribuidas en categoría alevín, infantil, cadete, juvenil, junior y senior. En las gimnastas ágiles destacan las diferencias entre grupos en los valores phantom de proporcionalidad del peso ($p=,032$), y diámetros del húmero ($p=,034$), muñeca ($p=,002$) y fémur ($p=,004$). Así como en los índices de proporcionalidad de la longitud relativa de las extremidades superiores ($p=,016$), índice esquelético ($p=,008$), e índice córmico ($p=,008$). En las portoras entre las diferencias generales destacan los valores phantom del peso ($p=,008$), perímetro abdominal ($p=,045$), glúteo ($p=,001$) y brazo relajado ($p=,015$), mientras que en los índices solo arroja diferencias el índice acromio ilíaco ($p=,008$).

Conclusiones: No existen demasiadas diferencias significativas en la proporcionalidad antropométrica entre los grupos de edad en ninguno de los roles estudiados. No pudiendo establecer una clara evolución gradual de estas. Sin embargo, el conocer la proporcionalidad y sus especificidades, permiten realizar una buena detección de talentos.

Palabras clave: Tamaño Corporal; Antropometría; Gimnasia; Grupos de Edad.

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to analyze body proportionality through the Phantom strategy and body indexes, in the different age categories that make up the regulated competition in GA, in its two fundamental roles of tops and bases.

Material and methods: Cross-sectional and descriptive study. The study population consisted of national-level gymnasts. The selection criterion was participation in the Spanish championships. Those of a lower level and not being female were excluded. Body proportionality was evaluated by the Phantom strategy and body indexes, such as weight index, relative upper limb length, skeletal index, cormic index, acromio-iliac index and relative armspan. A general and multiple comparative analysis was carried out between age categories.

Results: Sample of $n = 54$ tops (age (X) = 11.23 years; $SD = 3.04$) and $n = 75$ female bases ($X = 14.46$ years; $DT = 2.08$) distributed in the juvenile, infant category, cadet, youth, junior and senior. In tops gymnasts, the differences between groups in the phantom values of proportionality of weight ($p = .032$), and diameters of the humerus ($p = .034$), wrist ($p = .002$) and femur ($p = .004$). As well as in the proportionality indices of the relative length of the upper extremities ($p = .016$), skeletal index ($p = .008$), and cormic index ($p = .008$). Among the overall differences in the female bases, the phantom values of weight ($p = .008$), abdominal girth ($p = .045$), gluteus ($p = .001$) and relaxed arm ($p = .015$), while in the index only show differences in the iliac acromio index ($p = .008$).

Conclusions: There are not too many significant differences in anthropometric proportionality between age groups in any of the roles studied. It is not possible to establish a clear gradual evolution of these. However, knowing the proportionality and its specificities, allow a good talent detection.

Keywords: Body Size; Anthropometry; Gymnastics; Age Groups.

MENSAJE CLAVE

1. La proporcionalidad corporal es clave en estas disciplinas gimnásticas.
2. Las gimnastas de acrobática se definen en su mayoría por ser proporcionalmente en relación a la talla, de dimensiones reducidas en todas las categorías de edad.
3. Solo ciertas variables se comportan linealmente a lo largo de la edad, destacando el peso, que en ágiles tiende a ser menor cuanto mayor es la gimnasta y en portoras ocurre a la inversa.

INTRODUCCIÓN

La proporción ha sido abordada desde múltiples ámbitos, pasando desde el arte y la estética hasta su implicación en modelos biológicos y médicos. En las ciencias de la salud vinculadas a las actividades deportivas también ha tenido un papel importante. En esta área, se han empleado fundamentalmente dos tipos de estrategias. Por un lado, la del phantom expuesto por Ross y Wilson (1974)¹, y posteriormente adaptado, y por otro, la relación de dos dimensiones corporales resultando en diferentes índices de proporcionalidad.

Además de su vinculación con las características deportivas y de rendimiento como método de valorar la especificidad deportiva, la proporcionalidad también se ha tenido en cuenta en la valoración del crecimiento. Así mismo, el modelo Phantom es considerado un método oportuno para el estudio del crecimiento corporal como índice de maduración, desde una óptica de la proporcionalidad². Pese a que hay estudios que dicen que es un método que plantea dificultades en grupos que se alejan de la media poblacional^{3,4}, es un método utilizado en el mundo del deporte⁵⁻⁷ y disciplinas gimnásticas^{8,9}.

Estudios realizados en población general y gimnastas, muestran que la evolución antropométrica a lo largo de la edad se produce de maneras diferentes. Corbella y Barany¹⁰ observan que las niñas escolares varían su morfología en función de la edad, sin embargo, en gimnastas esta evolución no está clara ya que presentan unas medidas y proporciones muy similares independientemente de la edad que tengan, pudiendo estar relacionado con la menarquia. De ahí la importancia de contemplar múltiples factores que afectan al crecimiento, tanto intrínsecos como extrínsecos entre los que se encuentra la actividad física¹¹.

Pese a que en ciertas disciplinas gimnásticas sí se han realizado estudios que analizan cómo se comporta la proporcionalidad corporal en diferentes edades o por categorías de edad, como ocurre en Gimnasia Artística Femenina (GAF)¹² y en Gimnasia Rítmica (GR)¹³, no existe evidencia que refleje esta realidad en la Gimnasia Acrobática (GA).

En GA se ejercen distintos roles. El portor encargado de sujetar, y el "ágil" el que desempeña los elementos de equilibrio, flexibilidad y combinaciones encima del portor o grandes saltos en fase aérea, siendo sostenido o propulsado por los portores¹⁴.

La proporcionalidad en GA solo se ha tenido en cuenta desde la diferenciación de los dos roles de actuación. En el phantom se encuentran diferencias significativas entre roles, destacando el peso de los ágiles inferior al de los portores¹⁵. Sin embargo, en ciertos diámetros como el del húmero, bicondíleo y fémur, son mayores en los ágiles¹⁵. En cuanto a los índices de proporcionalidad no se aprecian diferencias significativas entre roles¹⁶.

