

CAPACIDAD DE SALTO EN NIÑAS PREPÚBERES QUE PRACTICAN GIMNASIA RÍTMICA

Jorge Pérez-Gómez¹, Germán Vicente-Rodríguez¹, Ignacio Ara Royo¹, Rafael Arteaga², José A. L. Calbet¹, Cecilia Dorado¹.

¹Departamento de Educación Física y ²Departamento de Física. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

RESUMEN

Estudiamos el rendimiento en el salto vertical y como podría verse afectado por la composición corporal en 13 niñas que practicaban gimnasia rítmica (GR; 10.4 ± 0.9 años) y 13 niñas control (CO; 9.9 ± 0.7 años). La composición corporal fue determinada mediante antropometría y DXA. Se realizaron saltos con y sin contramovimiento (CMJ y SJ) sobre una plataforma de fuerza analizándose entre otras variables la altura de vuelo (AV), velocidad de despegue (VD), velocidad vertical máxima del centro de masas (Vimax), la potencia media (Pm), el impulso mecánico positivo (Ipos), tiempo de fuerza máxima (Tfmax) y potencia instantánea máxima (Pimax). Las gimnastas consiguieron una AV, VD, Ipos y Vimax mayor en ambos saltos y una Pm, Tfmax y Pimax mayores en el CMJ que las control ($p < 0.05$). En conclusión, practicar gimnasia rítmica $10 \text{ h} \cdot \text{sem}^{-1}$ se asocia a un mayor rendimiento en el salto vertical.

Palabras claves: gimnasia rítmica, entrenamiento de fuerza, capacidad de salto.

INTRODUCCIÓN

Son muy numerosos los estudios que han demostrado que con un programa de entrenamiento de fuerza se puede aumentar la capacidad de salto vertical tanto en adultos (Fatouros y col. 2000; Gehri y col. 1998; Newton y col. 1999) como en niños y niñas (Diallo y col. 2001; Hakkinen 1993; Matavulj y col. 2001). En los estudios realizados con niños, además del entrenamiento de fuerza, éstos participaban en alguna modalidad deportiva como el baloncesto (Hakkinen 1993; Matavulj y col. 2001) o el fútbol (Diallo y col. 2001). Este último hecho impide saber hasta qué punto la mejora de la capacidad de salto observada es debida al entrenamiento de fuerza o resulta del efecto combinado del entrenamiento de fuerza y la práctica deportiva habitual. La práctica de fútbol con una frecuencia de tres horas semanales sin participar en un programa específico de fuerza se asocia a una mayor capacidad de salto en el SJ en niños prepúberes (Vicente-Rodríguez y col. 2003). Sin embargo, en un estudio longitudinal de unos tres años de duración, los niños que practicaban al menos 3 horas semanales de actividad física extraescolar mejoraron su capacidad de salto con el crecimiento en la misma medida que los niños no deportistas (Vicente-Rodríguez y col. 2003). Así pues, no está claro si se pueden alcanzar mejoras en el salto vertical sin someterse a un entrenamiento específico de fuerza. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar si las niñas prepúberes que practican un entrenamiento específico de gimnasia rítmica 10 horas semanales, sin estar sometidas a un programa de entrenamiento específico de fuerza, tienen mayor capacidad de salto vertical que las niñas que no practican deporte extraescolar de forma habitual.

METODOS

Veintiséis niñas prepúberes residentes en Gran Canaria (edad 10.1 ± 0.8 años, masa corporal 34.1 ± 5.1 Kg, talla 140.1 ± 5.8 cm y % de grasa corporal 24.9 ± 7.7 , datos expresados en valores medios \pm SD, Tanner ≤ 2), aceptaron de forma voluntaria y bajo consentimiento de sus padres participar en este estudio. Trece niñas que practicaban gimnasia rítmica diariamente con una frecuencia semanal de diez horas formaron parte del grupo experimental (GR) mientras que las otras 13 que no hacían actividad física de manera regular configuraron el grupo control (CO). El estado madurativo se determinó mediante

autoevaluación por el método Tanner (Tanner 1962) de contrastada validez (Duke y col. 1980) y alta fiabilidad ($r = 0.97$, (Morris y Udry 1980).

