

Article

Carga de Entrenamiento en la Gimnasia Artística Femenina Pre-Puberal

Lauren A. Burt¹, Geraldine A. Naughton¹, Dean G. Higham² y Raul Landeo¹¹Universidad Católica Australiana, Escuela de Ciencias del Ejercicio, Nueva Gales del Sur (Australia)²Instituto Australiano de Deportes, Canberra (Australia)

Artículo publicado en Science of Gymnastics Journal, volumen 2, número 3 del año 2010

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar los efectos del nivel de participación (gimnastas de nivel internacional y nacional), los aparatos (viga y suelo) y la fase de entrenamiento (precompetición y competición) en las estimaciones de la carga de entrenamiento en 25 gimnastas artísticas (edad media: $9,5 \pm 1,6$ años, edad de entrenamiento $1,9 \pm 0,7$ años). Se utilizó el video-análisis para determinar la frecuencia de los movimientos específicos observados en la gimnasia que implicaban estimaciones de los impactos en los tobillos y las muñecas, aterrizajes, habilidades relacionadas con el equilibrio y rotaciones. Para estimar aún más la carga de entrenamiento, 16 gimnastas realizaron habilidades específicas del deporte, en una plataforma de fuerza portátil. Los resultados de una serie de ANOVAs mostraron diferencias en la carga de entrenamiento entre los dos grupos. En comparación con las gimnastas de nivel nacional, las gimnastas internacionales demostraron un aumento de las horas de entrenamiento, y una mayor frecuencia de los impactos observados (independientemente del tiempo). También se observaron diferencias entre las dos fases de entrenamiento periodizado en ambos niveles de participación, sin embargo, las gimnastas internacionales siguieron un programa de entrenamiento más perfeccionado. No se observaron diferencias entre los grupos en lo que respecta a las fuerzas de reacción del suelo en la viga y el suelo. La periodización y la carga de entrenamiento deben ser monitoreadas objetivamente para ayudar a asegurar la longevidad de los atletas e idealmente minimizar el riesgo de lesiones.

Palabras Clave: gimnasia, pre-pubertad, carga de entrenamiento, periodización, fuerza de reacción en el suelo

INTRODUCCIÓN

La gimnasia artística femenina es un deporte dinámico, que expone habitualmente a las jóvenes gimnastas a programas de entrenamiento de mayor volumen e intensidad que otros deportes para niños de edad similar. El entrenamiento intensivo a una edad temprana puede crear complicaciones para las gimnastas. La literatura sugiere que existe un umbral de carga de entrenamiento en el que las gimnastas que entrenan más de 15 a 18 horas semanales antes y durante la pubertad pueden experimentar una disminución del crecimiento, lo que resulta en una reducción de la estatura adulta final (Theintz, Howald, Weiss, & Sizonenko, 1993). La carga de entrenamiento en gimnasia se cuantifica típicamente evaluando las horas semanales de entrenamiento específico de gimnasia.

Además de informar de la carga de entrenamiento a través de la exposición semanal, se han analizado muchas habilidades gimnásticas para determinar la carga de impacto específica en el cuerpo. Se han registrado previamente las fuerzas de reacción del suelo tanto en la extremidad superior como en la inferior. La mayoría de estas habilidades son de nivel avanzado y colocan en el cuerpo fuerzas de 13 a 14 veces el peso corporal (Brown et al., 1996; Panzer, 1987). Se han evaluado pocas habilidades de nivel intermedio, con fuerzas que varían de dos a cuatro veces el peso corporal para las muñecas (Daly, Rich, Klein y Bass, 1999; Davidson, Mahar, Chalmers y Wilson, 2005; Koh, Grabiner y Weiker, 1992) y 10 veces el peso corporal para los tobillos (Daly y otros, 1999).

