

Capacidad cardiorrespiratoria y composición corporal en niñas y adolescentes practicantes de gimnasia rítmica

Isabel Montosa, Mercedes Vernetta, Jesús López-Bedoya

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada.

Recibido: 03.10.2017

Aceptado: 25.10.2017

Palabras clave:

Capacidad cardiovascular.
VO₂max. Índice de masa corporal. Porcentaje graso. Gimnasia rítmica.

Resumen

Introducción: La capacidad aeróbica es una de las cualidades a desarrollar en gimnasia rítmica, deporte que requiere grandes exigencias físicas y técnicas, con elevadas cargas de entrenamiento.

Objetivo: Analizar la capacidad cardiorrespiratoria y el VO₂Max y su relación con la composición corporal: índice de masa corporal (IMC), porcentaje graso, perímetro de cintura en niñas y adolescentes practicantes de gimnasia rítmica.

Método: Estudio descriptivo, comparativo, de corte transversal donde participaron 116 gimnastas de competición entre 8 y 17 años (el 48,3% eran niñas y 51,7 % adolescentes). Para la evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria se aplicó el test Course Navette calculándose el VO₂max con los resultados obtenidos. Para la composición corporal se midió el peso, altura, perímetro de cintura, pliegues sub-escapular y tríceps. Con el peso y la altura se calculó el índice de masa corporal, con las medidas de los pliegues el porcentaje de grasa y con el perímetro de cintura la razón cintura estatura (RCE).

Resultados: El 13,8%, y 23,3% de la muestra total mostraron una capacidad aeróbica muy alta, y alta respectivamente. Se encontró diferencias significativas entre los dos grupos de edad para el test Course-Navette ($U = 1.214,0$ $p = 0,009$, $r = 2,60$) y para el VO₂max ($U = 300,0$ $p = 0,000$, $r = 7,60$). Las gimnastas adolescentes presentaron mayor capacidad aeróbica que las niñas. Las adolescentes mostraron una correlación con el IMC ($p = 0,006$) y el peso ($p = ,014$). Todas mostraron un RCE menor que 0,55, factores todos relacionados con un mejor perfil cardiovascular.

Conclusiones: Las gimnastas en general presentan buena capacidad aeróbica. Las adolescentes mostraron mayores niveles de capacidad aeróbica que las niñas. Todas tienen un IMC, perímetro de cintura y porcentaje graso por debajo de los valores referenciados.

Cardiorespiratory capacity and body composition in girls and adolescents practitioners of Rhythmic Gymnastics

Summary

Introduction: Aerobic capacity is one of the qualities to be developed in rhythmic gymnastics sport which requires huge physical and technical demands, with high loads of training.

Objective: To analyze cardiorespiratory capacity and VO₂max and its relation to body composition: body mass index (BMI), fat percentage, waist circumference in girls and adolescents practicing rhythmic gymnastics

Method: Descriptive, comparative, cross-sectional study involving 116 competition gymnasts between 8 and 17 years old (48.3% were girls and 51.7% were adolescents). For the evaluation of the cardiorespiratory fitness, the Navette Course test was applied, calculating the VO₂max with the results obtained. Body weight, height, waist circumference, sub-scapular folds and triceps were measured. The body mass index (BMI) was calculated with weight and height, with the measures of the folds the percentage of fat and with the waist circumference the waist height ratio (WHR).

Results: 13.8%, and 23.3% of the total sample showed very high aerobic capacity, and high respectively. Significant differences were found between the two age groups for the Course-Navette test ($U = 1214.0$ $p = .009$ $r = 2.60$) and for VO₂max ($U = 300.0$ $p = .000$ $r = 7.60$). The adolescents gymnasts presented greater aerobic capacity than the girls. Adolescents showed a correlation with BMI ($p = .006$) and weight ($p = .014$). The gymnasts showed a WHR lower than 0.55, all factors related to a better cardiovascular profile

Conclusions: Gymnasts in general have good aerobic capacity. The Adolescents showed higher levels of aerobic capacity than girls. All have a BMI, waist circumference and fat percentage below the referenced values.

Key words:

Cardiovascular capacity.
VO₂max. Body mass index.
Fat percentage.
Rhythmic gymnastic.

Correspondencia: Isabel Montosa Mirón

E-mail: isabelmontosa@gmail.com

Introducción

La capacidad aeróbica es uno de los principales componentes de la condición física que tiene relación con la salud¹ siendo fundamental para la práctica deportiva.

La gimnasia rítmica es un deporte de grandes exigencias físicas y técnicas, lo cual exige un nivel de entrenamiento elevado². De ahí, que sea prioritario en las gimnastas tener una condición física general óptima y saludable para afrontar los requerimientos de una práctica deportiva físicamente tan exigente.