El conocer la influencia del desarrollo madurativo o la implicación de la alta especialización deportiva, permite a entrenadores y seleccionadores realizar una buena detección de talentos. La principal hipótesis es que no existen grandes diferencias a lo largo de la edad, primando la especialización. Por ello, el objetivo fue analizar la proporcionalidad corporal a través de la estrategia Phantom y de los índices corporales, en las diferentes categorías de edad que conforman la competición reglada en GA, en sus dos roles fundamentales de ágil y portor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Estudio transversal y descriptivo Con muestreo no probabilístico intencionado. La población de estudio la formaron los gimnastas de nivel nacional. El criterio de inclusión fue la participación en los campeonatos de España. Se excluyeron aquellos de nivel inferior (base, autonómico o provincial), no presentarse el día de la toma de datos y no ser de sexo femenino. La muestra estuvo compuesta por 129 gimnastas españolas de acrobática de sexo femenino.

Procedimiento

Todos los sujetos participaron de forma voluntaria o autorizados por sus padres o tutores legales en caso de los menores. Las mediciones se realizaron bajo su consentimiento y respetando los preceptos establecidos por la declaración de Helsinki. Los datos fueron anonimizados. Los procedimientos fueron aprobados por el Comité Autonómico de Ética de Investigación de la Xunta de Galicia (España) (número de referencia 2015/672).

Las medidas se tomaron al final de la temporada, meses de junio y julio, en horario de mañana o tarde en función de los horarios habituales de entrenamiento, en sus respectivos centros, en una sala anexa, con ropa liviana, realizadas por un antropometrista nivel 2 de la Sociedad Internacional por el Avance de la Cineantropometría (ISAK), siguiendo sus recomendación¹⁷.

Se tomaron como mediciones directas las siguientes variables: peso (báscula digital Tanita UM-040 precisión 100g), talla y talla sentado (tallímetro de cinta portátil Seca), envergadura, 5 perímetros (cinta antropométrica Cescorf precisión 1 mm), 8 pliegues cutáneos (adipómetro Harpenden precisión 2 mm), 5 diámetros (antropómetro de pequeños diámetros Harpenden y grandes diámetros Holtain Harpenden) y la longitud de la extremidades superiores (EES). A partir de estas variables se calcularon el resto de los índices y variables. La longitud de las extremidades inferiores (EEI) se calculó restando la talla sentado a la talla.

La proporcionalidad se calculó a partir de dos estrategias. La primera el phantom de Ross y Marfell-Jones (1991)¹⁸, el cual convierte cada una de las medidas directas en su correspondiente valor Z de proporcionalidad, siendo éstas relativas a la talla del sujeto estudiado. La estrategia se basa en un modelo teórico de referencia unisex, a partir del cual se estudian las diferencias y desviaciones de los sujetos estudiados con éste. Los valores positivos indican que las variables son proporcionalmente más grandes que el modelo, mientras que valores negativos se adquieren cuando los sujetos son proporcionalmente más pequeños.

El segundo de los métodos de proporcionalidad fueron los siguientes índices, encargados de relacionar dos variables antropométricas¹⁹:

Índice ponderal (IP) ($IP = \frac{\text{talla (cm)}}{\sqrt[3]{\text{peso (kg)}}}$)

Longitud relativa extremidad superior (LRES) ($LRES = \frac{\text{longitud de la extremidad superior (cm)}}{\text{talla (cm)}} \times 100$)

Índice esquelético (IE) ($IE = \frac{[\text{talla (cm)} - \text{talla sentado (cm)}]}{\text{talla sentado (cm)}} \times 100$)

Índice córmico (IC) ($IC = \frac{\text{talla sentado (cm)}}{\text{talla (cm)}} \times 100$)

Índice acromio-ilíaco (IAI) ($IAI = \frac{\text{diámetro biileocrestal (cm)}}{\text{diámetro biacromial (cm)}} \times 100$)

Envergadura relativa (ER) ($ER = \frac{\text{envergadura (cm)}}{\text{talla (cm)}} \times 100$)

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. El análisis descriptivo se expresó mediante la media y la desviación estándar. La homogeneidad de varianza con el estadístico de Levene. El análisis comparativo se realizó mediante la prueba Anova de un factor (prueba F) con Tukey para el análisis múltiple en variables homogéneas, y la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis con U de Mann-Whitney para el análisis múltiple, entre variables que no mantenían una distribución normal. El nivel de significación que se aplicó en todos los test, se situó en un valor de $p < 0,05$. Se utilizó el paquete estadístico SPSS 22.0.

RESULTADOS

Desempeñan el rol de ágiles (N= 54, media de edad (X)=11,23 años; desviación estándar (DE) =3,04, peso = 29,62 Kg, talla= 134,0 cm) y de portoras (N= 75, X=14,46 años; DE=2,08, peso=50,48 Kg, talla= 158,11 cm). Se dividió en las categorías de edad de competición establecida por la normativa nacional de la Real Federación Española de Gimnasia (tabla 1).

Tabla 1. Características muestrales en las diferentes categorías de edad (X) y (DT).

Grupo	Ágiles			Portoras		
	N	Edad		N	Edad	
		Rango	X (DE)		Rango	X (DE)
Alevín (6-13 años)	5	6,01-8,11	7,28 (0,83)	4	9,39-12,65	11,08 (1,37)
Infantil (7-14 años)	7	8,63-13,59	9,94 (1,70)	9	11,85-14,28	13,53 (0,93)
Cadete (8-15 años)	12	7,02-16,79	10,79 (3,04)	14	9,50-15,28	13,26 (1,78)
Juvenil (9-16 años)	18	9,18-16,77	11,39 (1,95)	29	8,37-16,12	14,83 (1,46)
Junior (10-19 años)	9	10,87-20,47	14,14(3,99)	17	10,06-18,28	15,94 (2,32)
Senior (+ de 12 años)	3	12,50-13,22	12,93 (0,38)	2	14,64-17,32	15,98 (1,90)

[Media (X); Desviación estándar (DE)]

Ágiles

En la tabla 2 se muestran las variables Z de proporcionalidad y sus diferencias significativas generales y múltiples. La gran mayoría obtienen valores negativos en todas las categorías. Esto indica que en relación a la talla, las gimnastas de todos los grupos presentan dimensiones pequeñas. Destaca el pliegue abdominal de las cadetes como el valor más pequeño respecto al modelo y solo los diámetros biestiloideo, bicondíleo y biepicondíleo, son en su mayoría proporcionalmente superiores al modelo.