Las fuerzas de impacto y el riesgo de lesiones aumentan a medida que una gimnasta progresa en los niveles competitivos (Caine y Nassar, 2005). Sin embargo, si se sigue un programa de entrenamiento periodizado, se garantiza que las gimnastas tengan requisitos adecuados de habilidad y fuerza y se controla la carga general, el riesgo de lesiones debe disminuir. Como en cualquier deporte, las lesiones resultantes de la participación en la gimnasia son inevitables. En la gimnasia artística femenina, el aparato de suelo se asocia con el mayor riesgo de lesiones (Caine, Bass y Daly, 2003; Kirialanis y otros, 2002; Verhagen, Mechelen, Baxter-Jones y Maffulli, 2000), seguido por la viga de equilibrio (Caine, Cochrane, Caine y Zemper, 1989; Petrone y Ricciardelli, 1987).

El objetivo principal del estudio aquí presentado fue comparar las diferencias en la frecuencia de los patrones de movimiento específicos de la gimnasia observados, independientemente del tiempo, entre dos niveles de participación en la gimnasia durante las fases de entrenamiento previas a la competición y durante la competición. El objetivo secundario era estimar las fuerzas de reacción del suelo en la muñeca y el tobillo asociadas a determinadas habilidades gimnásticas fundamentales y determinar si existen diferencias entre las gimnastas con habilidades altas (internacionales) y bajas (nacionales).

MÉTODOS

Participantes

Veinticinco niñas prepúberes de entre 7 y 13 años fueron incluidas en este estudio. Las participantes estaban compuestas por un equipo de entrenamiento de nivel internacional ($n = 12$) que entrenaba un promedio de 26,42 horas semanales ($SD = 3,86$ horas semanales) y un equipo de nivel nacional de igual edad ($n = 13$) que entrenaba 13,85 horas semanales ($SD = 2,64$ horas semanales). Las participantes no tenían lesiones y tenían una edad mínima de un año de entrenamiento en el deporte de la gimnasia artística femenina.

Procedimientos

Evaluaciones antropométricas

Se registraron medidas antropométricas para ayudar a la descripción de los participantes. Las gimnastas llevaban mallas durante la recopilación de datos antropométricos.

Cuestionarios

Los padres y tutores de las gimnastas completaron una encuesta en la que se describía la actividad física total y específica de sus hijas. Con fines descriptivos, los padres también estimaron la etapa de desarrollo de la pubertad de su hija utilizando una representación pictórica del modelo de cinco etapas de maduración de la pubertad de Tanner (Duke, Litt, & Gross, 1980; Schmitz et al., 2004; Tanner, 1968).

Análisis de video

Se grabaron cuatro sesiones de entrenamiento separadas de gimnastas de los grupos de nivel nacional e internacional. Dos sesiones grabadas ocurrieron en la fase de competición del programa de entrenamiento periodizado y dos en la fase de pre-competición. Para cuantificar la carga de entrenamiento, la frecuencia de los elementos específicos de la gimnasia durante el entrenamiento de suelo y viga se registró retrospectivamente mediante el análisis de vídeo de cada una de las gimnastas durante el entrenamiento. Los elementos específicos de la gimnasia de los impactos en las muñecas y los tobillos se denotaron por cualquier contacto de rebote con el suelo o la viga durante menos de un segundo. Por ejemplo, una medialuna (inversión lateral) se identificó como dos impactos en la muñeca y dos en el tobillo. El resto de los elementos observados durante las sesiones incluían: equilibrio (cualquier postura o posición mantenida durante más de tres segundos), aterrizaje (contacto con el suelo o la viga durante tres segundos) y rotación (movimiento alrededor de cualquiera de los tres ejes del cuerpo). Se registró la frecuencia de estos elementos durante las sesiones de viga y suelo

con el tiempo correspondiente, tanto para las gimnastas internacionales como para las nacionales.

Fuerzas de reacción del suelo

Se utilizó una plataforma de fuerza portátil para cuantificar el impacto de la carga a través de las muñecas y los tobillos durante determinadas habilidades gimnásticas realizadas en aparatos de suelo y viga. Se seleccionó una submuestra aleatoria de gimnastas de los grupos de niveles internacional (n = 8) y nacional (n = 8) para realizar habilidades en la plataforma de fuerza.

