

**Artigo original**Elizabeth Rodriguez Bies ¹
Francisco José Berral de la Rosa ²**ESTUDIO MORFOLÓGICO EN GIMNASTAS ARGENTINOS
DE ALTO RENDIMIENTO****MORFHOLOGICAL ASSESMENT IN ELITE
ARGENTINEANS MALE GYMNASTS****RESUMO**

Atualmente existe uma informação limitada sobre as características antropométricas dos ginastas masculinos. A Cineantropometria que estuda a forma, composição corporal e a proporcionalidade do corpo humano em relação a sua função é uma ferramenta idônea para ser utilizada em medicina do esporte, permitindo conhecer as características morfológicas dos sujeitos. Este estudo tem como propósito descrever as variáveis antropométricas dos ginastas masculinos da seleção nacional da Argentina. A amostra foi de 25 ginastas masculinos, maiores de 18 anos, pertencentes às categorias juvenil e sênior. Foram estudadas 43 variáveis antropométricas: peso, alturas, comprimentos, diâmetros ósseos, perímetros corporais e dobras cutâneas. O somatotipo foi calculado de acordo com o método antropométrico de Heath-Carter. A composição corporal segundo a tática de fracionamento de massas de Kerr e foi analisada a proporcionalidade através da estratégia Phantom de Ross. Os procedimentos antropométricos usados foram os recomendados pela ISAK. Na composição corporal foi estimada uma massa muscular de 54% e uma massa de gordura de 17,5%. Os resultados indicam que os ginastas argentinos possuem um biotipo de características similares ao resto dos ginastas de nível internacional. Porém, costumam ser mais baixos, com maior peso corporal e com os perímetros de tórax, cintura, coxa e panturrilha mais elevados. Isto nos tenderia a supor que estes ginastas têm uma desvantagem biomecânica que prejudica a performance nos eventos de ginástica artística desportiva.

Palavras-chave: ginástica, antropometria, somatotipos, composição corporal, proporcionalidade.

Abstract

There is limited information on anthropometric variables of male gymnasts. Kineanthropometry investigates human body shape, composition and proportionality, related to function. It is a useful tool in sport medicine, as it allows for the understanding of morphological characteristics of subjects. The purpose of this study was to describe the anthropometric profile of elite male gymnasts – members of the national Argentinean team. The sample included 25 gymnasts, older than 18 years and divided into two categories – junior and senior. They were measured in 43 anthropometric variables: body mass, stature, sitting height, arm span, lengths, breadths, girths and skinfolds. The procedures followed the International Society for the Advancement of Kinanthropometry guidelines. Based on the measures, Heath and Carter's somatotype, Kerr's mass-fractioning-method of body composition and proportionality applying Ross' Phantom-strategy were computed. Body structure of Argentinean gymnasts was composed by 54 % of muscle mass and 17.5 % of fat mass. The results showed that Argentinean gymnasts have similar biotype characteristics to other international elite gymnasts. However, they tend to be smaller, heavier and with wider girths of chest, waist, thigh and calf. Therefore it is supposed that these gymnasts are in biomechanical disadvantage, which in turn interferes with performance in competitive events.

Key words: gymnastics, anthropometry, somatotypes, body composition, proportions.

¹ Doctorando en Alto Rendimiento Deportivo² Profesor Titular y Director del Doctorado en Alto Rendimiento Deportivo

INTRODUCCIÓN

Las dimensiones antropométricas del deportista, que reflejan la forma, proporcionalidad y composición corporal, son variables que juegan un papel muy destacado en la determinación del triunfo de un deporte elegido. La especialización del deporte en la generación actual y la adaptación a las demandas del entrenamiento, han determinado formas corporales específicas para cada evento deportivo¹. Los atletas suelen diferir significativamente, con respecto a la población general, en sus aspectos físicos y biológicos. Asimismo hay un cúmulo de evidencia científica y empírica que plantea diferencias morfológicas entre deportistas de distintas disciplinas, inclusive, en un mismo deporte y entre categorías por peso^{2,3}.

Los perfiles antropométricos de los gimnastas olímpicos ya han sido valorados por Carter en los Juegos Olímpicos de Montreal 1976 y publicados en 1982⁴. Un estudio más reciente publicado por Classens en 1991³, hace referencia a las características antropométricas de los gimnastas que han participado en el Campeonato del Mundo de Rotterdam de 1987. También encontramos estudios de evaluaciones realizadas en gimnastas destacados durante Torneos Internacionales, Campeonatos Mundiales o Juegos Olímpicos, tales como los aportados por Dybowska and Dybowski, 1929; Cureton 1951; Hirata 1966,1979; de Garay y col, 1974; Zaharieva y col, 1979; Lopez y col, 1979, Gajdos 1984, todos ellos analizados y recogidos en el trabajo de Claessens⁵. En general la mayoría de las investigaciones se han limitado a estudiar un número insuficiente de variables como la edad, altura, peso, somatotipo y/o porcentaje de grasa corporal^{6,7,8}.

A pesar de los avances metodológicos para la evaluación morfofuncional del deportista, el estudio de los gimnastas de elite sigue siendo una materia pendiente en este área y es muy difícil encontrar en la bibliografía especializada trabajos de investigación que hagan referencia a los parámetros morfológicos, fisiológicos, biomecánicos o nutricionales de este deporte y en especial del género masculino. Por lo tanto, existe todavía la necesidad de establecer valores de referencia específicos para los gimnastas, los cuales serán de gran utilidad para la selección de los futuros deportistas.