Para determinar las mejoras en el salto vertical se efectuaron tests de salto en una plataforma de fuerzas (Kistler, Winterthur, Switzerland) siguiendo el protocolo propuesto por Bosco y col. (1983). Durante la ejecución de los saltos, los niños mantuvieron las manos en la cintura para minimizar cualquier desplazamiento lateral y horizontal. Cada salto se realizó de forma explosiva intentando alcanzar la mayor altura posible. La técnica de salto vertical utilizada fue salto con contramovimiento (CMJ) y salto sin contramovimiento (SJ). En los CMJ el sujeto estaba en una posición erguida para luego flexionar rápidamente las rodillas hasta aproximadamente un ángulo de 90° y seguidamente efectuar la impulsión vertical hacia arriba. En los SJ el sujeto flexionaba las rodillas hasta alcanzar los 90° y desde esa posición saltaba hacia arriba sin contramovimiento. Todos los sujetos realizaron tres intentos para cada salto, siendo analizados todos ellos e incluido en los análisis posteriores el mejor de los tres. A partir de los datos proporcionados por la plataforma se midieron las siguientes variables: altura de vuelo (AV), velocidad de despegue (VD), fuerza máxima neta ($F_{maxn} = \text{Fuerza máxima} - \text{masa corporal}$), tiempo necesario para alcanzar el valor máximo de fuerza (T_{fmax}), impulso mecánico positivo (I_{pos}) potencia instantánea media (P_m) y máxima (P_{imax}), la velocidad vertical máxima del centro de masas (V_{imax}) y el tiempo en alcanzar la velocidad vertical máxima del centro de masas (T_{vimax}). Los cálculos de potencia instantánea y la descomposición del salto CMJ en sus fases descendente y ascendente se realizó con software específicamente desarrollado en nuestro laboratorio.

Para determinar las medidas antropométricas se utilizó el protocolo "O-Scale System" (Ward y col. 1989). Posteriormente se determinó la composición corporal mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA) (QDR-1500, Hologic Corp., Software versión 7.10, Waltham, MA) tal como se ha descrito anteriormente (Calbet y col. 1998). Y Se obtuvieron datos de: masa magra total (LT), masa magra de las extremidades superiores (MMB), masa magra de las extremidades inferiores (MMP) y porcentaje de grasa corporal (%GC).

Análisis estadístico

Las variables se presentan como el valor medio \pm error típico de la media (SEM). Las diferencias entre medias se establecieron mediante la prueba T de Student para datos independientes, tras comprobar que las variables analizadas se distribuían conforme a la curva normal mediante el test de Levene. Posteriormente se realizó la prueba ANCOVA con la masa corporal como covariable. Se han aceptado como significativas aquellas diferencias entre grupos con una probabilidad de ser debidas al azar igual o inferior al 5% ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS

Las características generales así como los datos de composición corporal de los sujetos están resumidos en la tabla 1. Las niñas gimnastas presentan una masa corporal un 20% menor que las niñas control ($p < 0.05$) debido a un porcentaje de grasa corporal 8 puntos más bajo que el de las niñas control ($p < 0.05$) ya que la masa magra fue similar en ambos grupos.