Las habilidades en el suelo realizadas en la plataforma incluyeron: un salto de giro completo, salto split, rondada (3.106), mortal atrás agrupada y flic-flac adelante (3.105).

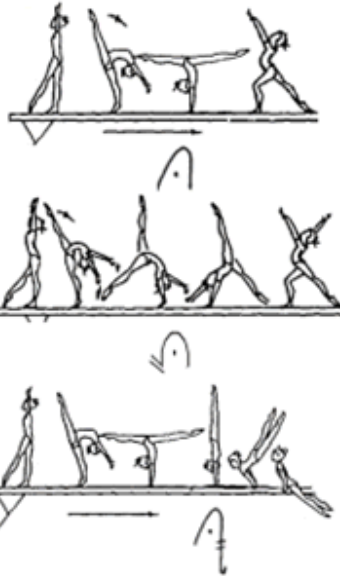
Las habilidades en la viga realizadas en la plataforma de fuerza incluyeron: salto recto, salto split (2.202), parada de manos, inversión atrás (4.109) e inversión lateral (4.107). Al realizar las habilidades en la viga se creó una guía de viga de equilibrio de 10 centímetros de ancho utilizando tiza de carbonato de magnesio sobre una colchoneta colocada sobre la plataforma de fuerza.

Sólo se aceptaron para el análisis las habilidades que un entrenador de gimnasia acreditado y experimentado consideró satisfactorias en el aparato mismo.

La plataforma de fuerza fue rodeada con colchonetas de seguridad para maximizar la seguridad de los gimnastas y simular un típico ambiente de entrenamiento.

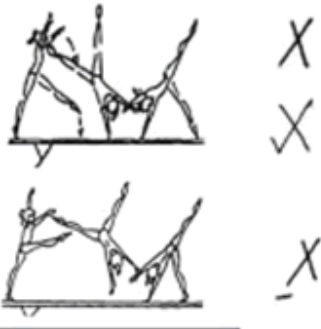
4.109

Inversión atrás, con/sin apoyo
alternado de manos, también con
descenso a horcajadas
*Walkover bwd, with/without alternate
hand support, also with swing down to
cross sit*



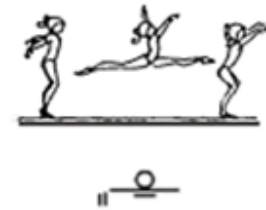
4.107

Inversión lateral, también con apoyo
de un brazo o inversión lateral con
vuelo antes o después del apoyo de
manos
*Cartwheel, also with support on one
arm, or Cartwheel with flight phase
before or after hand support*



2.202

Zancada desde dos piernas
(separación de piernas 180°) desde
posición transversal
*Split jump (leg separation 180°) from
cross position*



3.105

Inversión adelante con vuelo, despegue con una
pierna o flic-flac adelante, despegue con dos
piernas – con o sin fase de ángel antes del apoyo
de manos – recepción opcional
*Handspring fwd, take-off from one leg or Flic-flac
fwd, take-off from both legs – with or without hecht
phase before hand support – landing optional*



3.106

Rondada
Round-off



RESULTADOS

Las pruebas T independientes mostraron que los dos niveles de participación en la gimnasia se comparaban favorablemente en cuanto a la edad, la masa, la altura de pie y sentado, el índice de masa corporal y la edad de entrenamiento (Tabla 1). No se produjeron diferencias entre los grupos internacional y nacional en cuanto a los informes aproximados sobre el desarrollo del vello púbico y los senos. El total de horas semanales de entrenamiento de gimnasia fue la única variable que mostró una diferencia significativa entre los grupos.