La presente investigación tiene como objetivo describir las características antropométricas de la población de gimnastas masculinos de alto rendimiento de la Selección Nacional de la República Argentina, a través de la estimación del somatotipo, proporcionalidad y la composición corporal, estableciendo un perfil característico para dichos gimnastas, que pueda servir de soporte para futuros estudios. También, con la sola idea de describir la morfología de los gimnastas argentinos,

se compararán algunas dimensiones corporales con datos de gimnastas de nivel internacional, extraídos de la literatura.

PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS

Población y muestra

La población de estudio está compuesta por los gimnastas de alto rendimiento integrantes de la Selección Nacional de la República Argentina en las tres categorías que conforman la rama masculina (cadetes, juveniles y seniors). Como muestra se ha tenido en cuenta a todos los gimnastas mayores de 18 años, los cuales suman un total de 25 individuos, con una edad media de 21.2 ± 3.3 años. Este subgrupo representa el 100% del total de gimnastas pertenecientes a las categorías mencionadas. El 76% de la población supera los diez años de entrenamiento en gimnasia deportiva, habiendo participado en Campeonatos Internacionales, del Mundo y Panamericanos.

Recolección de datos

Fueron registradas un total de cuarenta y tres variables antropométricas teniendo en cuenta las recomendaciones de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK), sobre selección de medidas antropométricas, técnicas e instrumental de medición^{1,9,10}, teniendo en cuenta los tres principios éticos básicos en investigación humana (respeto, beneficencia y justicia)¹¹. Las medidas incluyeron: edad, cuatro variables básicas: peso corporal (en kg), estatura, estatura sentada, envergadura (todas en cm), seis pliegues cutáneos (en mm), subescapular, tríceps, supraespinal, abdominal, muslo frontal y pantorrilla. Cuatro longitudes (en cm), acromial - radial, radial - estilóidea, trocánterea - tibial lateral, tibial medial - maleolar tibial, ocho diámetros (en cm), biacromial, transverso del tórax, antero-posterior del tórax, bi-iliocrestal, humeral, biestilóideo, mano, femoral. Y doce perímetros (en cm), cabeza, cuello, brazo relajado, brazo flexionado y contraído, antebrazo, tórax, abdomen mínimo, glúteo, muslo a un cm del pliegue glúteo, muslo medio y pantorrilla máxima. Todas las dimensiones antropométricas fueron recolectadas durante las dos últimas semanas previas al torneo nacional de gimnasia artística deportiva de la Federación Argentina de Gimnasia,

Instrumental y métodos

Los instrumentos de medición utilizados fueron: balanza (C.A.M. - Argentina) con precisión de 100 gr, estadiómetro portátil (Stanley - Francia), cinta antropométrica (Sanny - Brasil) y paquímetro (Mitutoyo - Japón) con precisión de 0.1 cm, antropómetro ramas curvas (Cardiomed - Brasil)

con precisión de 0.5 cm y plicómetro (Harpender – Inglaterra) con una precisión de 0.1 mm.

Para realizar una adecuada aplicación de la antropometría en medicina deportiva se han empleado las herramientas de análisis recomendadas por Ross¹², Malina¹³ y Heyward¹⁴, como se menciona a continuación: método antropométrico de Heath y Carter¹⁵ para el cálculo del Somatotipo, estrategia Phantom de Ross^{16,17} para el estudio de la proporcionalidad y táctica de Fraccionamiento de Kerr^{18,19,20} para estimar las masas corporales.

El índice músculo-óseo citado por Pacheco del Cerro²¹, se obtuvo mediante el cociente, % masa muscular / % masa ósea. Y las áreas adiposas (AA), mediante la fórmula: perímetro x pliegue cutáneo, ambos valores expresados en cm. AA Brazo= per. brazo x pl. tríceps; AA Abdomen= per. abdomen mínimo x pl. abdominal; AA Muslo= per. muslo a 1 cm x pl. muslo medio; AA Pantorrilla= per. pantorrilla máxima x pl. pantorrilla medial.

Las medidas obtenidas fueron volcadas en una base de datos y luego analizadas empleando el paquete estadístico de Microsoft Excel 2003. Para todas las variables se estableció la distribución de frecuencias y/o porcentajes en relación con el total de casos. Para aquellas medidas en escala ordinal, se computaron las siguientes estadísticas: valores mínimos y máximos hallados, mediana, media aritmética, desviación típica. Cuando resultó necesario se utilizó como prueba de normalidad la prueba Shapiro-Wilk. Para el contraste de medias, se empleó la prueba T. El nivel de significación establecido fue de 0,05.

RESULTADOS

Dimensiones del cuerpo absolutas

Los valores medios y desviaciones típicas de los datos antropométricos de los gimnastas, se presentan en la tabla 1.