Tabla 2 Valores Z de proporcionalidad de las ágiles por categorías (media (DT)) y diferencias entre grupos.

	Alevín (n=5)		Infantil (n=7)		Cadete (n=12)		Juvenil (n=18)		Junior (n=9)		Senior (n=3)		Anova 1 Factor/ H de Kruskal Wallis F; Sig.
	X	(DE)											
ZPeso	,27 [†]	,63	-,25	1,08	-,38 [†]	,43	-,78 [†]	,84	-,95 [†]	,70	-,33	,56	(K-W) p= ,032*
ZTalla sentada	,55 [†]	,32	-,19 [†]	,43	,25 [†]	,54	-,23	,79	-,43 [†]	,69	,36 [†]	,53	(K-W) p= ,009*
ZEnvergadura	-1,04	,73	-,39	,61	-,30	,58	-,26	,60	-,17	,81	,09	,48	F=1,64; p=,168
ZLongitud Extremidad Superior	-2,00	,84	-,94	,65	-1,02	,67	-,85	1,50	-,76	,64	-,75	,32	(K-W) p= ,108
ZLongitud Extremidad Inferior	-2,00 [†]	,34	-1,22 [†]	,45	-1,69 [†]	,56	-1,33 [†]	,41	-,97 [†]	,71	-1,80 [†]	,55	(K-W) p= ,007*
ZD-biacromial	-1,18	1,81	-,20	,61	-,16	,52	-,45	2,53	-,89	,86	,11	,75	(K-W) p= ,113
ZD-Biileocrestal	-1,43	,54	-1,47	,91	-,83	2,06	-1,24	,77	-1,92	,60	-1,11	,30	(K-W) p= ,215
ZD-Condilrotroclear del húmero	,58	,27	1,30 [†]	,81	1,14 [†]	,78	-,01	2,84	,05 [†]	,90	,90	1,00	(K-W) p= ,034*
ZD-Biestiloideo de muñeca	2,35 [†]	,39	2,53 [†]	,82	2,16 [†]	,74	1,55 [†]	1,44	,66 [†]	,58	2,33 [†]	,97	(K-W) p= ,002*
ZD-Bicondíleo del fémur	1,33 [†]	,52	,91 [†]	1,04	1,20 [†]	1,01	,73 [†]	1,38	-,44 [†]	,65	-,14 [†]	,39	(K-W) p= ,004*
ZP-Abdominal mínimo	,34	,53	,00	,94	-,41	,64	-,80	1,11	-,98	,80	-,12	1,31	F=2,29; p=,060
ZP-Glúteo	-,75	,78	-1,16	1,18	-1,18	,65	-,97	2,53	-1,96	1,20	-,79	,75	(K-W) p= ,171
ZP-Brazo relajado	,03	,74	-,34	1,19	-,42	,64	-,85	,86	-1,15 [†]	,97	,71 [†]	,70	F=3,104; p=,017*
ZP-Brazo contraído	-,50	,54	-,96	1,05	-,89	,63	-1,23	,83	-1,29	,94	-,11	,77	F=1,63; p=,171
ZP-Pierna máximo	,44	,53	,10	1,17	-,22	,81	-,52	,78	-,82	,84	-,39	,77	F=2,05; p=,088
ZPI-Tríceps	-,55	,53	-,72	,70	-1,15	,37	-1,39	,75	-1,13	,89	-,79	1,28	(K-W) p= ,101
ZPI-Subescapular	-1,81	,37	-1,56	,81	-1,93	,23	-1,92	,76	-1,87	,62	-1,62	,48	(K-W) p= ,345
ZPI-Bíceps	-,82	1,07	-,31	1,21	-1,21	,58	-1,57	1,23	-1,62	,87	-,88	1,01	(K-W) p= ,091
ZPI-Cresta ilíaca	-1,89	,24	-1,72	,49	-1,97	,28	-1,99	,47	-1,93	,97	-1,64	,64	(K-W) p= ,346
ZPI-Supraespal	-1,83	,36	-1,76	,48	-2,04	,22	-1,74	1,49	-1,93	,78	-1,47	,71	(K-W) p= ,387
ZPI-Abdominal	-1,99	,40	-1,87	,69	-2,18	,26	-1,68	2,48	-2,04	,87	-1,83	,66	(K-W) p= ,613
ZPI-Muslo anterior	-1,02	,36	-,85	,64	-1,20	,58	-1,09	,70	-1,34	,53	-,98	,68	(K-W) p= ,571

ZPI-Pierna medial	- ,75	,38	- ,71	,92	-1,11	,63	-1,23	,58	-1,02	1,20	- ,62	1,06	F=0,76; p=,581
--------------------------	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	------	-------	------	----------------

[Media (X); Desviación estándar (DE); Diámetro (D-); Perímetro (P-); Pliegue (PI-)]

*significación análisis general $p < 0.05$

†Análisis múltiple:

Z peso: junior y cadete ($p=0,035$), junior y alevín ($p=0,003$), juvenil y alevín ($p=0,012$).

Z talla sentado: junior y cadete ($p=0,010$), junior y senior ($p=0,038$), junior y alevín ($p=0,002$) e infantil y alevín ($p=0,015$).

Z Longitud extremidades Inferiores: alevín y juvenil ($p=0,015$), alevín e infantil ($p=0,014$), alevín y junior ($p=0,001$), senior y junior ($p=0,032$) y cadete y junior ($p=0,007$).

Z D- Condilrotroclear del húmero: junior y cadete ($p=0,006$) y junior e infantil ($p=0,006$).