Tabla 1. Características descriptivas de las gimnastas artísticas de nivel internacional y nacional

	International Gymnasts	National Gymnasts	
	<i>Mean (SD)</i>	<i>Mean (SD)</i>	<i>p Value</i>
Age (yr)	9.25 (1.86)	9.77 (1.24)	0.426
Mass (kg)	27.66 (4.83)	30.46 (5.23)	0.179
Standing Height (cm)	130 (10)	135 (8)	0.158
Sitting Height (cm)	69 (4)	71 (4)	0.139
Body Mass Index (kg.m ²)	16.12 (1.04)	16.45 (1.08)	0.446
Training Age (yr)	1.92 (0.79)	1.85 (0.69)	0.814
Gymnastic Training (hr.wk ⁻¹)	26.42 (3.86)	13.85 (2.64)	<0.0001*
Pubertal Status (Tanner stage 1 to 5)	1 ^a	1 ^a	1.000

^a Median values reported following Mann-Whitney *U* test

* Denotes significant difference

Patrones de movimiento específicos de la gimnasia

La tendencia general, de los impactos en los tobillos y las habilidades relacionadas con el equilibrio, fue aumentar desde la precompetición hasta la competición para ambos grupos de gimnastas. **Las gimnastas internacionales estuvieron expuestas a menos impactos, aterrizajes y rotaciones durante la competición que en la precompetición, mientras que las gimnastas nacionales estuvieron expuestas a más.** En general, al comparar los dos grupos de gimnastas para la misma duración, las gimnastas internacionales tuvieron frecuencias más altas de movimientos específicos de gimnasia observados (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia de patrones de movimiento específicos de gimnasia acumulados observados dentro de una sesión de entrenamiento de 30 minutos durante las fases de competencia y precompetencia en el aparato de viga y suelo

	International Level Gymnasts				National Level Gymnasts			
	Beam		Floor		Beam		Floor	
	Pre-comp	Comp	Pre-comp	Comp	Pre-comp	Comp	Pre-comp	Comp
Wrist	93.08	63.50	86.75	60.79	37.73	57.77	30.38	35.27
Impact ^{abc}	(29.14)	(22.10)	(14.77)	(22.48)	(15.99)	(19.92)	(10.89)	(13.63)
Ankle	143.79	87.92	108.85	106.83	79.92	90.91	54.88	65.55
Impact ^{abc}	(34.58)	(22.19)	(30.19)	(31.55)	(18.58)	(24.64)	(17.51)	(12.98)
Landing ^{abc}	10.95	8.54	21.20	13.83	9.29	7.77	13.15	16.50
	(6.34)	(4.95)	(5.42)	(4.90)	(5.51)	(3.60)	(9.32)	(5.29)
Balance ^{abc}	8.47	26.63	0	11.00	6.83	3.90	1.40	2.21
	(6.47)	(16.34)		(8.33)	(7.09)	(1.41)	(0.55)	(1.05)
Rotation ^a	92.13	83.33	107.80	81.92	42.62	64.50	52.46	60.18
	(25.04)	(21.25)	(18.59)	(13.21)	(17.50)	(22.67)	(16.68)	(22.13)

Data presented as mean (standard deviation)

^a denotes main effect for group – international vs national ($p < 0.05$)

^b denotes main effect for apparatus – beam vs floor ($p < 0.05$)

^c denotes main effect for training phase – pre-competition vs competition ($p < 0.05$)

El nivel de participación^a demostró el efecto principal más fuerte con todas las variables dependientes alcanzando significancia. Los efectos principales para los aparatos^b y la fase de entrenamiento^c también estuvieron presentes en todas las variables dependientes, con la excepción de la rotación (Tabla 2 - abc).

Los análisis de regresión revelaron que el predictor más fuerte de la variabilidad observada en las rotaciones era el nivel de participación. Específicamente, las gimnastas internacionales ejecutaron una mayor frecuencia de rotaciones en comparación con las gimnastas nacionales.

Fuerzas de reacción del suelo

El promedio del pico de fuerzas de reacción del suelo (PGRF) se informan en relación con el peso corporal y se muestran en la Tabla 4. El aparato de suelo expuso rutinariamente a las gimnastas a **fuerzas mayores** en relación con el peso corporal que la viga. Del mismo modo, las extremidades inferiores fueron expuestas a **mayores PGRF** que las superiores, en ambos aparatos.