Para Douda *et al.*³ las características antropométricas y la capacidad aeróbica, son importantes determinantes del éxito en el rendimiento deportivo de estas gimnastas, junto a la flexibilidad y fuerza explosiva.

Son varios los estudios que han demostrado que la capacidad cardiorrespiratoria es el predictor más potente de mortalidad y morbilidad⁴. Igualmente, se ha demostrado que un bajo nivel de capacidad cardiorrespiratoria es el factor de riesgo cardiovascular más importante, incluso por encima de factores de riesgo clásicos como el sobrepeso u obesidad⁵.

Existen evidencias que en la niñez y adolescencia, tener un bajo grado de esta capacidad cardiorrespiratoria se relaciona de forma directa con un riesgo aumentado de padecer enfermedades cardiovasculares en edades posteriores⁵⁻⁸.

De ahí, que la preocupación por la mejora de la condición física cardiovascular en la población escolar haya aumentado en los últimos años⁹⁻¹¹. Numerosos estudios han encontrado una relación entre los niveles de capacidad cardiorrespiratoria y diferentes componentes de condición física: composición corporal, fuerza muscular, flexibilidad, velocidad-agilidad y coordinación^{12,13}.

Muchos de ellos indican que la acumulación de grasa a nivel del tronco, también parece ser un factor determinante en posibles enfermedades cardiovasculares^{14,15}.

Sin embargo, son pocos los estudios realizados con gimnastas de esta especialidad^{2,3}.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar la capacidad cardiorrespiratoria y el VO_2 max en niñas y adolescentes practicantes de gimnasia rítmica y ver su relación con la composición corporal: índice de masa corporal y porcentaje grasa.

Material y método

Sujetos

Un total de 116 gimnastas de competición del género femenino pertenecientes a 5 clubes de 4 provincias de Andalucía que participaron en el campeonato nacional del 2015 fueron seleccionadas de forma intencional. El 48,3% eran niñas entre 8 y 12 años y el 51,7% adolescentes entre 13 y 17 años. Todas participaron de manera voluntaria después de solicitar el consentimiento informado de los padres respetando el acuerdo sobre ética de investigación de Helsinki y siguiendo la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos).

Procedimiento

Primeramente, se habló con las entrenadoras y padres de los diferentes clubs, para informales sobre el objetivo del trabajo y pedirles el consentimiento informado.

Posteriormente, los autores del trabajo se desplazaron a distintas provincias de Andalucía: Granada, Málaga, Sevilla y Huelva. Los test se pasaron en el lugar de entrenamiento de cada gimnasta. Antes de empezar la sesión de entrenamiento, se realizó las medidas de composición corporal respetando el siguiente orden: peso, altura, perímetro de cintura, pliegues sub-escapular y tríceps de todas las gimnastas. Para todas las medidas se siguió el protocolo establecido por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría¹⁶. Con el peso y la altura se calculó el índice de masa corporal, referido al índice de Quetelet (Kg/m^2). En nuestro caso, al ser poblaciones niñas – adolescentes, se utilizó los indicadores propuestos por Pan y Cole; citado en Cole *et al.*¹⁷, delgadez grado III (<16); delgadez grado II (16,1 a 17); delgadez grado I (17,1 a 18,5); normal (18,5 a 24,9), sobrepeso (25 a 30); y obesidad (≥ 30). Con las medidas de los pliegues cutáneos (tríceps y subescapular) se calculó el porcentaje de grasa aplicando la fórmula referenciada por la batería *ALPHA-Fitness*. Con el perímetro de cintura se utilizó la razón cintura estatura (RCE), para estimar la acumulación de grasa en la zona central del cuerpo, obtenida dividiendo el perímetro de cintura por la estatura, ambas en centímetros. Una razón mayor o igual a 0,55 indicaría un mayor riesgo cardiometabólico (RCM)¹⁸. Para las mediciones se utilizaron los siguientes instrumentos: una báscula electrónica SECA 861 (rango de 0,05 a 130 kg; precisión de 0,05 kg), para el peso; un tallímetro SECA 220 con precisión de 1 mm; para la talla un pliómetro modelo Holtain con una presión constante de 10 g/mm² en la superficie de contacto, para los pliegues cutáneos tricépal y subescapular; y una cinta no elástica Seca Tipo 200 (rango de 0 a 150 cm; precisión de 1 mm) para el perímetro de cintura.

Posteriormente, antes de finalizar el entrenamiento, se realizó la prueba de capacidad aeróbica mediante el test Course-Navette, prueba indirecta y progresiva que comienza a una velocidad de 8,0 km/h en una carrera de ida y vuelta sobre una distancia de 20 m.

