

Artículo Original

Crecimiento físico y estado nutricional de gimnastas rítmicas de élite

Physical growth and nutritional status of elite rhythmic gymnasts

Gómez-Campos, R.¹; Camargo, C.²; Arruda, M.¹; Cossio-Bolanos, M. A.¹

1 Facultad de Educación Física, Universidad Estadual de Campinas., Campinas, SP. Brasil.

2 Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Estadual de Campinas. Brasil.

RESUMEN

Objetivo: Comparar el crecimiento físico de peso y estatura de gimnastas de rítmicas de élite con la referencia de la Organización mundial de la Salud y determinar el estado nutricional a través de las áreas muscular y grasa del brazo, propuestos por Frisancho.

Material y métodos: Fueron estudiadas 136 gimnastas de rítmicas de élite de Brasil. Las atletas fueron seleccionadas de forma no-probabilística (intencional). Las variables antropométricas valoradas fueron peso, estatura, estatura tronco-cefálica, circunferencia del brazo relajado y pliegue tricótipal del brazo derecho. El peso y estatura fueron comparados con la referencia de la Organización Mundial de la Salud y el estado nutricional fue valorado por el área muscular y grasa propuestos por Frisancho.

Resultados: Las gimnastas muestran bajos valores de peso corporal ($p < 0,05$) y similar estatura en relación a la referencia de la OMS ($p > 0,05$). Respecto al estado nutricional, se observó que el 13,5% se encuentran en riesgo de desnutrición y 12,5% con desnutrición en función de la reserva de proteína. Para el caso de la reserva calórica, el 11,5% se encuentra con riesgo de desnutrición y el 12,5% con desnutrición,

respectivamente. En general, las gimnastas presentan valores similares de área muscular y bajos valores de área grasa en relación a la referencia cuando comparados con el p-50.

Conclusión: Los resultados sugieren que las jóvenes de esta modalidad deportiva presentan bajos valores de reserva calórica debido a alta intensidad de entrenamiento a los que están expuestos.

PALABRAS CLAVES

Crecimiento, estado nutricional, atletas.

ABSTRACT

Objective: To compare the physical growth of weight and height of elite rhythmic gymnasts with reference to the World Health Organization and determine the nutritional status through muscle and fat areas of arm, proposed by Frisancho.

Material and Methods: We studied 136 elite rhythmic gymnasts from Brazil. The athletes were selected in a non-probabilistic (intentional). The anthropometric variables evaluated were weight, height, height-cephalic trunk, arm circumference and triceps skinfold relaxed right arm. Weight and height were compared with the reference of the World Health Organization and nutritional status was assessed by muscle and fat area proposed by Frisancho.

Results: The gymnasts are low in body weight ($p < 0.05$) and similar height in relation to the WHO reference ($p > 0.05$). Regarding nutritional status, we

Correspondencia:

Rossana Gómez Campos
Av. Erico Verissimo 701. Ciudad Universitaria
CEP. 13083-851. Campinas, SP. Brasil
E-mail: rossanagomez_c@hotmail.com

observed that 13.5% are at risk of malnutrition and malnutrition 12.5% depending on the subject protein. In the case of caloric reserves, 11.5% are at risk of malnutrition and malnutrition 12.5%, respectively. In general, similar values gymnasts muscle area and low values of fat area in relation to the reference when compared to the p-50.

Conclusion: The results suggest that young people of this sport have low caloric values of reserves due to high intensity training to which they are exposed.

KEYWORDS

Growth, nutritional status, athletes.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento físico es definido como el aumento en el número y tamaño de las células que componen los diversos tejidos del organismo¹. Este proceso dinámico y complejo comienza con la fertilización del óvulo y se completa con la fusión de las epífisis y las metáfisis de los huesos largos que caracteriza la terminación de la adolescencia². Este fenómeno puede ser afectado por factores intrínsecos como el genético y neuroendócrino, así como factores extrínsecos relacionados con el medio ambiente, como la condición socioeconómica, estado nutricional, tendencia secular, ambiente familiar, altitud y el ejercicio físico³.