ZD-Biestiloideo de muñeca: junior y alevín ($p=0,004$), junior e infantil ($p=0,000$), junior y cadete ($p=0,001$), junior y juvenil ($p=0,013$) y junior con senior ($p=0,011$).

ZD-Bicondíleo del fémur: junior y alevín ($p=0,003$), junior e infantil ($p=0,017$), junior y cadete ($p=0,000$), junior y juvenil ($p=0,015$), senior con cadete

El Z peso muestra que, con excepción de las senior, a mayor categoría de edad, el peso es proporcionalmente más pequeño. En el Z longitud EEII se observa que las alevines, presentan las EEII más cortas y las junior, siendo las de mayor edad, las más largas, no obstante todas son negativas. En los diámetros, las junior destacan con los valores más bajos. Y en el Z perímetro de brazo relajado las senior son las únicas que presentan valores proporcionalmente superiores al modelo.

En la tabla 3 se muestran los índices de proporcionalidad, presentando diferencias generales significativas en LRES, IC e IE. La LRES clasifica a todos los grupos con un morfotipo braquibraquial. El IE clasifica a las alevines como braquiesqueléticas, a las cadete y senior como mesoesqueléticas y a las infantiles, juveniles y junior como macroesqueléticas. El IC define a las alevines como tronco largo, las junior corto y el resto de los grupos como intermedio.

En el IAI y la ER, obtienen diferentes clasificaciones aun no siendo diferentes significativamente. El IAI, se define de forma intermedia en alevines, cadetes, junior y senior y como trapezoidal en infantiles y juveniles. Y la ER muestra que las tres categorías de edad inferiores, presentan una envergadura menor a la talla, y al contrario en superiores.

Tabla 3 Índices de proporcionalidad de las ágiles por categorías (media (DT)) y diferencias entre grupos.

	Alevín (n=5)		Infantil (n=7)		Cadete (n=12)		Juvenil (n=18)		Junior (n=9)		Senior (n=3)		Anova 1 Factor/ H de Kruskal Wallis F; Sig.
	X	(DE)											
Índice ponderal	41,97	1,14	43,07	2,11	43,05	1,67	43,61	1,29	43,17	2,37	43,09	1,15	(K-W) p= ,450
Longitud Relativa Extremidades Superiores	40,36 [†]	1,80	42,62	1,40	42,45 [†]	1,43	42,06	1,07	43,01 [†]	1,37	43,02	,68	F=3,13; p=,016*
Índice Esquelético	84,19 [†]	2,89	91,19 [†]	4,19	87,02 [†]	4,93	90,47 [†]	4,11	93,67 [†]	6,66	85,96 [†]	4,76	(K-W) p= ,008*
Índice Córnico	54,30 [†]	,85	52,33 [†]	1,15	53,50 [†]	1,42	52,53 [†]	1,15	51,69 [†]	1,81	53,80 [†]	1,40	(K-W) p= ,008*
Índice Acromio Ilíaco	74,30	8,74	69,83	4,71	72,57	9,16	69,00	2,76	70,23	4,19	70,43	4,02	(K-W) p= ,769
Envergadura Relativa	96,76	3,17	99,56	2,66	99,96	2,51	100,19	2,70	100,54	3,52	101,69	2,10	F=1,62; p=,172

[Media (X); Desviación estándar (DE)]

*significación análisis general p<0.05

†Análisis múltiple:

Longitud Relativa Extremidades Superiores: alevín y cadete (p=0,047), y alevín y junior (p=0,009).

Índice Esquelético: alevín e infantil (p=0,016), alevín y juvenil (p=0,014), alevín y junior (p=0,002), cadete y junior (p=0,009) y junior y senior (p=0,035)

Índice Córnico: alevín e infantil (p=0,016), alevín y juvenil (p=0,014), alevín y junior (p=0,002), junior y cadete (p=0,009) y junior y senior (p=0,035).

Portoras

En la tabla 4 se muestran las variables Z de proporcionalidad y sus diferencias significativas generales y múltiples en portoras. La gran mayoría de las variables Z de proporcionalidad presentan valores negativos en todas las categorías, menos en las senior, destacando los perímetros. Por lo que al igual que las ágiles, se caracterizan por tener dimensiones pequeñas, excepto en senior, pero sin claros cambios graduales en función de la edad. Los pliegues vuelven a ser las medidas más bajas, destacando el pliegue abdominal. En cuanto a los valores más altos, en general, como pasa con las ágiles, en las portoras también resalta el diámetro de la muñeca.

La Z peso muestra que las dos categorías de mayor edad, presentan un peso proporcionalmente superior a las más jóvenes. Y los pliegues son proporcionalmente muy pequeños en todas las categorías, menos en las senior, siendo las únicas que tienen pliegues cutáneos positivos.

Tabla 4. Valores Z de proporcionalidad de las portoras por categorías (media (DT)) y diferencias entre grupos.