Se realizó un solo intento por gimnasta. El último palier completado fue registrado para el posterior análisis estadístico.

A partir de los resultados obtenidos en esta prueba se calculó el consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) aplicando la siguiente ecuación: VO_2 max = 31,025 + 3,238 (V) - 3,248 (E) + 0,1536 (EV), donde V es la velocidad en $km \cdot h^{-1}$ alcanzada en el último estadio o palier del test Course-Navette y E la edad en años. La validez y fiabilidad de esta ecuación para estimar el VO_2 max en niños y adolescentes ha sido ampliamente demostrada¹⁹.

Las mediciones fueron realizadas durante el periodo preparatorio de la planificación anual 2015, en el mesociclo introductorio, en horario de entrenamiento por las tardes, visitando los diferentes clubs.

Análisis estadístico

La normalidad y homocedasticidad de las distribuciones se obtuvo a través de los estadísticos Kolmogorov Smirnov y Levene respectivamente. Al no observar una distribución normal en las distribuciones de los valores registrados de capacidad aeróbica (Course-Navette) según los distintos niveles de la variable edad se optó por un análisis no paramétrico. El contraste de muestras independientes, se realizó mediante la Prueba de U de Mann Whitney. El tamaño del efecto (r) se calculó aplicando la fórmula $Z\sqrt{N}$ (Z por raíz cuadrada de N). Para el análisis de correlación, se utilizó la estadística Rho de Spearman. Los datos

se muestran en rangos promedio. Todos los análisis se realizaron con SPSS v 22.0 SPPS (Inc. Chicago II USA) y el nivel de significación fue 5%.

Resultados

La Tabla 1 muestran los datos descriptivos de todas las variables analizadas de las gimnastas que participaron en el estudio.

Se calculó el índice de Pan & Cole, según la composición de la muestra (Tabla 2).

En la Tabla 3 se muestra la capacidad aeróbica para valores de VO₂max, registrados por las gimnastas, divididos en medio, bueno y excelente referidos por García-Manso, *et al.*; citado en Corral, *et al.*²⁰.

El test *U* de Mann Whitney arrojó la presencia de diferencias estadísticamente significativas de la capacidad aeróbica entre los dos grupos de edad considerados, $U = 1.214,0$, $p = 0,009$, $r = 2,60$. Del mismo modo, se encontró una diferencia estadísticamente muy significativa entre los grupos de edad y el volumen de oxígeno máximo ($U = 300,0$, $p = 0,000$, $r = 7,60$). En concreto, las gimnastas adolescentes presentan valores más elevados que las niñas.

En la Tabla 4 se representa el nivel de capacidad aeróbica según el test Course-Navette según los valores de referencia²¹ diferenciándolos en muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Tabla 1. Características antropométricas de las gimnastas, según grupos de edad.

	Edad (años)		
	8-12 años (n = 56)	13-17 años (n = 60)	Total (n = 116)
Peso (kg)	30,02 (6,11)	44,7 (6,72)	37,64 (9,64)
Talla (m)	1,35 (0,17)	1,55 (0,71)	1,45 (0,13)
IMC (kg.m ⁻²)	16,20 (1,67)	18,37 (1,68)	17,32 (2,07)
Perímetro cintura (cm)	56,64 (3,30)	64,96 (1,86)	60,94 (4,94)
Pliegue subescapular (mm)	10,25 (2,43)	9,98 (1,77)	10,11 (2,11)
Pliegue tríceps (mm)	8,28 (2,12)	11,9 (2,06)	10,15 (2,76)
Porcentaje grasa (%)	14,48 (3,13)	20,23 (2,51)	18,91 (3,13)
RCE (cm)	0,419 (0,03)	0,418 (0,01)	0,419 (0,03)
Course-Navette (<i>stage</i>)	3,45 (1,35)	4,36 (1,13)	3,72 (1,27)
VO ₂ max (ml/(kg min))	39,11 (3,37)	45,21 (3,23)	42,51 (4,47)

Los datos se muestran en valores promedio (desviación estándar).

Tabla 2. Frecuencia (y porcentaje) del índice de Pan & Cole, según la composición de la muestra.

	Edad (años)		
	≤ 12 años (n = 56)	≥ 13 años (n = 60)	Total (n = 116)
Índice de Pan & Cole			
Delgadez (Grado I)	27 (48,21%)	22 (36,6%)	49 (42,24%)
Delgadez (Grado II)	8 (14,3%)	8 (13,3%)	16 (13,8%)
Normal	21 (37,5%)	30 (50%)	34 (43,96%)

Tabla 3. Frecuencia (y porcentaje) de la capacidad aeróbica para valores de VO₂max, expresados en ml.kg.min²⁰.