A este respecto, se destaca que en la gimnasia rítmica, el entrenamiento intenso por lo general comienza mucho antes de la menarquia, y el éxito está fuertemente influenciada por el atractivo visual y la estética del cuerpo⁴, por lo que las atletas están expuestas a altos niveles de estrés físico y psicológico, debido a la elevada cantidad de horas de entrenamiento intenso⁵ en especial durante la etapa del crecimiento y la maduración biológica. Pues de hecho, los padres, entrenadores, administradores deportivos, profesionales de la salud y el público en general han sido alarmados por los informes que reportan las investigaciones en el que el entrenamiento físico intensivo en las atletas femeninas, iniciadas a temprana edad, pueden ocasionar demoras en el crecimiento y maduración, y quizás incluso reducir la estatura adulta final⁶, así como producir patologías relacionadas con desordenes nutricionales diversos^{4,7}. En este sentido, los pocos estudios que existen en la literatura básicamente caracterizan a las gimnastas rítmicas con bajo porcentaje de masa adiposa y magra que sus pares no-deportistas⁸, así como demandan

un tipo corporal delgado, razón por la cual, se constituye en un grupo de riesgo para el desarrollo de desórdenes alimenticios⁹.

Desde esa perspectiva, se considera relevante valorar el crecimiento físico y el estado nutricional de las gimnastas rítmicas, no solo a partir de variables de masa corporal y estatura, sino también a través de variables de composición corporal como el área muscular y grasa del brazo. Tales indicadores no son utilizados con frecuencia en poblaciones de jóvenes deportistas, especialmente en gimnastas rítmicas del Brasil, lo que de algún modo permitiría proporcionar información valiosa sobre la reserva de proteína y energía al estudiar grupos específicos de jóvenes deportistas en proceso de crecimiento y desarrollo.

Por lo tanto, el objetivo del estudio fue comparar el crecimiento físico de peso y estatura de gimnastas rítmicas de elite con la referencia de la Organización mundial de la Salud y determinar el estado nutricional a través de las áreas muscular y grasa del brazo propuestos por Frisancho¹⁰.

MATERIAL Y METODOS

Tipo y muestra del estudio

El estudio es de tipo descriptivo-comparativo de corte transversal. La muestra estuvo conformada por un total de 136 gimnastas rítmicas de sexo femenino pertenecientes a 23 clubes de 10 estados de Brasil que participaron del campeonato nacional del 2010 celebrado en Goiás y Sao Paulo (octubre-noviembre, 2010). Fueron seleccionadas de forma no-probabilística (intencional), evaluándose a la totalidad de gimnastas en la etapa nacional considerando las categorías de Pre-Infantil (9-10 años), Infantil (11-12 años), Juvenil (13-14 años) y Adulto (>15 años). El rango de edad oscila entre 9-16 años, mostrando un promedio de edad de $12,17 \pm 2,10$ años y experiencia de entrenamiento en la modalidad de $5,45 \pm 2,28$ años.

En general, las gimnastas de la categoría Pre-infantil y infantil realizaban 5 sesiones de entrenamiento por semana, con un total de 3 horas/día y las chicas de la categoría juvenil y adulta entrenaban 6 sesiones por semana, con un total de 4 horas/día. El número de competiciones por año de ésta modalidad y del grupo estudiado fue de 10 por año.

Todas las evaluaciones fueron realizadas en el Gimnasio de ambas sedes. Las evaluaciones fueron realizadas

dos días antes de la competencia durante el periodo de la mañana de 9-10am. Se incluyeron a todas las gimnastas que se encontraban en buenas condiciones de salud y que no presentaban signos de enfermedades y lesiones deportivas. Se excluyeron a 4 chicas del grupo que presentaron síntomas de gripe y lesiones deportivas. Todas las evaluaciones se realizaron previa autorización de los padres y/o apoderados, los que llenaron y firmaron la ficha de consentimiento libre y aclarado de acuerdo a las especificaciones realizadas por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Estadual de Campinas, SP, Brasil.