	Alevín (n=4)		Infantil (n=9)		Cadete (n=14)		Juvenil (n=29)		Junior (n=17)		Senior (n=2)		H de Kruskal Wallis
	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	p
ZPeso	-,33	,62	-,13	,74	-,62 [†]	,63	-,42 [†]	,88	,25 [†]	,75	1,40 [†]	,08	,008*
ZTalla sentada	,37	,79	-,05	,41	-,21	,51	-,06	,63	,09	,40	,22	,53	,407
ZEnvergadura	-,12	,68	-,06	,70	-,04	,38	-,92	3,89	-,09	,59	-,47	1,03	,711
ZLongitud Extremidad Superior	-,80	,81	-1,69	2,70	-,88	,52	-1,00	,66	-1,00	,63	-1,16	,51	,979
ZLongitud Extremidad Inferior	-1,81	,83	-1,37	,42	-1,20	,53	-1,36	,65	-1,51	,42	-1,65	,56	,411
ZD-biacromial	,30	,33	-,36	,91	-,40	,62	-,30	,70	-,35	,80	,04	1,05	,424
ZD-Biileocrestal	-1,36	,66	-1,10	1,00	-1,48 [†]	,53	-1,43 [†]	,80	-,67 [†]	,84	,60 [†]	,46	,011*
ZD-Condilrotroclear del húmero	,34	,80	-,11	,90	-,50	,83	-,65	,76	-,36	,88	,13	2,10	,335
ZD-Biestiloideo de muñeca	1,50	,79	,75	,62	1,08	1,17	,49	,74	,53	1,07	-,07	3,05	,303
ZD-Bicondíleo del fémur	,24 [†]	,69	-,47 [†]	1,02	-,59 [†]	,84	-1,36 [†]	,76	-,44 [†]	1,07	,94 [†]	1,07	,001*
ZP-Abdominal mínimo	-,32	1,11	-,35	,74	-1,03 [†]	,88	-,87 [†]	1,15	-,17 [†]	,97	,50 [†]	,10	,045*
ZP-Glúteo	-,60 [†]	,64	,08	1,08	-,61 [†]	,69	-,22 [†]	,95	,61 [†]	,79	1,98 [†]	,88	,001*
ZP-Brazo relajado	,14 [†]	,92	,43	1,10	-,17 [†]	,92	,22 [†]	1,16	,88 [†]	,89	2,46 [†]	1,24	,015*
ZP-Brazo contraído	-,51	,70	-,38	,93	-,65	,88	-,30	1,02	,15	,86	1,59	1,22	,054
ZP-Pierna máximo	-,08	,70	,09	,82	-,27	,84	-,12	1,23	,41	,90	1,85	,79	,116
ZPI-Tríceps	-,67	,97	-,28	,69	-,49	,68	-,67	,91	-,15	,92	1,18	,08	,085

ZPI-Subescapular	-1,49	,99	-1,54	,45	-1,70 [†]	,37	-1,72 [†]	,49	-1,21 [†]	1,02	-,28 [†]	1,17	,045*
ZPI-Bíceps	-1,01	1,45	-,63	1,20	-1,07	,78	-1,14	1,02	-,60	1,12	,14	1,37	,344
ZPI-Cresta ilíaca	-1,73 [†]	,79	-1,33	,49	-1,63 [†]	,44	-1,46	,60	-1,14 [†]	,65	,04 [†]	,73	,032*
ZPI-Supraespinal	-1,58	1,08	-1,08	,88	-1,50	,62	-1,41	,82	-1,07	,77	,25	,74	,052
ZPI-Abdominal	-1,66	,97	-1,50	,81	-1,87	,50	-1,72	,65	-1,37	,66	-,28	1,05	,101
ZPI-Muslo anterior	-1,20 [†]	,64	-,66	,47	-,83 [†]	,56	-1,01 [†]	,44	-,69 [†]	,33	,30 [†]	,39	,017*
ZPI-Pierna medial	-,90	,51	-,38	,90	-,41	1,04	-,84	,85	-,35	1,14	,62	,90	,219

[Media (X); Desviación estándar (DE); Diámetro (D-); Perímetro (P-); Pliegue (PI-)]

*significación análisis general p<0.05

†Análisis múltiple:

Z peso: cadete y junior (p=0,003), cadete y senior (p=0,006), juvenil y junior (p=0,008) y juvenil y senior (p=0,013).

ZD-Biileocrestal: cadete y junior (p=0,013), cadete y senior (p=0,014), juvenil y junior (p=0,004) y juvenil y senior (p=0,012).

ZD-Bicondíleo del fémur: alevín y juvenil (p=0,003), infantil y juvenil (p=0,021), cadete y juvenil (p=0,010), juvenil con junior (p=0,004) y juvenil con senior (p=0,008).

ZP-Abdominal mínimo: cadete y junior (p=0,014), cadete y senior (p=0,032) y juvenil y junior (p=0,027).

ZP-Glúteo: alevín y junior (p=0,018), alevín y senior (p=0,012), cadete y junior (p=0,000), cadete y senior (p=0,004), juvenil y junior (p=0,004) y juvenil y senior (p=0,017).

ZP-Brazo relajado: alevín y senior (p=0,045), cadete y junior (p=0,004), cadete y senior (p=0,008), juvenil y junior (p=0,018) y juvenil y senior (p=0,022).

ZPI-Subescapular: cadete y senior (p=0,039), juvenil y junior (p=0,011) y juvenil y senior (p=0,020).

ZPI-Cresta ilíaca: alevín y senior (p=0,011), cadete y junior (p=0,031), cadete y senior (p=0,012) y juvenil y senior (p=0,021).

ZPI-Muslo anterior: alevín y senior (p=0,007), cadete y senior (p=0,043), juvenil y junior (p=0,032) y juvenil y senior (p=0,005).

En la tabla 5 se muestran los índices de proporcionalidad de las portoras, con diferencias significativas en el IAI. Las alevines se clasifican como tronco de forma trapezoidal, las senior rectangular y el resto de categorías intermedia.

La LRES se establece como braquibraquial en todas las categorías. Las EEII sí se clasifican de manera diferente, ya que el IE muestra un morfotipo mesoesquelético en alevín, infantil, junior y senior, pero macroesquelético en cadete y juveniles. El IC muestra en todas una longitud de tronco intermedio. Y la ER establece que la envergadura es mayor a la estatura en alevín, infantil, cadete y junior, y menor en juvenil y senior.

Tabla 5. Índices de proporcionalidad de las portoras por categorías (media (DT)) y diferencias entre grupos.