Edad (años)	Media (31-37 ml.kg.min)	Buena (38-48 ml.kg.min)	Excelente (> 48 ml.kg.min)
≤ 12	16 (26,7%)	44 (73,3%)	
≥ 13		43 (76,8%)	13 (23,2%)
Total	16 (13,8%)	87 (75%)	13 (11,2%)

Tabla 4. Nivel de capacidad aeróbica según el test Course-Navette según valores de referencia²¹.

Capacidad aeróbica	Edad (años)		
	8-12 (n=56)	13-17 (n=60)	Total (n=116)
Muy bajo	9 (16,07%)		9 (7,76%)
Bajo	22 (39,28%)	10 (16,66%)	32 (27,58%)
Medio	8 (14,28%)	24 (40,00%)	32 (27,58%)
Alto	11 (19,64%)	16 (26,67%)	27 (23,28%)
Muy alto	6 (10,71%)	10 (16,67%)	16 (13,79%)

Los datos se muestran en frecuencia (porcentaje).

En la Tabla 5 se presenta el análisis de correlación, realizado mediante el estadístico *Rho* de Spearman, entre las distintas variables del estudio, discriminando según los distintos grupos de edad. El estudio de correlación considerando la muestra en su conjunto, muestra como existe una correlación estadísticamente significativa ($p < 0,05$ y $p < 0,01$), entre las variables peso, talla, IMC, perímetro de cintura, porcentaje grasa y VO₂max.

Discusión

Los mayores hallazgos del estudio fueron que las adolescentes poseen mayor condición aeróbica con respecto a las gimnastas de menor edad. Todas revelaron un IMC, un perímetro de cintura y un porcentaje grasa con valores bajos, siendo más pronunciado en las gimnastas niñas. Se encontraron correlaciones entre los valores peso, talla, IMC, perímetro de cintura, porcentaje grasa y VO₂max. El RCE fue menor de 0,55 en ambos grupos de edad.

Según la puntuación obtenida por el total de la muestra de gimnastas en la capacidad cardiorrespiratoria los porcentajes de muy alta, alta y media fueron 10,7%, 19,6% y 14,2% para las niñas y de 16,6%, 26,7% y 40% para las adolescentes²¹.

Contrastando estos datos con poblaciones normales del mismo rango de edad, se comprobó que el valor promedio registrado para las gimnastas niñas en test Course-Navette fue de 3,45, resultado ligeramente superior al encontrado en niñas entre 8 y 11 años^{22,23} con valores de 2,9 y 3, respectivamente. Respecto a las gimnastas adolescentes se obtienen resultados ligeramente superiores a los reportados por Cuenca *et al.*⁸, y Delgado *et al.*²³, con valores de 3,84 y 4.

Por otro lado, en cuanto al VO₂max, las gimnastas adolescentes, comparándolos con los estudios españoles realizados en poblaciones

Tabla 5. Análisis de correlación, según grupos de edad. Estadístico Rho de Spearman.

		Peso	Talla	IMC	Perímetro de cintura	Porcentaje Graso	Test Course-Navette	VO ₂ max
Peso	Rho de Spearman		0,716**	0,805**	0,646**	0,284*	-0,070	-0,316*
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,028	0,596	0,014
	N		60	60	60	60	60	60
Talla	Rho de Spearman	0,807**		0,223	0,362**	0,012	0,005	-0,183
	Sig. (bilateral)	0,000		0,087	0,004	0,928	0,967	0,162
	N	56		60	60	60	60	60
IMC	Rho de Spearman	0,642**	0,106		0,598**	0,384	-0,150	-0,354**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,438		0,000	0,002	0,254	0,006
	N	56	56		60	60	60	60
Perímetro cintura	Rho de Spearman	0,360**	0,189	0,403**		0,246	0,142	-0,048
	Sig. (bilateral)	0,006	0,164	0,002		0,058	0,278	0,714
	N	56	56	56		60	60	60
Porcentaje graso	Rho de Spearman	-0,074	0,068	-0,171	0,078		0,230	0,136
	Sig. (bilateral)	0,558	0,616	0,208	0,568		0,077	0,300
	N	56	56	56	56		60	60
Test Course-Navette	Rho de Spearman	0,419**	0,471**	0,082	0,069	0,142		0,868**
	Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,549	0,612	0,297		0,000
	N	56	56	56	56	56		60
VO₂max	Rho de Spearman	0,109	0,217	-0,100	-0,169	0,067	0,808**	
	Sig. (bilateral)	442	0,108	0,462	0,214	0,624	0,000	
	N	56	56	56	56	56	56	

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas). *La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas)

 Grupo de edad: adolescentes (≥13 años)  Grupo de edad: niñas (≤12 años)

de similar rango de edad, mostraron porcentajes ligeramente más altos (45,21 (±3,23) ml/(kg min)) respecto a los sugeridos por otros autores^{6,23,24}. La muestra total tienen unos valores medios, buenos y excelentes (13,8%, 75% y 11,2%) de VO₂max según los valores de referencia²⁰ (Tabla 3).