El menor peso corporal registrado (57,5 kg), correspondió a un gimnasta especialista en caballete con arzones (pommel horse -término en inglés según la FIG (Federación Internacional de Gimnasia). El valor máximo para el peso corporal (72.4 kg), perteneció a un especialista en barra fija (high bar^a), quien a su vez presentó la máxima estatura observada (174,5 m) para el grupo evaluado. La mínima estatura examinada (155,5m), correspondió a un gimnasta dedicado a la disciplina de anillas (rings - término en inglés según la FIG (Federación Internacional de Gimnasia)

Dimensiones del cuerpo relativas (Score-Z)

Las transformaciones score-z para cada variable se obtuvieron usando el método Phantom de análisis de proporcionalidad. Tabla 2.

Se puede evidenciar que el grupo, objeto de

Tabla 1. Variables antropométricas. Gimnastas n=25. Peso (kg), pliegues (mm) y resto de variables (cm).

Variables antropométricas	(media ± desviación típica)
Peso	65.5 ± 4.3
Estatura	166.2 ± 4.7
Estatura Sentada	87.7 ± 2.2
Envergadura	175.2 ± 5.4
Long. Acromial-radial	32.0 ± 1.3
Long. Radial-estiloidea	25.3 ± 1.3
Long. Trocánterea – Tibial lateral	42.8 ± 1.8
Long. Tibial med. – Maleolar tibial	37.1 ± 2.0
Per. Cuello	37.3 ± 1.2
Per. Brazo relajado	32.2 ± 1.6
Per. Brazo flex. y contraído	35.0 ± 1.6
Per. Antebrazo max.	28.0 ± 1.1
Per. Muñeca mínimo	17.9 ± 0.8
Per. Torác mesoesternal	100.0 ± 3.5
Per. Abdomen mínimo	76.7 ± 3.5
Per. Glúteo máximo	89.6 ± 3.5
Per. Muslo a 1 cm pliegue glúteo	53.1 ± 2.6
Per. Muslo medio	50.6 ± 2.2
Per. Pantorrilla máxima	36.1 ± 1.6
Diám. Biacromial	40.0 ± 1.6
Diám. Transverso de tórax	29.2 ± 1.2
Diám. Antero – posterior de tórax	18.5 ± 1.1
Diám. Bi-iliocrestal o intercrestal	26.3 ± 1.2
Diám. Humeral	7.1 ± 0.3
Diám. Biestiloideo	6.1 ± 0.3
Diám. Mano	8.8 ± 0.3
Diám. Femoral	9.5 ± 0.4
Sumatoria 6 pliegues * en milímetros	40.5 ± 1.22

* *Triceps, Subescapular, Supraespinal, Abdominal, Muslo anterior, Pantorrilla medial.*

análisis, posee un desarrollo muscular alto, en la parte superior del cuerpo y extremidades superiores, presentándose score-z positivos, mayores a dos unidades. Lo contrario se describe en los perímetros de las piernas, encontrándose desvíos positivos que no superan la unidad e incluso negativos. Estos resultados, posiblemente se deban a que el acento en el entrenamiento del gimnasta se da principalmente en el tren superior, ya que en cuatro de las seis disciplinas de competencia, el atleta permanece todo el tiempo suspendido o apoyado sobre sus manos.

Los score-z de los diámetros óseos muestran que los gimnastas presentan tórax y hombros anchos con caderas estrechas. Los diámetros óseos pequeños para las extremidades, humeral, biestiloideo, mano, diámetro bimaleolar, también pueden considerarse relativamente anchos, siendo el score-z más llamativo el registrado para la muñeca con 3.54 unidades de desvío positivo.

Valores de adiposidad subcutánea muy bajos, pueden ser evidenciados al observar los score-z, de pliegues cutáneos, con unidades de desvío en torno al menos dos. En las figuras 1 y 2 se ilustra una selección de los perfiles de proporcionalidad Phantom para los 25 gimnastas.

Tabla 2. Score-z, para las variables antropométricas relativas. Gimnastas n=25.

Variables antropométricas	Score - z
Envergadura	0.96
Long. Acromial-radial	0.16
Long. Radial-Estiloidea	0.96
Long. Trocánterea – Tibial lateral	0.99
Long. Tibial med. – Maleolar tibial	0.12
Per. Cuello	1.90
Per. Brazo relajado	2.60
Per. Brazo flexionado y contraído	2.73
Per. Antebrazo max.	2.52
Per. Muñeca min.	2.81
Per. Toráx mesoesternal	2.83
Per. Glúteo max.	- 0.51
Per. Muslo a 1 cm pliegue gluteo	- 0.34
Per. Pantorrilla máxima	0.75
Diám. Biacromial	1.55
Diám. Transverso de tórax	1.17
Diám. Antero-posterior de tórax	1.07
Diám. Bi-iliocrestal o intercrestal	- 1.11
Diám. Humeral	2.16
Diám. Biestiloideo	3.54
Diám. Mano	1.44
Diám. Femoral	0.49
Diám. Bi-maleolar	2.57
Plieg. Tríceps	-2.17
Plieg. Subescapular	-1.97
Plieg. Supraespinal	-1.98
Plieg. Abdominal	-2.25
Plieg. Muslo anterior	-2.20
Plieg. Pantorrilla medial	-2.25

presentan como componente dominante la mesomorfia y un balance entre el endomorfismo y el ectomorfismo, es decir que el primer y tercer componente no se diferencian entre sí en más de media unidad. La clasificación endo-mesomorfica le corresponde a seis de los gimnastas estudiados. En estos casos el mesomorfismo prevalece a los otros dos componentes y el endomorfismo es mayor que el ectomorfismo. Solamente tres de los gimnastas son ecto-mesomórficos. En ellos el mesomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el endomorfismo.