Procedimientos

Para la evaluación de las variables antropométricas se adoptó el protocolo estandarizado por la "international working group of kineanthropometry" descrita por Ross y Marfell-Jone¹¹. Todas las variables fueron valoradas con la menor cantidad de ropa posible, así como el pliegue tricipital y la circunferencia del brazo fueron medidas en el lado derecho del cuerpo.

La masa corporal (kg) se evaluó descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, utilizando una balanza digital con una precisión de (200g) de marca Tanita con una escala de (0 a 150 kg). La estatura (cm) fue medida de acuerdo al plano de Frankfurt, descalzos, utilizando un estadiómetro de aluminio graduada en milímetros de marca Seca, presentando una escala de (0-2,50m). La estatura sentada (cm) se evaluó utilizando un banco de aluminio de 50cm de altura y con un estadiómetro de (0-2,50m) con precisión de (0,1cm). El pliegue tricipital (mm) se valoró en la parte posterior del brazo, entre el acromion y el olécranon con un calibrador de grasa Harpenden, ejerciendo una presión constante de (10g/mm²) y la circunferencia del brazo (cm) derecho relajado se evaluó en el punto medio y/o en la unión del tercio superior con los dos tercios inferiores de la distancia que hay entre el acromion y olécranon. La medición se realizó a través de una cinta métrica de nylon (Seca), milimetrada y con una precisión de (0,1cm).

La maduración somática fue determinada por la ecuación propuesta por Mirwald et al¹², permitiendo el cálculo del Pico de Velocidad de Crecimiento (PVC) de forma transversal. Este procedimiento implica la interacción entre las variables antropométricas de peso, estatura, estatura sentada y la edad. Esta técnica permite la clasificación en ocho niveles (-4, -3, -2, -1, 0,

1, 2, 3, 4). El cero (0) significa el momento en que se presenta el PVC.

El área muscular del brazo (AMB) y área grasa del brazo (AGB) fue calculado por la técnica de medición sugerida por Frisancho¹⁰ a través de la siguiente derivación matemática: $(AMB = [(((PT*CB)/2) - (n*PT^2))/4])$ y $(AGB = AB - AMB)$, donde $AB = \pi/4*(CB*10/\pi)^2$.

Para comparar el crecimiento físico se utilizó las tablas de peso y estatura de la Organización Mundial de la Salud¹⁴, considerando la media y desviación estándar desde los 9 hasta los 16 años, respectivamente. Para la valoración del estado nutricional se utilizó los puntos de corte de los índices del AMB y del AGB propuestos por Frisancho¹⁰: a) Área muscular brazo: >p10 ≤p90 reserva proteica normal, >p5 ≤p10 riesgo de desnutrición y ≤p5 reserva proteica muy baja (desnutrición). b) Área grasa del brazo: >p10 ≤p90 reserva calórica normal, >p5 ≤p10 riesgo de desnutrición y ≤p5 Reserva calórica muy baja (desnutrición).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través de la estadística descriptiva de media aritmética y desviación estándar para todas las variables estudiadas. Se aplicó el test *t* para muestras apareadas con una significancia de ($p < 0,005$) para verificar las diferencias entre los valores medios del estudio y la referencia (OMS, 2006). Las diferencias de prevalencia fueron verificadas a través de χ^2 y las comparaciones de las áreas: muscular del brazo (AMB) y grasa del brazo (AGB) fueron comparadas gráficamente a partir del percentil p-50 del estudio y el percentil p-50 de la referencia de Frisancho¹⁰. La distribución normal fue verificada a través de la prueba Shapiro Wilks. Todo el procesamiento de la información se realizó en el paquete estadístico SPSS® 18,0.

RESULTADOS

Las variables de crecimiento físico valoradas a las gimnastas se observan en el cuadro 1. Todas las variables muestran valores ascendentes con el transcurso de la edad decimal. A su vez, se observa que el Pico de Velocidad de Crecimiento se presentó a los 12,09±0,76 años decimales (nivel 0).