Sumando estos porcentajes, el 44,6% de las niñas y el 63,4% de las adolescentes mostraron unos niveles saludables. Siendo estos valores inferiores a los encontrados en adolescentes españolas, con un 82,7%²⁵, pero superiores a los 53% de las portuguesas²⁶ de 10 a 18 años.

Al contrastar nuestros resultados con los valores referenciales de la batería ALPHA²¹, constatamos que la mayoría de las gimnastas entre los 13 y 17 años, se encuentran en los valores medios, altos y muy altos en cuanto a la capacidad aeróbica, no siendo así para las niñas (Tabla 4).

De hecho, existió diferencias significativas entre ambos grupos de edad, presentando las gimnastas adolescentes mayor capacidad aeróbica ($U = 1.214,0$, $p = 0,009$, $r = 2,60$), y VO₂max ($U = 300,0$, $p = 0,000$, $r = 7,60$) que las niñas.

En el grupo de edad ≥13 años, el sumatorio del porcentaje de muy alta y alta capacidad aeróbica superaba a los porcentajes de media, no encontrándose ninguna gimnasta con resultados muy bajos en el test. Sin embargo, en el grupo ≤12 años, el porcentaje de alta y muy alta fue

menor a la media, existiendo un 16,07% y un 39,28% de la muestra en valores categorizados como muy bajo y bajo²¹ (Tabla 4). Estos resultados no dan soporte a la relación encontrada por Tomkinson *et al.*²⁷, entre el aumento de la edad y la disminución de la capacidad aeróbica en la población normal, quienes manifiestan que la capacidad aeróbica, se van perdiendo a medida que los estudiantes van creciendo, tras realizar un meta-análisis con 55 referencias revisando la tendencia de la condición cardiovascular (Course-Navette), en niños y adolescentes desde el año 1980 al 2000. Los autores indican que la condición aeróbica disminuye un 0,41% en las chicas cada año, siendo el descenso mucho más pronunciado en las adolescentes que en las niñas. Resultados similares refiere Malina²⁸ en población americana. Estas tendencias, no se observan en este trabajo. Las gimnastas adolescentes tienen un volumen de actividad física mayor que la población normal por el entrenamiento que realizan, trabajando y potenciando esta variable. Existen estudios que describen la importancia de la actividad física y su influencia en esta cualidad^{29,30}.

Sin embargo, en el grupo ≤12 años se observan resultados de capacidad aeróbica bajo y muy bajo. Al ser gimnastas de categorías más jóvenes, las cargas de entrenamiento son menos elevadas, ya que el nivel de exigencia competitivo es menor, por lo que se intuye que puedan realizar un trabajo aeróbico menos específico que las adolescentes.

Estudios demuestran que los efectos del entrenamiento dependen específicamente de los ejercicios realizados³⁰.

En cuanto a las variables de composición corporal, el IMC medio fue de 17,32 kg.m⁻², estando la mayoría de las gimnastas en normopeso, o peso ligeramente bajo, "Delgadez grado I" (Tablas 1 y 2) según los valores de Cole, *et al.*,¹⁷ resultados similares a los reportados en estudios con gimnastas de esta disciplina evaluadas Di Cagno, *et al.*³¹, y Vernetta, *et al.*³², pero más pequeño a los datos recopilados por Ávila-Carvalho, *et al.*³³, con 18,75 Kg/m² y Rutkauskaitė *et al.*², con 18,5 Kg/m² y ligeramente superiores a los 16,9 Kg/m² registrados en Soric, *et al.*³⁴, y los 16,82 Kg/m² en Poliszczuk, *et al.*³⁵.

No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la categorización del IMC entre grupos de niñas y adolescentes, no obstante, existe un mayor porcentaje de gimnastas adolescentes con un IMC normal y un mayor porcentaje de gimnastas niñas con delgadez Grado I (Tabla 2).

Igualmente, el perímetro de cintura medio en la muestra total fue de 60,94 cm siendo valores más bajos que los de Ávila-Carvalho *et al.*³³ y D'Alessandro *et al.*³⁶, con 67,05 cm y 66,8 cm respectivamente y muy similares a los encontrados en Roman *et al.*³⁷, con 58,66 cm.