Composición corporal

La intensidad y el tipo de entrenamiento de acuerdo a la disciplina en la cual se especialicen los gimnastas, tendrán un efecto importante sobre las características corporales. Los resultados de este estudio revelan diferencias morfológicas entre los deportistas, encontrando una gran variabilidad en los porcentajes de las masas corporales. Como se ha podido observar, la masa muscular varió de 48.96% a 56.75% y la masa adiposa de 14.02% a 21.70%. En la tabla 3 y figura 4, se muestra el peso corporal fraccionado en las cinco masas que lo componen (Kerr²⁰), expresados en media (x), desviación típica (dt) y porcentaje (%).

El índice músculo-óseo de 4.6 puntos, que aunque revela, según datos aportados por el Laboratorio de Biosystem de Argentina, un valor de clasificación excelente, estimamos que el porcentaje de masa muscular es elevado para este grupo de deportistas.

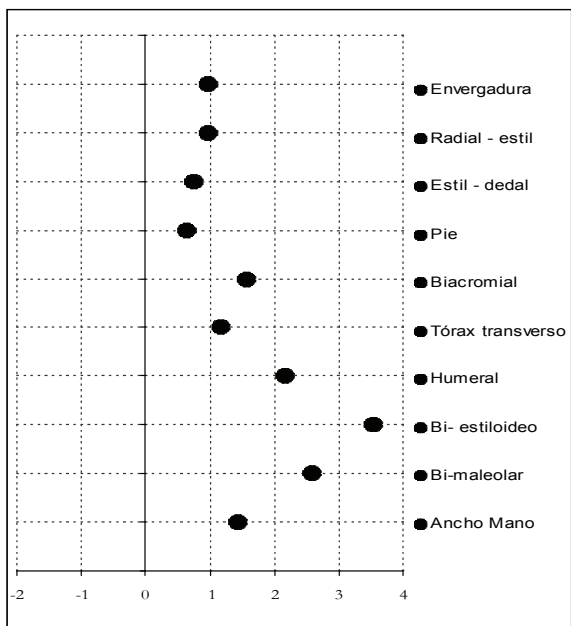


Figura 1. Score-z de longitudes y diámetros. n=25.

Somatotipo

La media del somatotipo para la muestra estudiada es 1.9 - 6.7 - 1.6. Representando estos valores a un biotipo mesomorfo balanceado.

Dieciséis de los gimnastas evaluados

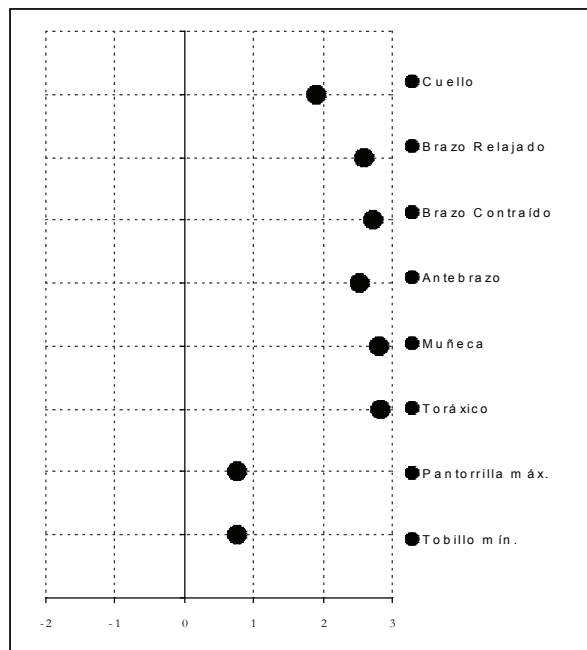


Figura 2. Score-z de perímetros. n=25.

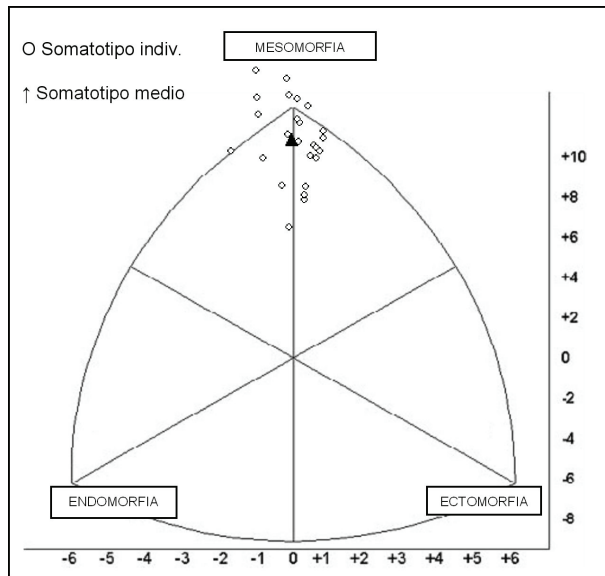


Figura 3. Somatotipo del gimnasta argentino. n=25

Tabla 3. Composición corporal de los gimnastas argentinos. n=25.