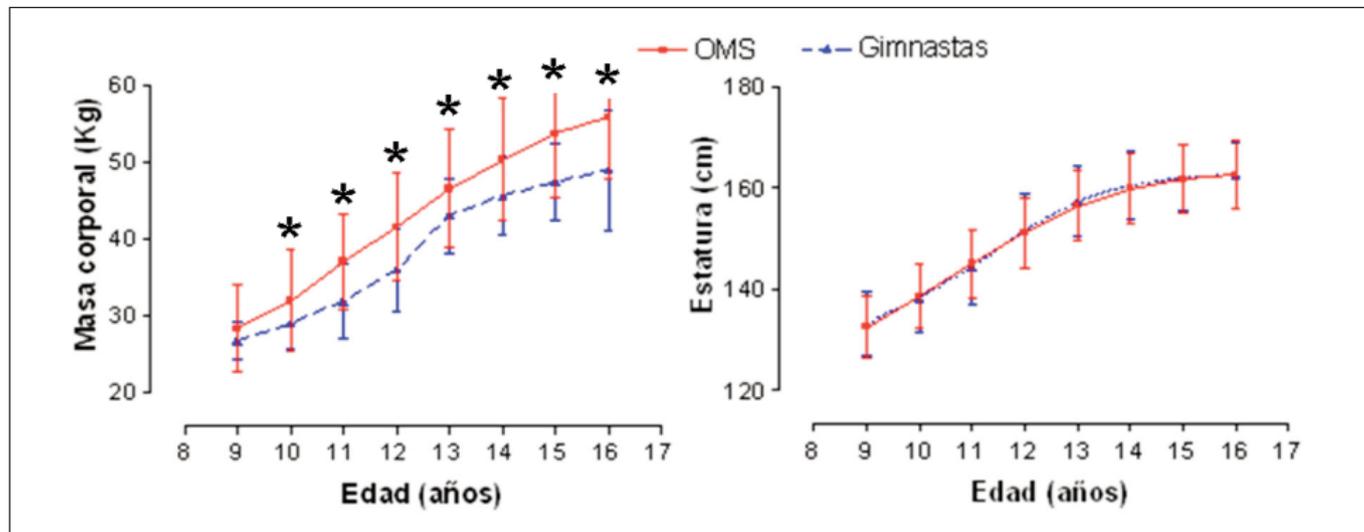
Las comparaciones realizadas entre los valores medios del peso y estatura de las gimnastas y la referencia de la OMS se observan en el gráfico 1. Los resultados evidencian diferencias significativas ($p < 0,05$) para

Cuadro 1. Valores medios y (\pm DE) de variables de crecimiento físico y maduración somática de Gimnastas Brasileñas.

Edad (años)	n	Masa corporal (Kg)		Estatura (cm)		ATC (cm)		PVC		PT (mm)		CB (cm)		AMB		AGB	
		X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP	X	DP
9,25 \pm 0,12	5	26,68	2,37	131,00	5,48	68,96	1,93	-3,06	0,28	6,36	1,81	17,82	1,20	1999	267	538	162
10,14 \pm 0,21	20	28,90	3,29	135,80	6,09	70,64	2,77	-2,26	0,48	7,12	1,85	19,24	1,87	2322	495	649	201
11,01 \pm 0,26	29	31,82	4,80	139,66	6,04	72,84	3,57	-1,55	0,66	7,30	2,31	19,47	2,62	2391	598	678	257
12,09 \pm 0,76	24	35,99	5,39	145,96	6,40	75,37	3,59	-0,43	0,77	7,40	2,36	20,59	2,23	2682	540	730	293
13,03 \pm 0,27	20	43,50	4,93	154,10	6,32	79,81	4,25	0,95	0,75	8,25	2,12	22,18	1,76	3079	432	868	261
14,20 \pm 0,27	14	45,63	5,14	154,86	6,74	80,01	2,75	1,84	0,62	9,14	2,07	22,90	2,21	3220	624	990	271
15,30 \pm 0,30	14	47,35	5,08	157,43	4,73	79,35	10,04	2,62	0,96	9,47	2,80	23,06	1,89	3231	529	1029	329
16,30 \pm 0,32	10	48,97	7,84	160,10	6,31	82,18	2,84	3,72	0,54	9,30	2,81	23,27	2,11	3313	523	1028	356

ATC altura tronco-cefálica, PVC Pico de Velocidad de Crecimiento, PT Pliegue tricípital, CB circunferencia del brazo, AMB Área Muscular del Brazo, AGB Área Grasa del Brazo.