Variables	GR	CO	Significación
Edad (años)	10.4 \pm 0.9	9.9 \pm 0.7	NS
Talla (cm)	138.8 \pm 6.0	141.4 \pm 5.4	NS
Masa corporal (Kg)	31.6 \pm 3.4	36.5 \pm 5.5	$p < 0.05$
LT (Kg)	23.2 \pm 2.9	23.9 \pm 2.3	NS
MMB (Kg)	1.0 \pm 0.1	1.0 \pm 0.2	NS
MMP (Kg)	3.7 \pm 0.7	3.8 \pm 0.5	NS
% GC	21.0 \pm 6.2	28.8 \pm 7.3	$p < 0.01$

En la tabla 2 se muestran los resultados del test de salto vertical SJ y CMJ. Se realizó un análisis ANCOVA de las variables ajustando los valores respecto a la masa corporal. Los resultados demostraron que las niñas gimnastas obtuvieron una VD, AV, Ipos y Vimax un 12% ,25%, 10% y 9% superior en el SJ respectivamente, mientras que las ganancias fueron mayores un 15%, 34%, 11% y 12% respectivamente en el CMJ que las niñas control ($p < 0.05$). Además, durante el CMJ las niñas gimnastas desarrollaron una Pm un 42% superior y una Pimax un 14% mayor que las niñas control ($p < 0.05$).

Tabla 2. Variables biomecánicas ajustadas para la masa corporal (media \pm SEM) (GR = gimnasia rítmica; CO = niñas control).

Variables		GR	CO	Significación
SJ	Vd (m/s)	1.91 \pm 0.05	1.70 \pm 0.05	< 0.05
	Av (cm)	18.8 \pm 0.01	15.0 \pm 0.01	< 0.05
	Tfmax (s)	0.23 \pm 0.02	0.18 \pm 0.02	NS
	Fmaxn (Kp)	34.0 \pm 1.7	36.8 \pm 1.7	NS
	Ipos (Kp.s)	6.5 \pm 0.2	5.9 \pm 0.2	<0.05
	Pm (w)	178.4 \pm 12.4	162.7 \pm 12.4	NS
	Vimax (m/s)	2.00 \pm 0.05	1.83 \pm 0.05	< 0.05
	Tvimax (s)	0.32 \pm 0.15	0.28 \pm 0.15	NS
	Pimax (w)	1082.2 \pm 36.1	989.1 \pm 36.1	NS
CMJ	Tpimax (s)	0.28 \pm 0.16	0.24 \pm 0.16	NS
	Vd (m/s)	2.09 \pm 0.05	1.81 \pm 0.05	< 0.01
	Av (cm)	22.4 \pm 0.01	16.7 \pm 0.01	< 0.001
	Tfmax (s)	0.33 \pm 0.02	0.41 \pm 0.02	<0.05
	Fmaxn (Kp)	49.4 \pm 3.6	44.6 \pm 3.6	NS
	Ipos (Kp.s)	7.03 \pm 0.16	6.31 \pm 0.16	<0.01
	Pm (w)	321.3 \pm 20.8	226.5 \pm 20.8	<0.01
	Vimax (m/s)	2.17 \pm 0.04	1.94 \pm 0.04	<0.01
	Tvimax (s)	0.53 \pm 0.03	0.61 \pm 0.03	NS
Pimax (w)	1225.4 \pm 42.3	1072.9 \pm 42.3	<0.05	
Tpimax (s)	0.49 \pm 0.03	0.56 \pm 0.03	NS	

En la tabla 3 se muestra la matriz de correlaciones entre las variables de composición corporal y las de salto vertical en ambos grupos conjuntamente. Siendo La Fmaxn, el Ipos, la Pimax las que más correlaciones con la masa magra total y regional en ambos saltos. También existe una correlación negativa entre la Av, Vd y la Vimax con el % GC en ambos saltos.

Tabla 3. Correlación entre algunas variables de salto vertical y variables antropométricas, en las veintiséis niñas

Variables	MMB	MMP	LT	%GC
Av SJ	0.19	0.09	0.05	-0.45*
Vd SJ	0.22	0.11	0.08	-0.45*
Fmaxn SJ	0.52**	0.48*	0.49*	-0.11
Ipos SJ	0.43*	0.65**	0.70**	0.35
Pm SJ	0.37	0.35	0.35	-0.21
Vimax SJ	0.23	0.16	0.12	-0.39
Pimax SJ	0.57**	0.72**	0.74**	0.15
Av CMJ	0.25	0.18	0.14	-0.46*
Vd CMJ	0.27	0.19	0.16	-0.47*
Fmaxn CMJ	0.56**	0.39*	0.41*	-0.33
Ipos CMJ	0.48*	0.73**	0.75**	0.31