Masas	Kg (x - dt)	%
Muscular	37.36 ± 3.35	53.77
Adiposa	12.14 ± 1.69	17.48
Ósea	8.15 ± 0.74	11.74
Residual	8.21 ± 0.67	11.85
Cutánea	3.58 ± 0.15	5.15

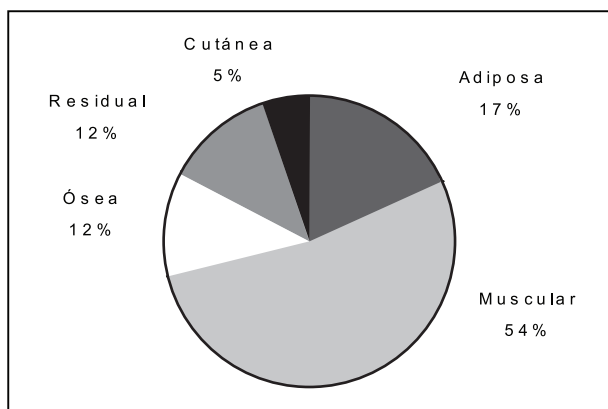


Figura 4. Composición corporal de los gimnastas. n=25.

DISCUSIÓN

Algunas de las variables más relevantes fueron contrastadas con datos de gimnastas reportados por otros investigadores. LeVeau²², gimnastas estadounidenses y japoneses de nivel nacional; Carter², gimnastas de nivel olímpico; Norton^{23,24}, gimnastas australianos de nivel

nacional y Claessens³, gimnastas de nivel mundial. Desafortunadamente no se han encontrado estudios morfológicos actualizados que evalúen a gimnastas de género masculino.

Los gimnastas argentinos comparados con el resto de los gimnastas tienen un mayor peso corporal, presentando diferencias estadísticamente significativas como se muestra en la tabla 4.

Los valores para la estatura y estatura sentada son más bajos a los reportados en otros grupos de gimnastas. Solo los japoneses presentan una estatura significativamente inferior pero tienen una estatura sentada similar a los gimnastas argentinos. En relación a los australianos, nuestros deportistas presentan una estatura sentada mayor. Tabla n° 5.

Carecemos de datos en la literatura para realizar una adecuada comparación de las longitudes. No se han observado diferencias estadísticas para la longitud del brazo; solo los gimnastas estadounidenses tienen una longitud inferior, sin embargo poseen una longitud radial-estiloidea superior a los argentinos. Las diferencias halladas en nuestra población, respecto a la longitud del antebrazo son considerables, siendo superiores al resto de grupos reportados.

Los valores medios del diámetro biacromial informados por otros investigadores, indican que los argentinos poseen una anchura de hombros significativamente superior que los grupos evaluados en Australia, Róterdam y Montreal. Para el diámetro intercrestal se han hallado valores similares entre los seis grupos. En relación al diámetro del húmero, los gimnastas de este estudio presentan valores similares a los gimnastas evaluados por Claessens³ y Carter², pero son ligeramente más pequeños a los datos recopilados por Norton²² y significativamente más grandes que los registrados por LeVeau²². Para la media del diámetro del fémur, con excepción de los gimnastas australianos, los argentinos poseen valores mayores a los encontrados en estudios previos.

Los resultados de la investigación indican que la mayoría de los valores registrados para los perímetros son más altos a otros estudios. El valor medio para el perímetro de brazo relajado es mayor a los valores indicados por otros autores de referencia. Los perímetros de brazo contraído obtenidos por otros investigadores, de 33.86 ± 1.67 cm según Carter² y de 33.33 ± 1.36 cm según Norton²³, son más pequeños en contraste con nuestro estudio. Para la variable del perímetro del antebrazo se observan diferencias estadísticamente significativas en relación a los gimnastas de Montreal y Róterdam, presentado éstos valores más bajos. Sin embargo con los australianos no se hallaron diferencias. Si nos referimos a los perímetros de tórax y abdomen mínimo, los valores mensurados son superiores

Tabla 4. Edad y peso promedio de los gimnastas masculinos de elite.

Gimnastas	n	Edad	Peso (Kg)
Japoneses '73 (SN)	6	23.7 ± 3.2	61.8 ± 3.6*
Estadounidenses '73 (SN)	7	21.7 ± 1.6	61.4 ± 3.6*
Montreal '76 (JO)	11	23.4 ± 4.6	63.5 ± 5.6*
Australianos '84 (SN)	7	19.8 ± 2.7	64.1 ± 6.4
Róterdam '87 (CM)	165	21.9 ± 2.4	63.6 ± 6.2*
Argentinos '03 (SN)	25	21.2 ± 3.3	65.5 ± 4.3

SN= Selección Nacional, JO= Juego Olímpico, CM= Campeonato Mundial

* Diferencias estadísticamente significativas, contrastado con gimnastas argentinos. Prueba T – P < 0,05

Tabla 5. Estatura y estatura sentada promedio de los gimnastas masculinos de elite en cm.