	Alevín (n=4)		Infantil (n=9)		Cadete (n=14)		Juvenil (n=29)		Junior (n=17)		Senior (n=2)		H de Kruskal Wallis
	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	X	(DE)	p
Índice ponderal	43,11	1,19	42,75	1,42	43,63	1,31	43,39	1,76	42,72	1,71	43,27	,89	,586
Longitud Relativa Extremidades Superiores	42,94	1,72	41,01	5,78	42,74	1,10	42,50	1,41	42,49	1,36	42,15	1,10	,975
Índice Esquelético	86,01	7,10	89,82	3,93	91,42	4,83	90,02	5,94	88,50	3,80	87,31	4,96	,413
Índice Córnico	53,82	2,10	52,70	1,07	52,27	1,34	52,68	1,65	53,07	1,06	53,41	1,41	,413
Índice Acromio Ilíaco	68,60 [†]	4,02	72,17	5,38	70,45 [†]	1,96	70,34 [†]	3,80	74,10 [†]	3,48	78,59 [†]	6,29	,008*
Envergadura Relativa	100,75	2,99	101,00	3,04	101,10	1,67	97,26	16,94	100,87	2,56	99,25	4,47	,712

[Media (X); Desviación estándar (DE)]

*significación análisis general p<0.05

†Análisis múltiple:

Índice Acromio Ilíaco: alevín y junior (p=0,024), alevín y senior (p=0,032), cadete y junior (p=0,009), cadete y senior (p=0,040), juvenil y junior (p=0,002) y juvenil y senior (p=0,034)

DISCUSIÓN

En este estudio, pese a encontrarse ciertas diferencias a lo largo de la edad, no son muchas las variables que difieren significativamente, por lo que parece confirmarse la especialización temprana en esta disciplina.

Tradicionalmente se han considerado a los gimnastas como deportistas de pequeñas dimensiones corporales^{20,21}, en los cuales las menores palancas, se relacionan con una mayor ventaja biomecánica²². Slezynki y Swiat²³ apuntaron que los mejores gimnastas de GA, tienden a tener dimensiones corporales más pequeñas. En esta disciplina, los gimnastas tienen un cuerpo proporcionalmente pequeño, tanto ágiles como portores, siendo los ágiles significativamente más pequeños proporcionalmente en casi todas las dimensiones¹⁵. Estas dimensiones quedan reflejadas en nuestros resultados. De la misma forma, los índices de proporcionalidad confirman esta tendencia salvo en el IE.

En cuanto al peso y la talla, la evidencia demuestra que las gimnastas de GAF son considerablemente más bajas y ligeras que la población general²⁴⁻²⁷, al igual que las de GR²⁸. Sin embargo, en términos de proporcionalidad, el peso debe ir relacionado con la talla, y no existe mucha evidencia que estudie esta vinculación. Dentro de los que sí estudiaron esta realidad, Osorio et al.⁸ observan que incluso las gimnastas de GAF de bajo nivel, presentan bajo peso situándose en valores de -2,70 y -3,66 de valores Z. Esto sitúa a las gimnastas de todos los grupos de edad y rol de este estudio por encima de las gimnastas de GAF. Bacciotti et al.¹² establecen que el peso, en las gimnastas de GAF también es negativo en el phantom desde los 9 a los 15 años, y se sitúa en el 0 a partir de los 16. Esta relación con la edad se observa claramente en las portoras, ya que las categorías junior y senior, con media de edad entorno a los 16 años, son las gimnastas que muestran un peso proporcionalmente superior al modelo. Sin embargo, en las ágiles no se establece esta vinculación.

En cuanto a la Z envergadura, solo el grupo de ágiles senior obtiene valores positivos. El resto de los grupos muestran una envergadura de dimensiones menores al modelo. Las ágiles tienden a valores más altos a mayor categoría de edad, mientras que las portoras tienden a lo contrario. Por otro lado, estudios previos en gimnastas de GR, muestran que presentan envergadura superior a la estatura²⁹. Vernetta et al.¹³, establece que, gimnastas andaluzas de GR, de todos los grupos de edad presentan una ER superior a 100, estableciendo una envergadura superior a la talla.

En cuanto a la longitud de las extremidades, Díaz et al.³⁰ establecen que las gimnastas de GAF son de EESS largas. Estos resultados difieren con los obtenidos en GA. Sin embargo, un estudio

realizado por Bacciotti et al.¹², indica que las gimnastas de GAF, presentan valores de Z del Phantom negativos en todas las edades sin diferencias entre ellas, pero siguen siendo superiores que en GA.

Pese a los resultados del phantom en la longitud de las EEII, la clasificación del IE, clasifica como medias y largas a todos los grupos menos a las ágiles alevines que son cortas. Mientras que en GAF se clasifican como cortas³⁰, los estudios previos realizados en GR las definen como macroesqueléticas^{13,31}, sin diferente clasificación entre las menores o mayores de 12 años¹³. Por ello, no se puede establecer un cambio gradual en esta variable a lo largo de las categorías de edad,. Estudios realizados en GAF indican que la longitud proporcional de las EEII está en relación con la madurez, siendo las gimnastas postmenárquicas de EEII más cortas proporcionalmente³². Sin embargo, puede ser debido a que los grupos de GA, salvo las ágiles junior y las portoras junior y senior, presentan una edad media inferior a las gimnastas recogidas en ese estudio previo.

En cuanto a la longitud del tronco, el IC nos muestra diferencias a lo largo de la edad en ágiles, pero no en portoras que clasifica como intermedio. Las gimnastas de GAF también se caracterizan por un tronco intermedio³⁰ mientras que las de GR como corto^{29,31,33}. En GR también se han recogido diferencias en cuanto a la edad, pero inversas al acontecido en las ágiles, ya que en GR las menores de 12 años presentan una clasificación de tronco corto, y las mayores de tronco largo¹³.

Estudios previos en GAF han evidenciado que las gimnastas tienen los hombros anchos y las caderas estrechas³⁴, confirmándose con valores del phantom positivos para el diámetro biacromial y negativos en el biileocrestal^{12,22}. Esta proporción también se ha encontrado en el IAI que muestra forma trapezoidal en GR^{13,31}, e incluso, no se observan diferencias de clasificación a lo largo de la edad¹³. En los grupos estudiados, se confirma que todas las categorías de ágiles y portoras (excepto senior) tienen valores negativos de Z diámetro biileocrestal, confirmándose esta estrechez de cadera. Pese a la invariabilidad respecto a la edad en GR, las portoras sí obtienen diferencias significativas en el diámetro biileocrestal en categoría senior con respecto al resto, pero no podemos afirmar una tendencia gradual de la misma.