Respecto al porcentaje graso, la mayoría de las gimnastas estaban en el percentil medio y bajo según los valores de referencia²¹. Igualmente, presentan niveles bajos de IMC los cuales coinciden con otros estudios^{3,31,33,38}.

En general, los resultados más bajos del IMC y perímetro de cintura de estas gimnastas en relación a la población normal, guarda correlación con la importancia que estas deportistas otorgan al peso en su imagen corporal por tratarse de un deporte estético donde la delgadez y la buena presencia constituyen factores importantes para poder ganar y tener éxito^{32,39}.

En cuanto a la asociación entre el test Course-Navette y el VO₂max (Tabla 5) se mostró la existencia de una relación de signo positivo entre el test Course-Navette y el cálculo de VO₂max ($p = 0,000$), para la muestra total. Además, se encontró una relación de signo negativo entre los valores VO₂max, IMC ($p = 0,006$) y peso ($p = 0,014$) en las gimnastas adolescentes. Sin embargo, no se halló relación estadísticamente significativa entre la capacidad aeróbica y el resto de las variables antropométricas emparejadas (peso, talla, IMC, porcentaje graso y perímetro de cintura) con cada uno de los grupos de edad de forma independiente.

Los datos de nuestras gimnastas adolescentes no corroboran la relación existente entre rendimiento en el test aeróbico Course-Navette y el IMC, demostrado en la población niños-adolescente^{40,41}. El hecho de que nuestras gimnastas tengan una buena capacidad aeróbica y un IMC en normopeso o ligeramente por debajo en ambos grupos puede ser la causa de esa falta de relación encontrada en los estudios que reportaron esa relación inversa entre el estado nutricional o niveles de grasa corporal y capacidad aeróbica en niñas con sobrepeso y obesidad⁴⁰.

Sin embargo, si revelaron relaciones significativas en las adolescentes entre el volumen máximo de oxígeno, el IMC y el peso. Siendo esta relación inversa, es decir, a más VO₂max menos Índice de Masa Corporal y peso. Estos resultados se asemejan a los referidos por otros autores^{7,15,41}, quienes mostraron que los niños y adolescentes con un IMC menor manifestaron mayores nivel de VO₂max en relación a los que tenían sobrepeso/obesidad. Igualmente, Ross *et al.*,⁴² refiere que niveles elevados de capacidad cardiorrespiratoria se asocia con niveles

más bajos de IMC. Mientras que Ara *et al.*,⁴³ describe como aquellos niños activos que presentan una mejor condición aeróbica acumulan una menor cantidad de grasa durante el crecimiento tanto a nivel del cuerpo entero como a nivel regional en el tronco.

En nuestro estudio, todas las gimnastas presentaron valores bajos de porcentaje graso, perímetro de cintura, IMC y un RCE menor que 0,55, factores todos relacionados con un mejor perfil cardiovascular^{7,44}.

En conclusión, los resultados de este trabajo evidencian que las gimnastas en general tienen una buena capacidad aeróbica en comparación con los valores estándares de referencia. Las gimnastas adolescentes presentaron mayores niveles de capacidad aeróbica y VO₂max que las niñas. Todas tienen valores bajos de IMC, perímetro de cintura y porcentaje graso. Existió relación entre el VO₂max, IMC y peso de las adolescentes.

Como aplicación práctica indicar que dentro de esta disciplina que exige una iniciación temprana, la evaluación de la capacidad aeróbica como cualidad física relacionada con la salud debe ser considerada como un instrumento fundamental para identificar su estado de forma y posibilitar un buen control del entrenamiento. La capacidad aeróbica debe trabajarse en todas las fases del entrenamiento, haciendo especial hincapié en el periodo preparatorio donde desarrollar una buena capacidad aeróbica será fundamental para lograr los objetivos específicos de rendimiento del deporte. Los elevados porcentajes de gimnastas adolescentes con buena capacidad aeróbica ponen de manifiesto que realizan un buen trabajo específico de esta variable. No obstante, los porcentajes de gimnastas niñas con niveles bajo y muy bajo de capacidad aeróbica, manifiestan la necesidad de hacer hincapié en mejorar dicha capacidad incluyendo en sus microciclos de entrenamiento ejercicios aeróbicos específicos.

