

Entrenamiento pliométrico sobre el índice elástico en niños no deportistas

Plyometric training on the elastic index of not athlete children

Rodrigo Cabrera Acuña¹
Víctor Díaz Narváez²
Claudio Montejo Soler³

Resumen

En el presente estudio se aplicó un entrenamiento pliométrico adaptado a un grupo de niños (n=15) no deportistas (12,8±0,8 años; 1,56±0,09 M; 48,7±8,5 Kg.), durante un periodo de seis semanas de entrenamiento dos veces por semana. El objetivo fue demostrar si es posible aumentar la potencia (P) de extremidades inferiores mediante el aumento del índice elástico (IE). Se midieron los saltos Squat Jump (SJ), y Countermovement Jump (CMJ) y se calculó P e IE. Los resultados del pre-entrenamiento (SJ=26,51±5,1 cm; CMJ=28,52±6,5 cm; P=1834±853,04 W; IE 8,17±3,7 %) y post-entrenamiento (SJ=28,46±6,2 cm; CMJ=32,07±6,9 cm; P=2018±871,39 W; IE=13,23±1,9 %) indican que se aumentó significativamente la variable IE (p<0,05). Los resultados obtenidos demuestran que este tipo de entrenamiento pliométrico puede estimular el componente elástico y neuromuscular en desmedro del componente contráctil, al obtenerse una ganancia relativa de

potencia, situación preponderante en la etapa de desarrollo de los niños.

Palabras clave: índice elástico, pliometría en niños, entrenamiento pliométrico, elasticidad

Abstract

This study used a plyometric training tailored to a group of non-athlete children (n=15) (12,8 ± 0,8 years; 1,56 ± 0,09 M; 48,7 ± 8,5 kg) over a period of 6 weeks training (twice weekly). The objective was to demonstrate whether it is possible to increase the power (P) of lower extremities by increasing the elastic index (EI). Jumps were measured Squat Jump (SJ) and Countermovement Jump (CMJ) and calculated P and EI. The results of the pre-training (26,51±5,1 SJ; 28,52±6,5 CMJ; 1834±853,04 P; 8,17±3,7 EI) and post-training (28,46±6,2 SJ; 32,07±6,9 CMJ; 2018±871,39 P; 13,23±1,9 EI) indicate that the variable was significantly increased EI (p <0.05). The results show that this type

Recepción: 01-11-2011 / Modificación: 15-04-2012 / Aceptación: 02-02-2013

Es artículo es un producto asociado a la investigación Influencia de un entrenamiento pliométrico sobre el índice elástico en niños no deportistas

- 1 Kinesiólogo, Licenciado. Docente Campo Clínico Area Traumatología. Instituto Profesional de Chile. Santiago, Chile. rodrigocabrera@gmail.com
- 2 Profesor de Metodología de la Investigación y Bioestadística. Doctor en Ciencias Biológicas (Ph.D). Director Regional Académico. Universidad Mayor. Sede Temuco, Chile. victor.diaz@umayor.cl
- 3 Magíster en Medicina y Ciencias Aplicadas al Deporte. Laboratorio Funcionalidad Escuela de Kinesiología Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago, Chile. claudiomontejo@gmail.com

Como citar este artículo: Cabrera, R., Díaz, V. Montejo, C. (2013) Entrenamiento pliométrico sobre el índice elástico en niños no deportistas. *Educación Física y Deporte*. 32(1), 1187-1196.

of plyometric training can stimulate the neuromuscular elastic component at the expense of the contractile component, obtaining a relative gain power, a situation prevailing in the developmental stage of children.

Keywords: elastic index, plyometrics in children, plyometric training, elasticity

Introducción

El presente trabajo surge de la experiencia de trabajar con niños de educación básica en la asignatura de educación física, observando sus capacidades y destrezas en diferentes actividades y deportes. La búsqueda constante de mejorar sus capacidades individuales y colectivas de modo que les permitan enfrentar nuevos retos a lo largo de su escolaridad, es en definitiva la que llevó a revisar entrenamientos no convencionales.