Gráfico 1. Comparación de los valores medios del peso y la estatura de gimnastas con la referencia de la Organización Mundial de la Salud¹⁴.



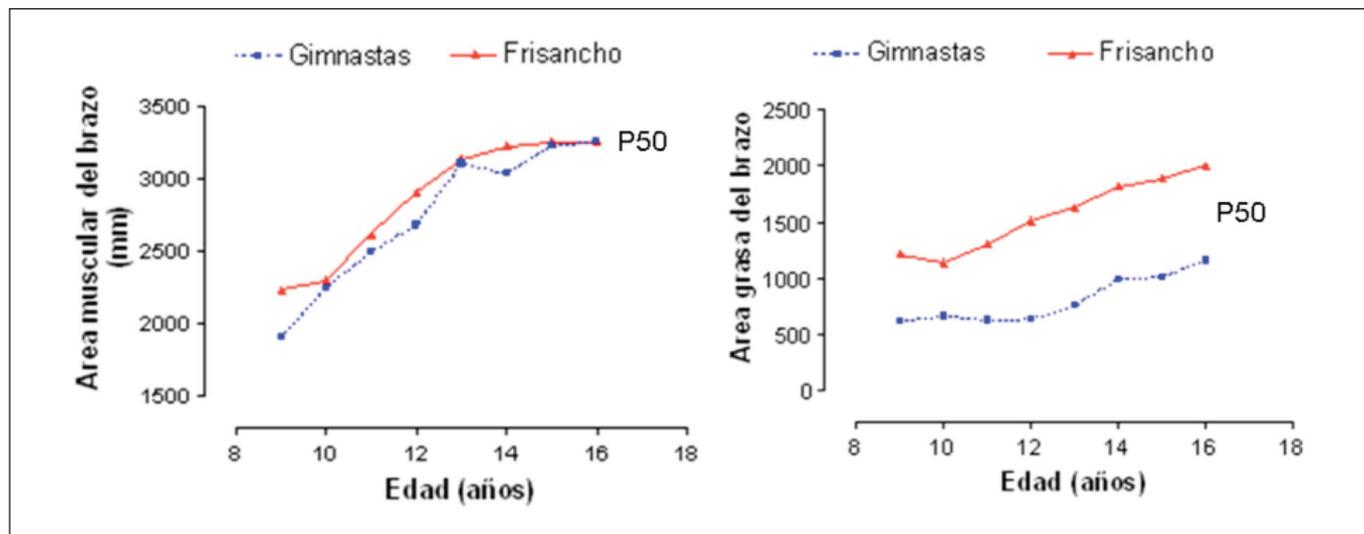
el peso corporal, presentando las gimnastas valores inferiores a la referencia, excepto a los 9 años. Sin embargo, en la estatura no se observó diferencias con la referencia ($p > 0,05$), mostrando las gimnastas similar patrón de crecimiento físico lineal con las curvas de referencia de la OMS.

Los valores de las áreas muscular y grasa de las Gimnastas Brasileñas fueron comparados con el p-50 de la referencia de Frisancho¹⁰. El gráfico 2 muestra el aumento de los valores con el transcurso de la edad, ob-

servándose valores relativamente similares para el área muscular (AMB). Sin embargo, para el área grasa (AGB), los valores del p-50 de las Gimnastas evidencian bajos valores en relación a la referencia.

Respecto al estado nutricional (cuadro 2), los resultados evidencian que para la reserva de proteína el 74% de las Gimnastas presentan normalidad, 13,5% se encuentran en riesgo de desnutrición y 12,5% con desnutrición. Para el caso de la reserva calórica, valores similares se observaron, donde el 76% se encuentra con

Gráfico 2. Área muscular y grasa del brazo de las Gimnastas y la referencia de Frisancho¹⁰ comparadas al p-50.



Cuadro 2. Prevalencia del Estado Nutricional valorada a través del AMB y AGB de Gimnastas Brasileiras.