Pm CMJ	0.58**	0.48*	0.47*	-0.35
Vimax CMJ	0.26	0.21	0.17	-0.42*
Pimax CMJ	0.64**	0.74**	0.74**	0.06
(*P < 0.05; **P < 0.01)				

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar si la participación en una modalidad deportiva puede mejorar la altura de vuelo en el salto vertical en niñas prepúberes, cuando el entrenamiento no incluye ejercicios específicos para el desarrollo de la capacidad de salto vertical. Los resultados indican que la práctica de gimnasia rítmica con una frecuencia semanal de diez horas y sin entrenamiento específico de fuerza, se asocia a una mayor capacidad de salto vertical en niñas prepúberes.

Bencke y col. (Bencke y col. 2002) estudiaron a 185 niños y niñas que practicaban diferentes deportes, y observaron que los que realizaban gimnasia eran los mejores saltadores siendo su superioridad mayor al realizar DJ, ejercicio que implica una coordinación motora más compleja. También observaron que en los saltos que requerían menor dificultad motora como el SJ y CMJ estaban influenciados por el entrenamiento específico, pero en menor grado que el mostrado con el DJ. El SJ requiere solamente de una acción concéntrica y por lo tanto puede ser considerado como el salto más simple para analizar la fuerza explosiva. Por otro lado, el CMJ requiere una activación excéntrica previa a una alta contracción concéntrica, lo cual implica una mayor complejidad en su ejecución, y el DJ supone una importante carga excéntrica seguida de una alta contracción concéntrica, por lo que probablemente es más complejo desde el punto de vista neuromotor. Esta podría ser la razón por la cual la diferencia entre las niñas de rítmica y las niñas del grupo control son más acusadas en el CMJ que en el SJ.

Debido a que el sistema neuromuscular se desarrolla desde el nacimiento hasta la edad adulta, parece ser que la participación en prácticas deportivas puede inducir a alteraciones específicas en el control neuromuscular de los músculos de las extremidades inferiores, dependiendo de la naturaleza e intensidad del entrenamiento. En esta línea, diversos estudios sugieren que el entrenamiento de fuerza en niños puede inducir cambios en la activación neural e incrementar la fuerza (Blimkie 1993; Ozmun y col. 1994). Además se sabe que la ejecución del salto vertical depende de la coordinación de las acciones segmentarias del cuerpo humano, las cuales están determinadas a través de la interacción entre la fuerza muscular, que esta modulada por impulsos del sistema nervioso central, y los momentos netos que tienen que ser generados alrededor de las articulaciones para lograr las demandas mecánicas que supone realizar un salto vertical (Rodacki y col. 2002). Por lo tanto, podría ser que la práctica de gimnasia rítmica mejore la coordinación en el salto vertical en niñas prepúberes.

Teniendo en cuenta que las ganancias de fuerza aumentan de una manera lineal con respecto a la edad, parece lógico pensar que en edades tempranas los niveles de fuerza alcanzados por los sujetos serán bajos y las diferencias observadas en los tests de salto puedan ser debidas a la propia coordinación o control neuromuscular. A este respecto, observamos que no existen diferencias significativas en cuanto a la fuerza máxima desarrollada durante el salto entre gimnastas y sedentarias.