El entrenamiento pliométrico se ha desarrollado a partir de la necesidad de mejorar la capacidad de salto en disciplinas de alta competencia, el cual consiste en aumentar la fuerza explosiva al utilizar el componente elástico y contráctil del músculo esquelético. Este tipo de contracción se genera al producirse una contracción concéntrica precedida de una contracción excéntrica (Chimera, Swanik K., Swanik C. y Straub, 2004; Cometti, 2005; García, Herrero y De Paz, 2003; García, Herrero, Bresciani y De Paz, 2005; Verkhoshansky, 1999; Wilson y Flanagan, 2008).

Este aumento de fuerza en la fase concéntrica se obtiene como consecuencia de la energía elástica acumulada y la reacción refleja eferente, también conocida por reflejo miotático, en el cual es fundamental el mínimo tiempo entre la fase excéntrica y concéntrica, para no disipar esta energía en calor (García y col., 2003; García y col., 2005; Verkhoshansky, 1999). Mouche (2001), sugiere que la fase de transición no debe durar más de 200 ms.

A través de diversas investigaciones se ha comprobado el aumento de la eficiencia en el salto vertical con este tipo de entrenamiento (Chimera y col., 2004; Cometti, 2005; Faigenbaum, McFarland, Keiper, Tevlin, Ratamess, Kang y

Hoffman, 2007; García y col., 2003; García, Carrizo, Olivera, Sanagua, Acosta, Cappa, Arraguez, Sarmiento, Aparicio y Brizuela, 2005; Markovic, 2007), incluyéndose no solo en deportes que requieran la capacidad de saltar, sino también en variadas disciplinas como el levantamiento de pesas y el atletismo de velocidad.

Desde el punto de vista fisiológico, la adaptación neuromuscular es uno de los principales objetivos que persigue el entrenamiento pliométrico, esto se grafica a través de estudios electromiográficos en los cuales se ha demostrado el aumento del reclutamiento de fibras musculares y mayor co-activación (Chimera y col., 2004; Wilkerson, Colston, Short, Neal y Pixley, 2004; Lephart, Abt, Ferris, Sell, Nagai, Myers y Irrgang, 2005). Estos cambios se observan en protocolos que poseen una duración mayor a 6 semanas de entrenamiento (García y col., 2003; Faigenbaum y col., 2007).

Wilkerson y col. (2004), demostraron que el entrenamiento pliométrico en un grupo de 19 jóvenes basquetbolistas, incrementó la co-activación de cuádriceps e isquiotibiales a distintos torques, y concluyeron que este aumento en la co-activación disminuyó la incidencia de lesiones de ligamento cruzado anterior.

Del mismo modo se ha estudiado la posición, refiriéndose al ángulo de flexión de la rodilla, el tiempo entre la fase excéntrica-concéntrica, el número de saltos, el tiempo de descanso entre una serie y otra, la frecuencia de entrenamiento semanal y a largo plazo (Cometti, 2005). Todas estas variables darían paso a estructurar variados protocolos (García y col., 2003; Kotzamanidis, 2006; Markovic 2007; Maseda y Lopez, 2010), lo que dificulta la elección al momento de aplicarlo.

Según Verkhoshansky (1999), para obtener un aumento de la fuerza explosiva se requiere una altura de caída del salto de 0,75 mts., y para la fuerza máxima una altura de 1,10 mts.

Diallo, Dore, Duche y Praagh (2001), obtuvieron resultados favorables en niños futbolistas entre 12 a 13 años, a una altura de caída que no sobrepasaba los 0,40 mts. en un periodo de 10 semanas y con tres sesiones semanales.

De manera progresiva se han incorporado niños deportistas en los estudios desarrollados, con resultados favorables en cuanto al aumento de la altura del salto vertical e incluso al combinar diversos entrenamientos con la pliometría (Fai-genbaum y col., 2007; Markovic, 2007; Sáez, Requena y Newton, 2010). Sin embargo, no se especifica si este aumento favorable del salto vertical implique un incremento del índice elástico.

El índice de elasticidad (IE) no determina la altura del salto, sino que representa una medida de eficiencia mecánica que contribuye a la mejor utilización de la energía cinética (impulso) en la ejecución de un salto; por lo tanto, aunque hay atletas que tienen una gran capacidad de salto, presentan una deficiencia en el índice elástico, (Contreras, Vera y Díaz 2006).