Edad	n	Reserva calórica (área grasa del brazo)						Reserva proteica (área muscular del brazo)					
		Muy baja		Baja		Normal		Muy baja		Baja		Normal	
		n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%
9	5	1	20,0	1	20,0	3	60,0	1	20,0	1	0,0	3	60,0
10	20	2	10,0	2	10,0	16	80,0	2	5,0	2	5,0	16	80,0
11	29	3	10,3	3	10,3	23	79,3	4	6,9	3	6,9	22	75,9
12	24	3	12,5	3	12,5	18	75,0	3	8,3	3	4,2	18	75,0
13	20	2	10,0	2	10,0	16	80,0	2	5,0	2	5,0	16	80,0
14	14	2	14,3	2	14,3	10	71,4	2	7,1	2	7,1	10	71,4
15	14	2	14,3	2	14,3	10	71,4	2	7,1	4	21,4	8	57,1
16	10	2	20,0	1	0,0	8	80,0	1	10,0	1	0,0	8	80,0
Total	136	17	12,5	16	11,5	104	76,0	17	12,5	18	13,5	101	74,0

Área muscular del brazo $X^2=78,7$ y Área grasa del Brazo $X^2= 33$ ($p<0,01$).

reserva calórica normal, 11,5% con riesgo de desnutrición y 12,5% con desnutrición. Los valores de X^2 muestran las diferencias de las proporciones para ambas áreas: AMB ($X^2=78,7$) y AGB ($X^2= 33,1$) con $p<0,01$.

DISCUSIÓN

En relación a la estatura, observamos que las gimnastas de rítmica del estudio muestran un patrón de

crecimiento similar a las curvas de referencia de la OMS¹³ desde los 9 hasta los 16 años. Sin embargo, en cuanto al peso corporal, se determinó diferencias significativas ($p<0,05$), dado que las gimnastas del estudio muestran valores medios inferiores a la referencia. En este sentido, son muy pocos los estudios realizados en gimnastas de rítmica, como el de Georgopoulos et al⁵ e Irurtia et al¹⁴ que evidenciaron previamente valores inferiores de peso corporal cuando comparados con una

población de referencia, así como con sus similares de no-atletas (Klentrou, Plyley⁴. Evidentemente, el bajo peso observado en las atletas del presente estudio refleja el déficit de energía a corto plazo. Este fenómeno se puede observar claramente en la figura 2, donde el área grasa de las gimnastas rítmicas del presente estudio se encuentran muy por debajo del percentil 50 (p50) de las curvas propuestas por Frisancho¹⁰, sin embargo, el área muscular muestra similar patrón de crecimiento cuando comparado con la referencia.

En general, algunos autores consideran disminución del tejido adiposo, retardo en la maduración esquelética y el desarrollo puberal^{16,17}. Esto en razón de que las atletas de gimnasia en general están expuestas a altos niveles de estrés físico, psicológico y sometidas a muchas horas de entrenamiento desde la pre-adolescencia (Georgopoulos et al⁵, Georgopoulos, et al¹⁸), así como la motivación por parte de las atletas para mantener el bajo peso para la consecución de resultados, obliga a las atletas a mantener un somatotipo delgado (Georgopoulos et al¹⁹), lo que evidentemente está asociado a una estética corporal caracterizada por bajos índices de masa grasa⁴.

Respecto a la valoración del estado nutricional, los resultados indican que el 12,5% de las gimnastas se encuentran con desnutrición energético-proteica. Estas cifras muestran que el éxito en esta modalidad deportiva está fuertemente influenciado por el atractivo visual y la estética del cuerpo, produciéndose un desequilibrio entre la ingesta de nutrientes y el ejercicio físico intenso, resultando en riesgo de desnutrición y desnutrición como se observó en el presente estudio. En este sentido, varias investigaciones documentan que la combinación de ejercicio intenso y la desnutrición puede tener un profundo efecto sobre la liberación de gonadotropinas y la aparición de trastornos menstruales en la adolescencia de las atletas^{19,20}, inclusive los desordenes en la alimentación provocan conductas alimenticias orientadas a la pérdida de peso corporal entre las atletas para conseguir una apariencia delgada²¹.