En cuanto a los diámetros de húmero, muñeca y fémur, en ágiles destacan las junior, grupo de mayor edad, como las gimnastas con proporciones significativamente más pequeñas. Estos diámetros cobran en su mayoría valores positivos como ocurre en el del húmero en GAF⁸. Sin embargo, Bacciotti et al.¹², encuentra valores ligeramente negativos en las gimnastas mayores de

16 años, pero siguen siendo positivos en las menores. Señalar, como ocurre en las ágiles, que las gimnastas más mayores, presentan medidas proporcionalmente más pequeñas.

En cuanto a los perímetros, en las ágiles, tan solo el Z perímetro de brazo relajado obtuvo diferencias significativas entre categorías. Pese a no establecer una relación lineal con la edad, las senior destacaron por tener éste proporcionalmente más grande, ocurriendo lo mismo en las portoras. Así mismo, el estudio de Bacciotti et al.¹² en GAF indica que las categorías de edad menores de 16 años presentan perímetro de brazo relajado negativos, pero en las gimnastas mayores de 16 años son positivos. Se observaron en portoras, valores superiores en las categorías de mayor edad en el glúteo. Este último factor, puede estar relacionado con el desarrollo normal en las mujeres, ya que el modelo del phantom, al ser unisexual, no contempla estas variaciones vinculadas al sexo. Aunque en el phantom no se establecen prácticamente diferencias de proporcionalidad entre ágiles de diferente sexo, el perímetro glúteo sí se refleja con diferencias significativas entre sexos en el rol de portor³⁵. Sin embargo, tiende a ser proporcionalmente pequeño en todos los grupos restantes, característico de las modalidades de GAF⁸ y GR³⁶ y estudios previos realizados en GA¹⁵.

En cuanto a los pliegues destacar que salvo las portoras senior, el resto de categorías de ágiles y de portoras obtienen valores negativos, característicos de una baja adiposidad en todas las categorías de edad, al igual que las disciplinas de GAF⁸, GR³⁶ y en GA¹⁵. Esta baja adiposidad, sin diferencias significativas a lo largo de ella, se corresponde a lo ya encontrado en GR³⁷. Sin embargo, en GAF, sí se encuentra una tendencia a aumentar la adiposidad a mayor edad³⁸.

La principal limitación de este estudio es el rango de edades por categoría que establece el código de puntuación de GA. Este trabajo tiene como fortaleza aportar al estudio de la antropometría la primera aproximación del comportamiento de la proporcionalidad a lo largo de la edad en GA. De este modo, conocer la proporcionalidad y sus especificidades que permitan realizar una buena detección de talentos.

CONCLUSIONES

No se muestran demasiadas diferencias significativas en la proporcionalidad antropométrica entre los grupos de edad en ninguno de los roles. Así mismo, tampoco se puede establecer una clara evolución gradual de estas. Esto puede deberse a la especificidad deportiva en esta disciplina gimnástica.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

YTI, AGS y MVS contribuyeron a la concepción, diseño y adquisición de datos. YTI y DAF realizaron el análisis e interpretación de los resultados. AGS coordinó el estudio. YTI redactó el primer borrador del artículo. Todos los autores contribuyeron en la revisión, en el manuscrito final y aprobaron la versión final.

FINANCIACIÓN

Los datos de este estudio fueron recabados durante una “Axuda de apoio a etapa predoutoral do Plan galego de investigación, innovación e crecemento 2011-2015 (Plan I2C) da Xunta de Galicia”.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores de este estudio expresan que no presentan conflictos de interés en la redacción del artículo.

REFERENCIAS

- (1) Ross WD, Wilson NC. A stratagem for proportional growth assessment. *Children in Exercise. ACTA Paediatrica Belgica* 1974;28:169-182.
- (2) Maestre López MI, Cabañas Armesilla MD, Herrero de Lucas A. Cambios de la proporcionalidad corporal durante el crecimiento en edades adolescentes. *Biomecánica*. 2006;14(1):58-63.
- (3) Cabañas Armesilla MD, Maestre Lopez A, Herrero de Lucas A. Estudio de dos propuestas sobre el modelo «phantom» de proporcionalidad de Ross y Wilson. *Biomecánica*. 2008; 16(1):7-12.
- (4) Rodríguez-Rodríguez F, López-Fuenzalida A, Holway F, Jorquera Aguilera C. Anthropometric differences per playing position in Chilean professional footballers. *Nutr Hosp*. 2019;36(4):846-853.
- (5) Holway FD, Garavaglia R. Kinanthropometry of Group I rugby players in Buenos Aires, Argentina. *J. Sports Sci*. 2009;27(11):1211-1220.
- (6) Ridge BR, Broad E, Kerr DA, Ackland TR. Morphological characteristics of Olympic slalom canoe and kayak paddlers. *EUR J SPORT SCI*. 2007;7(2):107-113.
- (7) Landers GJ, Ong KB, Ackland TR, Blanksby BA. Kinanthropometric differences between 1997 World championship junior elite and 2011 national junior elite triathletes. *J Sci Med Sport*. 2013; 16:444-449.
- (8) Osorio A, López G, Zúñiga U. Proporcionalidad antropométrica en niñas gimnastas de nivel 3 y clase 8 de la FEFCO. *Proceedings of the XIII Congreso Internacional de Educación Física, Deporte y Recreación*; 2009 Sep 14-16; Chihuahua, México. Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte UACH; 2009.
- (9) Rodriguez E, Berral F. Estudio morfológico en Gimnastas Argentinos de Alto Rendimiento. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2006;8:16-24
- (10) Corbella Virós M, Barany Cairoó JR. Relación de las medidas antropométricas, composición corporal y edad menárquica entre gimnastas de rítmica y niñas no deportistas. *Apunts, Educ fís deport*. 1991;26:6-12.
- (11) Gomez-Campos R, Arruda M, Luarte-Rocha C, Urra C, Almonacid A, Cossio-Bolaños M. Enfoque teórico del crecimiento físico de niños y adolescentes. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2016;20(3):244 – 253