En la viga, el **salto split** expuso los tobillos de las gimnastas a la mayor PGRF (promedio de gimnastas internacionales = $4,51 \pm 1,09$ veces el peso corporal; promedio de gimnastas nacionales = $5,50 \pm 1,20$ veces el peso corporal). El impacto en el tobillo asociado a la **rondada** demostró la mayor PGRF en el suelo para las gimnastas de nivel internacional (promedio = $8,06 \pm 1,33$ veces el peso corporal) y nacional (promedio = $8,46 \pm 2,04$ veces el peso corporal).

Tabla 4. Fuerzas máximas de reacción del suelo, en relación con el peso corporal, aplicadas a las muñecas y tobillos para habilidades específicas fundamentales de gimnasia en suelo y viga

	International Mean (SD)	National Mean (SD)	Effect Size	Δ 95% CI	P Value
Beam Skills					
<i>Straight Jump (ankles)</i>	4.51 (1.09)	5.50 (1.20)	0.86	-0.988 -2.21 – 0.24	0.106
<i>Split Jump (ankles)</i>	5.89 (1.04)	5.59 (1.29)	0.26	0.296 -0.96 – 1.55	0.620
<i>Handstand (wrists)</i>	1.30 (0.20)	1.30 (0.14)	0	0.001 -0.18 – 0.18	0.988
<i>Handstand (ankles)</i>	1.66 (0.25)	1.82 (0.27)	0.61	-0.154 -0.43 – 0.13	0.260
<i>Cartwheel (wrists)</i>	1.04 (0.13)	1.17 (0.20)	0.77	-0.135 -0.32 – 0.05	0.135
<i>Cartwheel (ankles)</i>	2.04 (0.26)	2.31 (0.41)	0.79	-0.276 -0.65 – 0.09	0.132
<i>Backward Walkover (wrists)</i>	1.55 (0.34)	1.33 (0.25)	0.74	0.226 -0.97 – 0.55	0.155
<i>Backward Walkover (ankles)</i>	1.86 (0.24)	2.03 (0.18)	0.80	-0.172 -0.40 – 0.06	0.131
Floor Skills					
<i>Back Flip (wrists)</i>	4.10 (0.36)	3.99 (0.72)	0.19	0.109 -0.52 – 0.74	0.714
<i>Back Flip (ankles)</i>	5.87 (1.13)	6.09 (1.25)	0.18	-0.128 -0.60 – 1.17	0.739
<i>Handspring (wrists)</i>	2.41 (0.76)	2.37 (0.67)	0.06	0.045 -0.73 – 0.82	0.902
<i>Handspring (ankles)</i>	7.88 (1.46)	8.25 (2.53)	0.18	-0.370 -2.59 – 1.85	0.726
<i>Round off (wrists)</i>	2.19 (0.38)	1.99 (0.40)	0.51	0.204 -0.21 – 0.62	0.132
<i>Round off (ankles)</i>	8.06 (1.33)	8.46 (2.04)	0.23	-0.398 -2.24 – 1.45	0.651
<i>Split Leap (takeoff)</i>	3.41 (0.46)	3.30 (0.52)	0.22	0.108 -0.42 – 0.64	0.670
<i>Split Leap (landing)</i>	4.65 (0.93)	4.08 (0.50)	0.76	0.561 -0.24 – 1.36	0.156
<i>Jump Full Turn (ankles)</i>	5.03 (0.78)	4.79 (0.88)	0.29	0.238 -0.65 – 1.13	0.576

Carga de entrenamiento

Las diferencias de carga de entrenamiento eran evidentes entre el nivel de participación, las horas de entrenamiento y la frecuencia de las habilidades específicas de la gimnasia observadas. En cuanto a los patrones de movimiento específicos de la gimnasia, las gimnastas de **nivel internacional** registraron en general una **mayor frecuencia** de movimientos observados dentro de un período de entrenamiento estandarizado de 30 minutos. El nivel de participación influyó mucho en todas las habilidades específicas de la gimnasia y en la fase de entrenamiento. Los impactos en los tobillos fueron la medida más sensible de los movimientos específicos de la gimnasia. La frecuencia de los impactos en los tobillos varió según el nivel de participación, el aparato y la fase de entrenamiento.