Gimnastas	n	Estatura	Estatura Sentada
Japoneses '73 (SN)	6	164.3 ± 5.2*	87.7 ± 3.6
Estadounidenses '73 (SN)	7	169.6 ± 4.6*	89.9 ± 2.7*
Montreal '76 (JO)	11	169.3 ± 5.6*	90.5 ± 3.4*
Australianos '84 (SN)	7	169.9 ± 5.5*	86.3 ± 2.4*
Róterdam '87 (CM)	165	167.0 ± 6.3	88.8 ± 3.0*
Argentinos '03 (SN)	25	166.2 ± 4.3	87.7 ± 2.1

SN= Selección Nacional, JO= Juego Olímpico, CM= Campeonato Mundial

* Diferencias estadísticamente significativas, contrastado con gimnastas argentinos. Prueba T – P < 0,05

a los encontrados en la literatura, encontrándose diferencias significativas. Examinando variables de la musculatura del miembro inferior, encontramos que el valor de muslo superior y pantorrilla máxima más alto, corresponde a los gimnastas argentinos y australianos no encontrándose diferencias significativas entre ambos.

Teniendo en cuenta los datos hallados en la literatura exponemos la sumatoria de 6 pliegues cutáneos, tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medio y pantorrilla medial, siendo considerados éstos los “6 pliegues olímpicos”.

Los gimnastas argentinos poseen una sumatoria de pliegues de 40.54 ± 1.22 mm, superior a los valores medidos hallados en los gimnastas de Montreal de 32.88 ± 1.22 mm. En relación a la sumatoria de pliegues de los gimnastas australianos de 42.77 ± 1.57 mm, no se han encontrado diferencias significativas.

Para apoyar estos resultados hemos decido calcular las áreas adiposas del brazo, abdomen, muslo y pantorrilla, para cada uno de los grupos de gimnastas. Tabla n° 7.

De acuerdo a los valores encontrados para las áreas adiposas, podemos afirmar que los gimnastas de nuestro estudio tienen una adiposidad subcutánea mayor que los gimnastas de Montreal e inferior que los gimnastas de Australia.

Como se puede apreciar en la figura n° 6, el grupo estudiado posee pliegues proporcionalmente más elevados en la región del tronco (plieg. supraespinal y abdominal) en relación a las otras poblaciones de gimnastas.

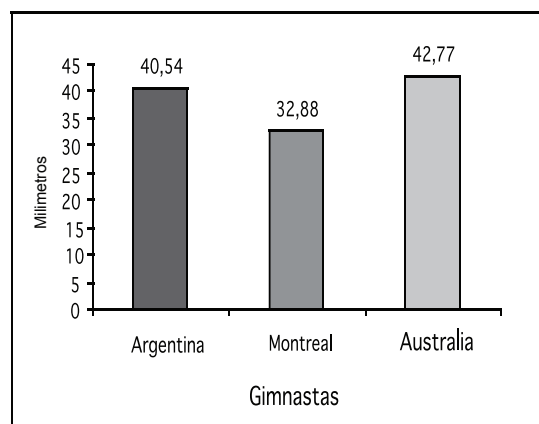
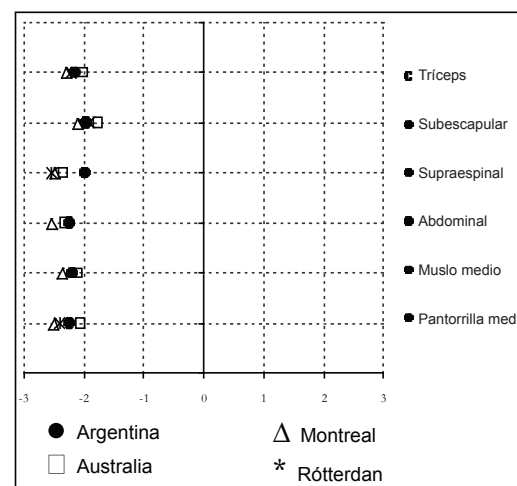
**Figura 5.** Sumatoria de 6 pliegues cutáneos**Figura 6.** Score-z de pliegues cutáneos

Tabla 6. Valores medios de dimensiones antropométricas de los gimnastas masculinos de elite en cm.

Dimensión Antropométrica	Gimnastas					
	Japoneses '73 (SN)	Estado-unidenses '73 (SN)	Montreal '76 (JO)	Australianos '84 (SN)	Róterdam '87 (CM)	Argentinos '03 (SN)
Long. Acromial-Radial	32.2	31.4*	32.4	31.6	-	32.0
Long. Radial-Estiloidea	24.9*	25.9*	25.0	24.7*	24.7*	25.3
Long. Trocánterea – Tibial lat	42.2	42.7	45.1*	-	-	42.8
Long. Tibial med. – Male. Tibial	36.0*	39.1*	-	-	-	37.1
Diám. Biacromial	40.6	39.4	39.0*	38.2*	38.5*	40.0
Diám. Transverso de tórax	-	-	27.7*	29.2	-	29.3
Diám. Antero – Post. de tórax	-	-	19.1*	18.4	-	18.5
Diám. Bi-iliocrestal o Intercres.	26.6	26.2	25.8	26.7	26.3	26.3
Diám. Humeral	6.4*	6.8*	7.1	7.3*	7.0	7.0
Diám. Femoral	9.3*	9.2*	9.3*	9.7*	9.2*	9.5
Per. Brazo relajado	29.0*	28.8*	30.7*	31.2*	31.2*	32.2
Per. Brazo flex. y contraído	-	-	33.9*	33.3*	34.6	35.0
Per. Antebrazo max.	-	-	27.5*	28.4	27.5*	28.0
Per. Muñeca min.	17.2*	16.5*	17.2*	18.2	-	17.9
Per. Tórax mesoesternal	93.1*	89.9*	95.1*	93.8*	-	100.0
Per. Abdomen mínimo	69.4*	68.9*	72.8*	73.4*	-	76.7
Per. Muslo a 1 cm Plie. Glu.	49.0*	48.3*	51.0*	52.8	51.0*	53.1
Per. Pantorrilla máxima	34.8*	34.0*	34.7*	36.1	34.7*	36.1