González y Gorostiaga (2002), lo definen como la capacidad para utilizar, durante una contracción concéntrica, la energía almacenada durante la contracción excéntrica que le precede; además, refiere que la utilización de esta energía elástica fluctuaría con un índice de elasticidad superior, entre el 6 – 9%. Bajo este nivel se reflejaría un mal aprovechamiento de la energía elástica.

La medición de este índice está determinada por la diferencia entre el Squat Jump (SJ) y Countermovement Jump (CMJ) (Fórmula 1) (González, Díaz, García, Mora, Castro y Facio, 2007; González, Caraballo, Gómez, Fernández y Román, 2010).

$$\text{(Fórmula 1) IE} = \frac{\text{CMJ} - \text{SJ}}{\text{SJ}} \times 100$$

Sobre la base del conocimiento de los componentes pliométricos y métodos de entrenamiento que podrían ser realizados en niños no deportistas, surge el interrogante de efectuar un entrenamiento pliométrico adaptado específicamente para ellos.

El objetivo de esta investigación fue demostrar si es posible aumentar la potencia muscular de las extremidades inferiores en niños no deportistas de 12 a 15 años, mediante un entrenamiento pliométrico basado en el aumento del índice elástico.

Método

Participantes

Corresponde a una muestra intencionada de 15 niños (12,8±0,8 años; 1,56±0,09 M; 48,7±8,5 Kg.), estudiantes de enseñanza básica de la Escuela Municipal Inglaterra de la comuna de Quinta Normal de la ciudad de Santiago de Chile, que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Estos se inscribieron voluntariamente al estudio y contaron con la autorización de sus apoderados. Previamente al comienzo del estudio, todos ellos fueron debidamente informados acerca del propósito y características de la investigación.

Los criterios de inclusión fueron: a) Ser partícipes de las clases de educación física y cumplir con cuatro horas semanales; b) Edades comprendidas entre 12 a 15 años y c) Consentimiento informado de alumnos y apoderados.

Los criterios de exclusión fueron: a) Lesiones músculo-esqueléticas que impidan ejecutar correctamente el salto; b) Pertener a un club deportivo y/o gimnasio; c) Índice de masa corporal (IMC) fuera del rango normal, (Ministerio de Salud, 2003).

Instrumentos

Las mediciones de IMC, SJ y CMJ se realizaron con los siguientes elementos: a) Cinta métrica; b) Balanza digital; c) Goniómetro manual; d) Plataforma de salto marca Axon Jump M y Software Axon Jump 4.0.

Para el entrenamiento pliométrico se utilizaron los siguientes materiales: a) Dos escaleras de coordinación de 5 x 0,5 M; b) 20 Steps de 15 cm; c) 20 Conos de 30 cm; d) 20 Vallas de 40 cm.

El registro de las mediciones, cálculos de IE, potencia (P), e IMC se realizó en el programa Excel de Microsoft Office versión 2007.

Procedimientos

Para evaluar los saltos SJ y CMJ se utilizó el protocolo de Bosco. Estos saltos se entrenaron durante dos semanas previas a la medición

(4 sesiones) con el fin de lograr un mayor rendimiento, ya que de este modo se permite una mayor coordinación y técnica. (González y col., 2007; Sáez 2004).

Medición de SJ

Consiste en la realización de un salto vertical máximo desde la posición de flexión de rodillas de 90°, sin ningún movimiento previo; esta posición se mantiene durante cinco segundos para no interferir en la medición y eliminar la energía elástica acumulada (Garrido y González, 2004). Los miembros superiores no intervienen en el salto, puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización de salto. Al saltar, el evaluado debe mantener el cuerpo erguido, piernas extendidas y efectuar la caída en el mismo lugar de inicio. Se registra el mejor resultado de tres intentos (Garrido y col., 2004; Mouche, 2001).

Medición CMJ

Desde la posición erguida se ejecuta una flexión de rodillas hasta los 90° y se realiza inmediatamente un salto vertical al esfuerzo máximo; se mantienen las manos sujetas a sus caderas. La prueba se realiza tres veces y se registra el mejor resultado obtenido (Garrido y col., 2004; Mouche, 2001).