La carga total de entrenamiento es mayor para las gimnastas de nivel internacional que para las de nivel nacional. Las gimnastas internacionales están expuestas a fuerzas de reacción del suelo de hasta 14 veces el peso corporal (Panzer, 1987) y entrenan 26 hs a la semana. Las gimnastas nacionales suelen estar expuestas a fuerzas de hasta 10 veces el peso corporal (Daly et al., 1999) y entrenan 14 horas a la semana. Además del aumento de la carga por el tiempo de exposición y las fuerzas de reacción del suelo, las gimnastas de nivel internacional realizaron más patrones de movimiento específicos de la gimnasia que las gimnastas nacionales, dentro de un período de tiempo igualado. **Por lo tanto, cuando se considera el total de horas de participación, la frecuencia de los patrones de movimiento y las fuerzas de reacción del suelo, la carga fue sustancialmente mayor para las gimnastas de nivel internacional.**

No hubo diferencias entre los grupos en cuanto a las fuerzas de reacción del suelo medidas.

Carga de entrenamiento - Frecuencia

De las tres variables independientes (nivel de participación, aparato y fase de entrenamiento), el nivel de participación parecía ser el que más influía en la variabilidad observada en las habilidades que implicaban rotaciones e impactos en la muñeca. Estas variables dependientes pueden estar fuertemente asociadas con el nivel de participación debido a las exigencias de habilidades más perfeccionadas que se requieren para tener éxito a medida que aumenta el nivel de participación. Por ejemplo, las gimnastas más hábiles realizan un mayor número de impactos en la muñeca combinando habilidades concretas (con principio y final) en una secuencia en serie y las rotaciones simples progresan hasta las rotaciones dobles. El aumento de las cargas de impacto asociadas a las gimnastas de nivel internacional se produjo independientemente de las horas de participación.

Entre las gimnastas de nivel internacional, las observaciones de menos impactos de tobillo en la viga durante la fase de competición que en la fase previa a la competición podrían ser sinónimo de más práctica "total" versus "parcial". El entrenamiento de las gimnastas de nivel internacional implicaba una demanda relativamente alta de elementos conectivos de danza, combinados con más habilidades en serie. El contraste de calidad de las habilidades puede explicar parcialmente la interacción para la fase de participación y entrenamiento en las observaciones de las habilidades de los miembros inferiores. Además, la ausencia de diferencias basadas en el aparato en los impactos en los tobillos para las gimnastas de nivel nacional puede sugerir una base de habilidades más limitada para practicar y perfeccionar durante las dos fases de entrenamiento.

Por el contrario, las frecuencias de aterrizaje observadas aumentaron para ambos aparatos entre las dos fases de entrenamiento de las gimnastas de nivel internacional. Las frecuencias observadas casi se duplicaron en la viga en comparación con el suelo. También se observó un aumento de los aterrizajes entre las fases de precompetición y competición del entrenamiento de las gimnastas de nivel nacional. Sin embargo, las tendencias diferían, ya que los aumentos en la fase de competición eran mayores en el suelo que en la viga. Durante la competición se produjeron más aterrizajes en ambos grupos, lo que podría atribuirse a la estrategia de prevención de lesiones que consiste en aterrizar en fosos de gomaespuma en la fase de precompetición del entrenamiento, cuando todavía se están perfeccionando las técnicas. Durante este estudio, los aterrizajes en el foso no fueron tenidos en cuenta debido a la falta de impacto y control durante el contacto. El nivel de participación y los efectos interactivos del aparato de mayores aterrizajes en la viga para las gimnastas de nivel internacional que para las de nivel nacional pueden atribuirse a una capacidad avanzada de habilidades basadas en el vuelo en la viga y tal vez a una mayor necesidad de practicar habilidades más avanzadas y desmontajes repetitivos, incluso durante la fase de competición.