SN= Selección Nacional, JO= Juegos Olímpicos, CM= Campeonato Mundial

* Diferencias estadísticamente significativas, contrastado con gimnastas argentinos. Prueba T – P < 0,05

Tabla 7. Valores medios de las áreas adiposas de los gimnastas masculinos de elite en cm²

Gimnastas	Área adiposa ^b (cm ²)			
	del brazo	del abdomen	del muslo	de la pantorrilla
Montreal '76 (JO)	15.54*	40.85*	37.10*	14.75*
Australianos '84 (SN)	19.90*	54.90*	49.60*	23.17*
Argentinos '03 (SN)	17.93	59.20	45.02	19.25

SN= Selección Nacional, JO= Juegos Olímpicos, CM= Campeonato Mundial

^b Área adiposa = perímetro muscular * (Pliegue/10). Valor en cm²

* Diferencias estadísticamente significativas, contrastado con gimnastas argentinos. Prueba T – P < 0,05

Tabla 8. Somatotipos medios de los gimnastas masculinos de elite^{3,25,14}.

Gimnastas	n	Componentes del Somatotipo		
		ENDOMORFIA	MESOMORFIA	ECTOMORFIA
México '68 (JO)	28	1.4	5.9	2.4
Montreal '76 (JO)	11	1.4	5.8	2.5
Santiago '77 (CI)	33	1.8	5.9	2.7
Australianos '84 (SN)	7	1.8	6.2	2.5
China '84 (CI)	19	1.1	6.3	2.5
Róterdam '87 (CM)	165	1.5	5.6	2.1
Argentinos '03 (SN)	25	1.9	6.7	1.6

SN= Selección Nacional, JO= Juegos Olímpicos, CM= Campeonato Mundial, CI= Campeonato Internacional

* Diferencias estadísticamente significativas, contrastado con gimnastas argentinos. Prueba T – P < 0,05

La masa muscular registrada en el presente estudio fue de 37.35 kg siendo estadísticamente más elevada en relación a los valores observados en gimnastas australianos y gimnastas de Montreal siendo de 34.53 kg y 34.05 kg respectivamente.

En todos los casos se puede observar que los gimnastas argentinos son más mesomórficos que el resto de los gimnastas, superando la mesomorfia entre 0.4 y 1.1 unidades.

La endomorfia también es superior en la población estudiada encontrando diferencias de 0.1 unidades con la población de gimnastas australianos y de 0.8 unidades con los gimnastas evaluados en China 1984, citado por Canda Moreno²⁵. Para la ectomorfia se observa el valor más bajo en los argentinos, hallando un rango de diferencias entre 0.5 y 1.1.

La menor distancia posicional del somatotipo (SAD) fue registrada con el somatotipo medio de los gimnastas australianos evaluados por Norton en 1984²³, siendo esta de 1.04 unidades. Por otra parte la mayor distancia registrada, con un SAD de 1.37, perteneció a los gimnastas evaluados por Carter¹⁵ en los Juegos Olímpicos de Montreal. Otros SAD calculados entre gimnastas argentinos y gimnastas evaluados en los Campeonatos de China 1984²⁵ y Róterdam 1987³, arrojan similares resultados de 1.27. Con los gimnastas de los Juegos Olímpicos de México 1968²⁵ se observa un SAD de 1.24 y con respecto a los gimnastas evaluados en el Campeonato de Santiago 1977³ se obtuvo un SAD de 1.36 unidades.

CONCLUSIONES

El resultado de las comparaciones revela una menor estatura y un mayor peso corporal para el grupo estudiado. Este elevado peso corporal es atribuible a aspectos antropométricos tales como un tórax más ancho, miembros superiores e inferiores con perímetros musculares y diámetros más grandes y valores para los pliegues cutáneos y porcentaje de la masa muscular superiores a los observados en otros grupos de gimnastas. Arrojando el índice músculo-óseo una puntuación también elevada. Todas estas características podrían representar una desventaja en términos biomecánicos dado que el peso corporal en la gimnasia artística deportiva debe ser movido constantemente a grandes velocidades, sobre todo en saltos y giros.

En cuanto a la proporcionalidad se destaca el registro para el diámetro biestiloideo con 3.54 unidades de desvío positivo, lo que demuestra el engrosamiento en ancho de los huesos de la muñeca producto de la especificidad del entrenamiento.