- (12) Bacciotti S, Baxter-Jones A, Gaya A, Maia J. Body physique and proportionality of Brazilian female artistic gymnasts. *J Sports Sci.* 2018;36 (7):749-756.
- (13) Vernetta M, Fernández E, López-Bedoya J, Gómez-Landero A, Oña A. Estudio relacional entre el perfil morfológico y estima corporal en la selección andaluza de gimnasia rítmica deportiva. *Mot Eur J Hum Mov.* 2011;26:77-92.
- (14) Vernetta, M., López Bedoya, J. & Jiménez, J. (2007). La utilización del registro de los tiempos de intervención de las acciones motrices en la gimnasia acrobática. *Lecturas: EF y deportes. Revista Digital*, 12, 110. Disponible en <http://www.efdeportes.com/efd110/acciones-motrices-en-la-gimnasia-acrobatica.htm> fecha de consulta 20/6/2015
- (15) Taboada-Iglesias Y, Gutiérrez-Sánchez A, Vernetta M. Anthropometric profile of elite acrobatic gymnasts and prediction of role performance. *J Sports Med Phys Fit*, 2016;56(4):433-42.
- (16) Taboada-Iglesias Y, Gutiérrez-Sánchez A, Vernetta M. Índices de proporcionalidad y composición corporal de la élite de Gimnasia Acrobática. *Int J Morphol.* 2015;33(3):996-1001.
- (17) Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. ISAK: Potchefstroom, South Africa, 2006.
- (18) Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall, J.D. (Ed.), *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. 2nd Edition. Canadian Association of Sports Sciences, Sports Medicine Council of Canada, 1991.
- (19) Pacheco del Cerro JL. La proporcionalidad corporal. En Esparza Ross, F. editores. *Monografías FEMEDE. Manual de Cineantropometría*. 1ªed. (pp. 95-112). Madrid: Ed GREC FEMEDE, 1993.
- (20) López Bedoya J, Vernetta M, De la Cruz JC. Características morfológicas y procesos de maduración de las gimnastas de alto de nivel. *Arch Med Deporte.* 1993;10(37):49-55.
- (21) Siatras T, Skaperda M, Mameletzi D. Anthropometric characteristics and delayed growth in Young artistic gymnasts. *Med Probl Perform Ar.* 2009;24(2):91-99.
- (22) Ferreira Filho RA, Nunomura M, Cruz Tsukamoto MH. Artistic Gymnastics and height: myths and truths in Brazilian society. *Rev Mackenzie Educ Fís Esporte*, 2006; 5:21-31.
- (23) Slezynski J, Swiat T. Construction of somatic athletes in sports acrobatics. *Wychow Fiz Sport*, 1997; 41(4): 39-60.
- (24) Claessens AL, Malina RM, Lefevre J, Beunen G, Stijnen V, Maes H & Veer FM. Growth and menarcheal status of elite female gymnasts. / croissance et menstruation des gymnastes d'elite feminines. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(7):755-763.

- (25) Filaire E, Lac G. Nutritional status and body composition of juvenile elite female gymnasts. *J Sports Med Phys Fit* 2002; 42:65-70.
- (26) Irurtia A, Busquets A, Marina M, Pons V, Carrasco M. Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas femeninas de élite a lo largo de la edad. *Arch Med Deporte*. 2008;25(126):259-269.
- (27) Laing EM, Massoni JA, Nickols-Richardson S, Modlesky CM, O'Connor PJ, Lewis RD. A prospective study of bone mass and body composition in female adolescent gymnasts. *J Pediatr*. 2002;141(2):211-216.
- (28) Klentrou P, Plyley M. Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. *Br J Sports Med* 2003; 37:490-494.
- (29) Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 2008; 3: 41-54.
- (30) Díaz M, Mauri E, García Y, Jiménez C. Perfil antropométrico comparativo de la selección nacional de gimnasia artística femenina (2008) y el perfil del campeonato mundial en Róterdam, Holanda (1987). *Lecturas: EF y deportes*. 2008;13:123.
- (31) Fernández E, Vernetta M, López Bedoya J, Gómez-Landero LA. Análisis de las características morfológicas en la selección andaluza de gimnasia rítmica deportiva. En González, M.A., Sánchez, J.A. y Areces, A. (ed), *IV Congreso Asociación. Española de Ciencias. de Deporte*. A Coruña. 2006.
- (32) Claessens AL, Lefevre J, Beunen GP, Malina RM. Maturity-associated variation in the body size and proportions of elite female gymnasts 14–17 years of age. *Eur J Pediatr*. 2006;165:186–192.
- (33) Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Brasili P, Piazza M, Toselli S, Ventrella AR, Guidetti L. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *J Sports Med Phys Fit* 2008; 48:341-6.
- (34) Smoleuskiy V, Gaverdouskiy I. *Tratado general de Gimnasia Artística Deportiva*. Barcelona: Paidotribo. 1996
- (35) Taboada-Iglesias Y, Vernetta-Santana M, Alonso-Fernández D, Gutiérrez-Sánchez Á. Especificidad Antropométrica y Nivel de Participación en Gimnasia Acrobática en Función del Sexo. *Int J Morphol*. 2019;37(4):1534-1540.
- (36) Canda A, Rabadán M, Sainz L, Agorreta L. Evolución del perfil antropométrico y fisiológico de las gimnastas de rítmica españolas de ejercicios de conjuntos en los Juegos Olímpicos de 1996 y 2016. *Rev Andal Med Deporte*. 2019; 12(3): 258-262.

(37) Irurtia A, Pons V, Busquets A, Marina M, Carrasco M, Rodríguez L. Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infancia hasta la edad adulta. *Apunts, Educ Fís Deport.* 2009 95, 64-74.

(38) Irurtia A, Busquets A, Marina M, Pons V, Carrasco M. Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas femeninas de élite a lo largo de la edad. *Arch Med Deporte.* 2008; 25:259-269.