Carga de entrenamiento - Fuerzas de reacción del suelo

No se observaron diferencias en la fuerza de reacción del suelo en relación con el peso corporal entre las gimnastas de alta (internacional) y baja (nacional) habilidad. Es posible que las fuerzas relativas al peso corporal observadas en el presente estudio hayan diferido entre los grupos si las habilidades se hubieran podido evaluar durante una secuencia de habilidades o movimientos, como una hilera de elementos. En cambio, las habilidades se evaluaron de manera aislada.

Las fuerzas de reacción del suelo de las que se informa en el presente estudio se comparan favorablemente con informes anteriores sobre gimnastas varones (Daly y otros, 1999). Las fuerzas de reacción del suelo vertical en la muñeca (Daly et al., 1999) oscilaron entre 1,5 y 3,6 veces el peso corporal de los gimnastas varones, en comparación con las 2,0 y 4,1 veces del peso corporal en el aparato de suelo en el presente estudio. Del mismo modo, el tobillo estuvo expuesto a fuerzas de reacción del suelo más elevadas que la muñeca, de cuatro a diez veces el peso corporal en el caso de los jóvenes gimnastas varones (Daly y otros, 1999) y de tres a ocho veces el peso corporal en las gimnastas mujeres del presente estudio.

Carga de entrenamiento - Entrenamiento periodizado

El entrenamiento periodizado se definió a partir de los resultados del presente estudio por la variación reconocida del volumen de entrenamiento (frecuencia observada de los movimientos específicos de la gimnasia) entre las fases. Los dos grupos de gimnastas demostraron diferencias discernibles en el entrenamiento periodizado para las fases de entrenamiento de precompetición y de competición. Sin embargo, el entrenamiento periodizado fue más evidente en las gimnastas de nivel internacional que en las de nivel nacional. Concretamente, las gimnastas de nivel internacional disminuyeron sus patrones de movimiento específicos de la gimnasia observados desde la fase previa a la competición hasta la fase de competición, mientras que las gimnastas de nivel nacional aumentaron sus patrones de movimiento. Esto puede deberse al aumento general de la duración del entrenamiento de las gimnastas de nivel internacional, que posteriormente distribuyen la práctica de la habilidad a lo largo de un mayor volumen de tiempo.

CONCLUSIÓN

Independientemente del tiempo, existen diferencias en las estimaciones de la carga de entrenamiento de las gimnastas de nivel internacional y nacional que actúan en aparatos de suelo y viga. Estas diferencias entre grupos existían en diferentes fases del año periodizado y entre aparatos. Las gimnastas de nivel internacional estuvieron expuestas a una mayor frecuencia de impactos que las gimnastas de nivel nacional en ambos aparatos a lo largo del programa periodizado. Este efecto fue aún más pronunciado con las mayores horas de exposición y las mayores fuerzas de impacto para "cargar" oportunidades.

Las fuerzas de reacción del suelo asociadas a las habilidades gimnásticas de nivel nacional fueron menores que las reportadas anteriormente para las habilidades gimnásticas de nivel internacional. Las diferencias entre los grupos no fueron evidentes en la ejecución de las habilidades gimnásticas fundamentales para las gimnastas más y menos hábiles.

Los entrenadores deben ser conscientes de que a medida que aumenta la frecuencia y la magnitud de los impactos, hay una mayor necesidad de implementar y seguir un programa de entrenamiento periodizado. Ese programa debe asegurar la longevidad de los atletas y minimizar el riesgo de lesiones.