Por último, nuestros gimnastas presentan un somatotipo mesoformo balanceado que no se

diferencia significativamente en términos de distancia posicional con los otros somatotipo promedio; no obstante son un poco más endomórficos y mesomórficos que los gimnastas de nivel mundial y olímpico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Norton KI, Olds T. Antropométrica. Edición en español: Mazza, J. Ed. Biosystem Servicio Educativo; 2000.
2. Carter JEL. Physical Structure of Olympic Athletes. Part II. Kinanthropometry of Olympic Athletes. Basel: Karger; 1984. p. 59-94.
3. Claessens LA, Veer FM, Stijnen V, Lefevre J, Maes H, Steens G, Beunen G. Anthropometric characteristics of outstanding male and female gymnasts. *J Sports Sci* 1991; 9: 53-74.
4. Carter JEL. Physical Structure of Olympic Athletes. Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Basel: Karger; 1982. p. 34-88.
5. Claessens LA, Lefevre J, Beune G, Stijnen V, Maes H, Veer FM. Gymnastic Performance as Related to Anthropometric and Somatotype Characteristic in Male Gymnasts. *Anthrop Közl* 1991;33:243-247.
6. Gurd B, Klentrou P. Physical pubertad development in young male gymnasts. *J Appl Physiol* 2003;95:1011-1015.
7. Georgopoulos NA, Theodoropoulou A, Leglise M, Vagenakis AG, Markou KB. Growth and Skeletal maturation in Male and Female Artistic Gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(9):4377-4382.
8. Benardot D, Czerwinski C. Selected body composition and growth measures of junior elite gymnasts. *J Am Diet Assoc* 1991;91(1):29-33.
9. Aragonés Clemente MT, Casajús Mallen JA, Rodríguez Guisado F, Cabañas Artesilla MD. Protocolo de medidas antropométricas. En: Esparza Ross, F. Monografías FEMEDE. Manual de Cineantropometría. 1ed. Madrid: Ed. GREC. FEMEDE; 1993. p. 35-66.
10. ISAK. Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica. 1ª ed. Publ ISAK; 2001.
11. Cantú Martínez P, Moreno García D, Rojas Marqués M. Consideraciones sobre Ética, Deontología, Ética médica, Bioética e Investigaciones en salud. *Rev Salud Pública Nutr* .2002;4 (1). Disponible en: <http://www.respyn.uanl.mx/iii/1/ensayos/bioetica.html>
12. Ross WD, De Rose EH, Ward R. (1988). Anthropometry applied to sports medicine. The Olympic Book of Sports Medicine, VI of the Encyclopedic of Sports Medicine an International Olympic Committee Publication. 1988;6:233-265.
13. Malina RM, Bouchard C. Models and Methods for Studying Body Composition. Human Kinetics Publishers. 1991.
14. Heyward V. Methods Recommendation: Body Composition. *JEP online*. An International Electronic Journal. 2001; 4 (4). Disponible en: <http://www.asep.org/jeponline/JEPhome.php>
15. Carter JEL, Heath BH. Somatotyping - development and applications. Cambridge University Press, 1990.

16. Ross WD, Leahy RM, Drinkwater DT, Swenson PL. Proportionality and Body Composition in Male and Female Olympic Athletes: A Kinanthropometric Overview. *Med Sport* 1981;15:74-89.
17. ROSS WD. The Phantom Stratagem for Proportional Growth Assessment: Questions and Answers. *Hum Biol* 1985;16:156-167.
18. Casajús JA, Aragonés MT. Aplicación en deportistas del fraccionamiento antropométrico del peso en 5 componentes (Método de Kerr). *Apunts* 1994;XXXI:277-284.
19. Gurovich A, Macmillan K, Dempster P, Almagia A. Validación de un método kineantropométrico (Estudio en una muestra de deportistas chilenos de alto rendimiento). *Rev Chil Anat* 1995;13 (1): 5-9.
20. Kerr D. An anthropometric method for the fractionation of the skin, muscle, adipose bone and residual tissue masses, in males and females age 6-77 years. [M. Sc Thesis]. Simon Fraser University; 1988.
21. Pacheco del Cerro J. La proporcionalidad corporal. En: Esparza Ross, F. editores. *Monografías FEMEDE. Manual de Cineantropometría*. 1ed. Madrid: Ed GREC FEMEDE; 1993. p. 95-112.
22. LeVeau B, Ward T, Nelson R. Body dimensions of Japanese and American gymnasts. *Med Sci Sports* 1974;6(2):146-150.
23. Norton KI, Craig NP, Withers RT, Whittingham NO. Assessing the Body Fat of Athletes. *Aus J Sci Med Sport* 1994;26(1/2):6-13.
24. Norton KI. Australian male athletes: Body fat, somatotype, body density and anthropometric fractionation of body mass. [Unpublished Master's thesis]. The Flinders University of South Australia, Adelaide, South Australia, Australia. 1984.
25. Canda Moreno A. Valores cineantropométricos de referencia. En: Esparza Ross, F. editores. *Monografías FEMEDE. Manual de Cineantropometría*. 1ed. Madrid: Ed GREC FEMEDE; 1993. p. 171-214.

Dirección para correspondencia

Elizabeth Rodríguez Bies
Facultad del Deporte
Departamento de Deporte e Informática
Universidad Pablo de Olavide
Carretera de Utrera km 1
41013-Sevilla (España)
ecrodbie@alumno.upo.es

Recebido em 27/09/06
Revisado em 18/10/06
Reapresentado em 06/11/06
Aprovado em 13/11/06