Por lo tanto, a pesar de que las gimnastas de rítmica presentaron 11,5-13,5% de riesgo de desnutrición y 12,5% de desnutrición, la estatura se mantuvo similar a la curva de la referencia de la OMS¹³. Esto demuestra que el ejercicio físico intenso en este grupo no afectó el crecimiento físico lineal, por lo que se podría atribuir a la predisposición genética de la modalidad deportiva (gimnasia rítmica), dado que las gimnastas rítmicas de élite básicamente se caracterizan por pre-

sentar bajo peso corporal, escasa masa grasa, extremidades largas, tronco y caderas estrechas y delgadas²². De hecho, autores como Georgopoulos et al¹⁷ consideran que el potencial genético de las gimnastas de rítmica durante la fase del crecimiento no se detiene, por el contrario, únicamente se produce un retraso considerable durante la adolescencia, lo que podría deberse a una dieta restrictiva y una alta e elevada actividad física en la etapa de la adolescencia.

El pico de velocidad crecimiento (PVC) se valoró por medio del uso de una técnica antropométrica transversal propuesta por Mirwald et al¹², a través del cual, se determinó que la maduración somática de las gimnastas del estudio se produjo a los 12,09±0,76 años, lo que permite destacar que no hubo retraso en la maduración somática de las mismas. De hecho, el pico de velocidad de crecimiento en niñas no-atletas se presenta generalmente alrededor de los 12 años²³⁻²⁵. Estos hallazgos de alguna forma confirmarían que la restricción alimentaria y el ejercicio físico intenso básicamente disminuyen la reserva calórica de las gimnastas del presente estudio.

Dentro de las limitaciones de estudio, destacamos que no se pudo controlar el consumo energético de las gimnastas, lo que provocaría posibles sesgos en la interpretación de los resultados, a pesar de que varios estudios documentan que las gimnastas en general presentan cierto grado de déficits en el consumo energético²⁶⁻²⁸. A su vez, datos adicionales como la edad de la menarquía y la condición socioeconómica no fueron valorados en este grupo, puesto que son factores importantes que también podrían afectar el proceso de crecimiento y maduración de las gimnastas. Sugerimos para futuros estudios controlar tales variables, así como valorar la composición corporal²⁹ de forma longitudinal y el perfil lipídico de los deportistas³⁰.