REFERENCIAS

1. Bompa, T. O., & Carrera, M. C. (2005). *Periodization training for sports* (2 ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
2. Brooks, T. J. (2003). Women's collegiate gymnastics: A multifactorial approach to training and conditioning. *National Strength & Conditioning Association, 25*(2), 23-37.
3. Brown, E. W., Witten, W. A., Weise, M. J., Espinoza, D., Wisner, D. M., Learman, J., et al. (1996). Attenuation of ground reaction forces in salto dismounts from the balance beam. In J.M.C.S. Abrantes (Ed.) *Proceedings of the XIV international symposium on biomechanics in sport*, pp. 336-338. Lisboa Codex, Portugal: Edicoes FMH.
4. Caine, D. J., Bass, S., & Daly, R. (2003). Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Quite possibly. *Pediatric Exercise Science, 15*, 360-372.
5. Caine, D. J., Cochrane, B., Caine, C., & Zemper, E. (1989). An epidemiologic investigation of injuries affecting young competitive female gymnasts. *The American Journal of Sports Medicine, 17*(6), 811-820.
6. Caine, D. J., & Nassar, L. (2005). Gymnastics Injuries In D. J. Caine, & Maffuli, N. (Ed.), *Epidemiology of pediatric sports injuries, Individual sports. Medicine Sport Science*. (pp. 18-58). Basel: Karger.
7. Daly, R., Rich, P., Klein, R., & Bass, S. (1999). Effects of high-impact exercise on ultrasonic and biochemical indices of skeletal status: A prospective study in young male gymnasts. *Journal of Bone and Mineral Research, 14*(7), 1222-1230.
8. Davidson, P. L., Mahar, B., Chalmers, D. J., & Wilson, B. D. (2005). Impact modeling of gymnastics back-handsprings and dive-rolls in children. *Journal of Applied Biomechanics, 21*, 115-128.
9. Duke, P. M., Litt, I. F., & Gross, R. T. (1980). Adolescent's self assessment of sexual maturation. *Pediatrics, 66*(6), 918-920.
10. Kirialanis, P., Malliou, P., Beneka, A., Gourgoulis, V., Gíofstidou, A., & Godolias, G. (2002). Injuries in artistic gymnastic elite adolescent male and female athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 16*, 145-151.
11. Koh, T., J, Grabiner, M. D., & Weiker, G. G. (1992). Technique and ground reaction forces in the back handspring. *American Journal of Sports Medicine, 20*(1), 61-66.
12. McNitt-Gray J. (1991). Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sports Biomechanics, 7*, 201-223.
13. Panzer, V.P. (1987). Lower extremity loads in landings of elite gymnasts. *Unpublished doctoral dissertation, University of Oregon*.
14. Petrone, F. A., & Ricciardelli, E. (1987). Gymnastics injuries: The Virginia experience 1982-1983. *American Journal of Sports Medicine, 15*(1), 59-62.
15. Sabick, M. B., Goetz, R. K., Pfeiffer, R. P., Debeliso, M. and Shea, K.G. (2006). Symmetry in ground reaction forces during landing in gymnasts and non - gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 38*(5) Supplement: S23.
16. Schmitz, K. E., Hovell, M. F., Nichols, J. F., Irvin, V. L., Keating, K., Simon, G. M., et al. (2004). A validation study of early adolescents' pubertal self-assessments. *The Journal of Early Adolescence, 24*(4), 357-384.
17. Seegmiller, J. G., & McCaw, S. T. (2003). Ground reaction forces among gymnasts and recreational athletes in drop landings. *Journal of Athletic Training, 38*(4), 311-314.
18. Tanner, J. M. (1968). *Growth in Adolescence* (2 ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
19. Theintz, G. E., Howald, H., Weiss, U., & Sizonenko, P. C. (1993). Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *The Journal of Pediatrics, 122*(2), 306-313.
20. Verhagen, E., Mechelen, W., Baxter-Jones, A., & Maffulli, N. (2000). Aetiology and prevention of injuries in youth competition: contact sports. In N. Armstrong & W. Van Mechelen (Eds.), *Paediatric exercise science & medicine* (pp. 407). USA: Oxford University Press.