Finalmente, como limitaciones, nuestros datos no se pueden extrapolar más allá de los rangos observados en la muestra del estudio. De ahí, que sería positivo aumentar y variar la muestra de participantes aplicando esta batería en otras comunidades de España. Igualmente, teniendo en cuenta que la gimnasia rítmica es un deporte de edad temprana, se podría plantear en otras franjas de edades menores de nivel iniciales, así como en niveles de competición diferentes. Por otro lado, es importante entender que el juicio interpretado sobre la medición realizada se ha comparado con los valores de referencia establecidos en población escolar no deportista. Por ello, es posible que al usar estas tablas, se hayan alcanzado valores de CA "alto" o "muy alto" en las gimnastas adolescentes.

De cara al futuro, sería interesante realizar un control de seguimiento longitudinal en cuanto a las necesidades de VO₂max requerido en la trayectoria deportiva de las gimnastas y la potencial variación a lo largo de un macrociclo de entrenamiento en la capacidad aeróbica, con el fin de establecer valores de referencia específicos para esta disciplina gimnástica.

Agradecimientos

Este estudio se ha desarrollado integrado en el proyecto de investigación ARISTO financiado por la Comisión de la Unión Europea.

Igualmente, agradecer a la Federación Andaluza de Gimnasia, a todos los clubs, entrenadoras y gimnastas que han participado en el estudio.