CONCLUSION

Las gimnastas de rítmica muestran bajos valores de peso corporal y área grasa y similar estatura y área muscular en relación a las referencias. Los resultados sugieren que las jóvenes de esta modalidad deportiva presentan bajos valores de reserva calórica debido a la alta intensidad de entrenamiento a la que están expuestas, lo que permite caracterizarlas como un grupo de riesgo potencial para la malnutrición.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la concesión de la Beca Capes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth maturation and physical activity, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics 2004.
2. Rosenbloom A. Fisiología del crecimiento. Ann Nestlé [Esp]. 2007; 65:99–110.
3. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Núñez Álvarez V, Lancho Alonso JL. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. Rev Andal Med Deporte. 2011;4(2):71-76.
4. 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.
5. Georgopoulos NA, Markou KB, Theodoropoulou A, Benardot D, Leglise M, Vagenakis AG. Growth Retardation in Artistic Compared with Rhythmic Elite Female Gymnasts. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2002; 87(7):3169–3173.
6. Baxter-Jones ADG, Maffulli N. Intensive training in elite young female athletes. Br J Sports Med 2002; 36: 13-15.
7. Cupisti, A, D'Alessandro, C. Castrogiovanni, S. Barale, A, Morelli, E. Nutrition survey in elite rhythmic gymnasts. J Sports Med Phys Fitness. 2000; 40(4), 350-5.
8. Wells C. La mujer deportista. Un perfil Mujeres, Deporte y Rendimiento. Paidotribo. Barcelona, 1992; 123-162.
9. Hergenroeder A, Broun B, Klish W. Anthropometric measurements and estimating body compositions in ballet dancers. Med Sci Sports Exerc. 1997; 25:145-150.
10. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. Am J Clin Nutr.1981; 34: 2540–5.
11. Ross W.D, Marfell-Jones M.J. Kinanthropometry. In: J.D. MacDougall, H.A, Wenger, y H.J, Geen (Eds). Physiological testing of elite athlete. London, Human Kinetics.1991; 223-308.
12. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2002; 34:689-694.
13. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. Assessment of differences in linear growth among populations in the WHO Multicentre Growth Reference Study. Acta Paediatr Suppl 2006;450:56-65.
14. Iruña A, Pons Sala V, Busquets A, Evrard MM, Carrasco M, Rodríguez L. Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infancia hasta la edad adulta. Apuntes Educación Física y Deportes. 2009; 95 (1): 64-74.
15. Tanner JM. Growth as a target-seeking function: catch up and catch down in man. In: Falkner F, Tanner JM, (eds) Human Growth: A Comprehensive Treatise, Vol 1: Developmental Biology and Prenatal Growth, New York: Plenum Publishing Corporation 1986; pp, 167-179.
16. Malina RM. Physical activity and training: effects on stature and the adolescent growth spurt. Med Sci Sports Exerc 1994; 26: 759-766.
17. Georgopoulos NA, Roupas ND, Theodoropoulou A, Tsekouras A, Vagenakis AG, Markou KB, Ann N Y Acad Sci. 2010; 1205: 39-44.
18. Georgopoulos NA, Theodoropoulou A, Roupas ND, Rottstein L, Tsekouras A, Mylonas P, Vagenakis GA, Koukkou E, Armeni AK, Sakellaropoulos G, Leglise M, Vagenakis AG, Markou HB. Growth velocity and final height in elite female rhythmic and artistic gymnasts. Hormones 2012; 11(1):61-69.
19. Warren MP. The effects of exercise on pubertal progression and reproductive function in girls. J Clin Endocrinol Metab 1980; 51:1150–7.
20. Bonen A, Belcastro AN, Ling WY, et al. Profiles of selected hormones during menstrual cycles of teenage athletes. J Appl Physiol 1981;50:545–51.
21. Yeager KK, Agostini R, Nattiv A, et al. The female athlete triad. Med Sci Sports Exerc 1993;25:775–7.
22. Gao Y, Zhehg S, Li, G. Evaluation of body composition and nutritional status in modern rhythmic gymnasts. Chinese journal of sports medicine 1982; 1 (2) 8-13: 6.
23. Colli AS. Crescimento e Desenvolvimento Pubertário em Crianças e Adolescentes Brasileiros VI: Maturação Sexual. São Paulo: Editora Brasileira de Ciências, 1988.
24. Kelch RP, Beitins IZ. Adolescent sexual development. In: Kappy MS, Blizzard RM, Migeon CJ, eds. The diagnosis and treatment of endocrine disorders in childhood and adolescence. 4th ed. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1994:193-234.
25. Malina RM. Growth and maturation: normal variation and effect of training. In: Lamb D, Gisolfi CV, editors. Perspectives in exercise science and sports medicine. Indianapolis: Benchmark Press, 1989.
26. Moffatt RJ. Dietary status of elite female high school gymnast: inadequacy of vitamin and mineral intake. Journal of the American Dietetic Association, Chicago 1984; v.84, n.11, p.1361-1363.
27. Deutz RC, Benardot D, Martin DE, Cody MM. Relationship between energy deficits and body composition in elite female gymnasts and runners. Medicine and Science in Sports and Exercise, Baltimore 2000; v.32, n.3, p.659-668.
28. Ribeiro BG, Soares EA. Avaliação do estado nutricional de atletas de ginástica olímpica do Rio de Janeiro e São Paulo. Rev. Nutr., Campinas 2002; 15(2):181-191.
29. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Moyano A, Gañán E, Pino LM, Lancho Alonso JL. Composición corporal de jóvenes universitarios en relación a la salud. Nutr. clín. diet. hosp. 2011; 31(3):15-21.
30. Sánchez-Benito JL. Perfil lipídico de la dieta para mejorar la salud del corazón del deportista. Nutr. clín. diet. hosp. 2011; 31(2):41-47.