Por otro lado, se ha observado que valores superiores de masa magra corporal total y menor porcentaje de grasa corporal se asocian a una mayor capacidad para generar impulso mecánico vertical lo que permite, en parte, una mayor capacidad de salto en jugadores profesionales de voleibol (23 años) (Ara Royo y col. 2003). Sin embargo, en deportistas más jóvenes (15-16 años) no se observó correlación entre la altura del salto alcanzada con un CMJ y la cantidad de masa magra total, así como el % de grasa (Ugarkovic y col. 2002). En esta línea, nosotros también hemos observado que a una edad tan temprana como los 10 años, en niñas que practican gimnasia rítmica no existe correlación entre la masa magra total y la altura de vuelo alcanzada tanto en el SJ como en el CMJ, mientras que el % de grasa parece mostrar una correlación negativa con el

rendimiento en el salto vertical, tal y como hemos observado en varones prepúberes (datos no publicados).

CONCLUSION

La práctica continuada de gimnasia rítmica en edades prepúberes se asocia a un mayor rendimiento en el salto vertical tanto en el SJ como en el CMJ. Nuestros resultados sugieren que la mayor capacidad de salto de las niñas que practican gimnasia rítmica, comparadas con las niñas que no practican deporte de forma regular no es debida a diferencias en la masa muscular. Otro factores relacionados con la composición fibrilar de la musculatura y con la coordinación del salto podrían explicar las diferencias observadas.

REFERENCIAS

- Ara Royo, I., Vicente-Rodríguez, G., Cortadellas Izquierdo, J., Arteaga Ortiz, R., López Calbet, J.A. (2003). Efectos de la practica continuada del voleibol sobre la composición corporal: relación con la capacidad de salto, Granada.
- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jorgensen, P., Jorgensen, K., Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sports* 12(3): 171-178.
- Blimkie, C. J. (1993). Resistance training during preadolescence. Issues and controversies. *Sports Med* 15(6): 389-407.
- Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 50(2): 273-282.
- Calbet, J. A., Moysi, J. S., Dorado, C., Rodriguez, L. P. (1998). Bone mineral content and density in professional tennis players. *Calcif Tissue Int* 62(6): 491-496.
- Diallo, O., Dore, E., Duche, P., Van Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 41(3): 342-348.
- Duke, P. M., Litt, I. F., Gross, R. T. (1980). Adolescents' self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics* 66(6): 918-920.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J Strength Cond Res* 14(4): 470-476.
- Gehri, D.J., Ricard, M.D., Kleiner, D.M., Kirkendall, D.T. (1998). A comparison on plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research* 12(2): 85-89.
- Hakkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training. *J Sports Med Phys Fitness* 33(1): 19-26.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 41(2): 159-164.
- Morris, N.M., Udry, J.R. (1980). Validation of a self-administered instrument to assess stage of adolescence development. *J. Youth Adolescence* 9: 271-280.
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., Hakkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc* 31(2): 323-330.
- Ozman, J. C., Mikesky, A. E., Surburg, P. R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc* 26(4): 510-514.
- Rodacki, A. L., Fowler, N. E., Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Med Sci Sports Exerc* 34(1): 105-116.
- Tanner, J.M. (1962). *Growth at adolescence*. Blackwell, Oxford.
- Ugarkovic, D., Matavulj, D., Kukolj, M., Jaric, S. (2002). Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res* 16(2): 227-230.

Vicente-Rodríguez, G., Ara Royo, I., Pérez Gómez, J., Cortadellas Izquierdo, J., Dorado García, C., López Calbet, J.A. (2003). Fuerza dinámica durante el salto vertical y masa ósea regional en niños prepúberes. *Selección* 12(2): 64-73.

Vicente-Rodríguez, G., Jimenez-Ramirez, J., Ara, I., Serrano-Sanchez, J. A., Dorado, C., Calbet, J. A. (2003). Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone* 33(5): 853-859.

Ward, R., Ross, W.D., Leyland, A., Selbie, S. (1989). The advanced O-scale Physique Assessment System.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro mayor agradecimiento al Gobierno de Canarias y al Ministerio de Educación y Cultura. Jorge Pérez Gómez e Ignacio Ara Royo son becarios de investigación de la ULPGC (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). Germán Vicente Rodríguez es becario FPU del MEC (Ministerio de Educación y Cultura y Deporte).