Bibliografía

- Ruiz JR, Castro-Pinero J, Espana-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*. 2011;45(6):518–24. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20961915>
- Rutkauskaitė R, Skarbalius A. Models and interaction of intensive training and sport performance of 14–15-year-old athletes in rhythmic gymnastics. *Educ Phys Training*. 2012;4(4):57–65.
- Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports*. 2008;3(1):41–54. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19193953>
- Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A meta-analysis study. *J Am Med Assoc*. 2009;301(68):2024–35.
- Castillo MJ, Ortega FB, Ruiz J. Mejora de la forma física como terapia antienviejamiento. *Med Clínica*. 2005;124:146–55.
- García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:581–8.
- Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof SM. Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European youth heart study. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61:123–9.
- Delgado P, Caamaño F, Cresp M, Osorio A, Cofre A. Nutritional Condition of School-children and Their Association With Levels of Fitness and Cardiovascular Risk Factors. *Nutr Hosp*. 2015;32(3):1036–41.
- Navarro D, Fernández JM, Chillón P, España-Romero V, Artero EG, Jiménez-Pavón D, et al. Efectos de un programa de educación física orientado a la mejora de la capacidad cardio-respiratoria en adolescentes (Estudio Edu t). Educando hacia el fitness. *Cult Cienc y Deport*. 2010;5(13):S29.
- Ramírez-Lechuga J, Zabalaz M, Sánchez-Muñoz C, Som A, Muros JJ, Femia P. Mejora de la capacidad aeróbica mediante un programa de entrenamiento de 8 semanas en adolescentes. *Cult Cienc y Deport*. 2010;5(13):S17.
- Mayorga-Vega D, Merino RE. Relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y el rendimiento en los tests de condición física relacionada con la salud incluidos en la batería ALPHA en niños de 10-12 años. *Cult Cienc y Deport*. 2013;8:41–7.
- Terblanche RE, Kroff J, Venter RE. The Effect of Backward Locomotion Training on the Body Composition and Card: EBSCOhost. *Int J Sport Med*. 2005;26(3):214–9.
- Irēna B, Kaminska A, Mihailova A, Anda B. Physical activity and its relation to health-related physical fitness in student. Fuente Ovidius Univ Ann Ser. *Phys Educ Sport Mov Heal*. 2012;12(2):256–64.
- Ferreira I, Henry RM, Twisk JW, Van W, Kemper SC. The metabolic syndrome, cardiopulmonary fitness, and subcutaneous trunk fat as independent determinants of arterial stiffness: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Arch Intern Med*. 2005;165:875–82.
- Gutin B, Johnson MH, Humphries MC, Hatfield-Laube JL, Kapuku GK, Allison JD, et al. Relationship of visceral adiposity to cardiovascular disease risk factors in black and white teens. *Obes (Silver Spring)*. 2007;15:1029–35.
- Esparza F. *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: GREC-FEMEDE; 1993.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson A. Body mass index cut off to define thinness in children and adolescents. *Int Surv*. 2007;335:194–7.
- Arnaiz P, Acevedo M, Díaz C, Bancalari R, Barja S, Aglony M, et al. Razón cintura estatura como predictor de riesgo cardiometabólico en niños. *Rev Chil Cardiol*. 2010;29(3):281–8.
- Leger LA, Mercier D, Gadoury LJ. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sport Sci*. 1988;6:93–101.
- Corral JA, Del Castillo O. La valoración del VO₂max. Y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. *CPD*. 2010;10:25–35.
- Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca García M, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*. 2011;26(6):1210–4.
- Rosa-Guillamón A, García-Cantó E. Relación entre condición física y salud mental en escolares de primaria. *Rev. Ib. CC. Act. Fis. Dep*. 2016;5(2):31–42.
- Cuenca M, Jiménez D, España V, Artero E, Castro J, Ortega F, et al. Condición física relacionada con la salud y hábitos de alimentación en niños y adolescentes : propuesta de addendum al informe de salud escolar. *Rev Investig en Educ*. 2011;9(2):35–50.
- Ruiz JR, Ramirez-Lechuga J, Ortega FB, Castro-Piñero J, Benitez JM, Arauzo-Azofra A, et al. Artificial neural network-based equation for estimating VO₂max from the 20 m shuttle run test in adolescents. *Artif Intell Med*. 2008;44(3):233–45.
- Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Vicente-Rodriguez G, Rizzo NS, Castillo MJ, et al. Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents. The European Youth Heart Study. *Br J Sport Med*. 2010;44(4):256–62.
- Marques-Vidal P, Marcelino G, Ravasco P, Oliveira JM, Paccaud F. Increased body fat is independently and negatively related with cardiorespiratory fitness levels in children and adolescents with normal weight. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010;17(6):649–54.
- Tomkinson GR, Léger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med*. 2003;33(4):285–300.
- Malina RM. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol [Internet]*. [cited 2017 Sep 13];13(2):162–72. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11460860>
- Muñoz D. Capacidades físicas básicas. Evolución, factores y desarrollo. Sesiones prácticas. [http://www.efdeportes.com/Rev Digit - Buenos Aires - \[Internet\]. 2009 \[cited 2017 Sep 18\];131](http://www.efdeportes.com/Rev Digit - Buenos Aires - [Internet]. 2009 [cited 2017 Sep 18];131). Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd131/capacidades-fisicas-basicas-evolucion-factores-y-desarrollo.htm>
- Viru A, Smirnova T. Health promotion and exercise training. *Sport Med*. 1995;19(2):123–36.
- Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Monteiro MD, Pappalardo A, Piazza M, et al. Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics—Gender differences. *J Sci Med Sport*. 2009;12(3):411–6.
- Vernetta M, Fernández E, López-Bedoya J, Gómez-Ladero A, Oña A. Estudio relacional entre el perfil morfológico y estima corporal en la selección andaluza de gimnasia rítmica deportiva. *Eur J Hum Mov*. 2011;26(26):77–92.
- Ávila-Carvalho L, Klentrou P, Palomero ML, Lebre E. Body composition profile of elite group rhythmic gymnasts. *Sci Gymnast J*. 2012;4(1):21.
- Soric M, Misogaj-Durakovic M, Pedisic Z. Dietary intake and body composition of prepubescent female aesthetic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2008;18(3):343–54.
- Poliszczuk T, Broda D, Poliszczuk D. Changes in somatic parameters and dynamic balance in female rhythmic gymnasts over a space of two years. *Polish J Sport Tour*. 2012;19(4):240–5.
- D'Alessandro C, Morelli E, Evangelisti I, Galetta F, Franzoni F, Lazzeri D, et al. Profiling the diet and body composition of subelite adolescent rhythmic gymnasts. *Pediatr Exerc Sci*. 2007;19(2):215–27.
- Román M, Del Campo V, Solana, R MJ. Anthropometric and physical differences of the gymnasts from the talent identification program of the artistic and rhythmic specialities. *Retos: Nuevas Perspectivas Educación Física, Deporte y Recreación*. 2012;1(28):58–62.
- Miletic D, Katic R, Males B. Some Anthropometric Characteristics of Elite Rhythmic Gymnasts. *Coll. Antropol*. 2004; 28(2):727–37.
- Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis S. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sport Physiol Perform*. 2008;3(1):41–54.
- Norman AC, Drinkard B, McDuffie J, Ghorbani S, Yanoff L, Yanovski J. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*. 2005;115:690–6.
- Mayorga-Vega D, Brenes A, Rodríguez M, Merino R. Association of Bmi and Physical Fitness Level Among Elementary School Students. *J Sport Heal Res*. 2012;4(3):299–310.
- Ross R, Katzmarzyk P. Cardiorespiratory fitness is associated with diminished total and abdominal obesity independent of body mass index. *Obes Relat Metab Disord*. 2003;24:204–10.
- Ara I, Vicente-Rodriguez G, Perez-Gomez J, Jimenez- Ramirez J, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, et al. Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. *Int J Obes (Lond)*. 2006;30:1062–71.
- Castro-Pinero J, Ortega FB, Mora J, Sjostrom M, Ruiz J. Criterion related validity of 1/2 mile run-walk test for estimating VO₂ peak in children aged 6-17 years. *Int J Sport Med*. 2009;30(5):366–71.