Cálculo de P

El cálculo de la potencia ha sido desarrollado por diversos autores en relación a la masa del sujeto, aceleración de gravedad y altura alcanzada en el salto. Idealmente esta medición se realiza con una plataforma de fuerza, pero debido al elevado costo se desarrollan ecuaciones que se aproximan a la potencia (Sayer, Harackiewicz, Harman, Frykman y Rosenstein, 1999).

La altura (Fórmula 2) se estimó en función del tiempo de vuelo del salto vertical (Bosco, Luhtanen y Komi, 1983; Di Giminiani y Scrimaglio, 2006).

$$(Fórmula 2) h = t^2 \times 1,226. [M]$$

Donde:

h = es la altura

t = el tiempo de vuelo.

Finalmente la potencia de extremidades inferiores (Fórmula 3) se calculó con la fórmula de Sayers (Sayer y col., 1999). Esta fórmula se utilizó para establecer una normativa en las escuelas de Inglaterra a 1845 niños de 10 a 15 años (Taylor, Cohen, Voss y Sandercock, 2010).

$$(Fórmula 3) P = (60.7 \times \text{altura CMJ}) + (45.3 \times \text{peso}) - 2055. [W]$$

Entrenamiento pliométrico

La primera unidad del programa de Educación Física "Ejercicio físico y salud" de los niveles de sexto a octavo año descritas por el Ministerio de Educación de Chile (Ministerio de Educación, 2004), tiene como principal característica desarrollar habilidades mediante el entrenamiento progresivo de diferentes actividades; este entrenamiento pliométrico se fundamentó bajo el mismo criterio.

Se realizaron dos sesiones semanales (martes y jueves) de aproximadamente 40 minutos de duración, durante seis semanas, en el gimnasio de la Escuela Inglaterra, comuna de Quinta Normal, Santiago de Chile.

El entrenamiento desarrollado se inició con un calentamiento de 10 a 15 minutos que comprendió movilidad articular, trote suave de cinco minutos, ejercicios en desplazamientos que involucran extremidades superiores e inferiores, para finalizar con elongaciones del tipo balístico. Cada calentamiento fue diferente para lograr la adhesión del alumno al entrenamiento.

En la tabla 1, se describen las actividades realizadas, sesiones, descansos entre series y respectivas cantidades de saltos, durante el entrenamiento.

El diseño de este entrenamiento pliométrico se basó fundamentalmente en el aumento progresivo de las alturas de salto y en el circuito de vallas y steps propuesto durante las semanas quinta y sexta (Figura 1). El propósito de este circuito consistió en estimular el componente elástico al mantener la altura de caída y disminuir el componente contráctil al restar la altura del salto siguiente. Para ello se incluyó un step de 15 cm. adelante de las vallas de 40 cm.

El ángulo de flexión de rodilla para todos los saltos efectuados durante las seis semanas de entrenamiento fue alrededor de los 70° a 90°

en concordancia con estudios realizados por Cometti (2007) y García y col. (2005).

Al finalizar cada entrenamiento se efectuó la fase de vuelta a la calma que consistió en elongaciones estáticas por grupos musculares.

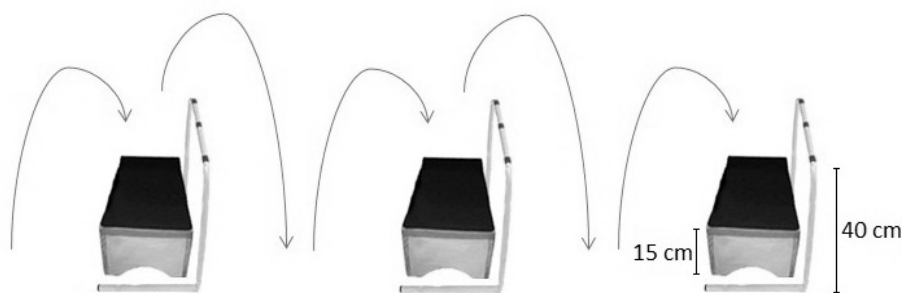
Estadística

Los datos primarios fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en concordancia con Hair, Anderson, Tatham y Black (2001). Posteriormente, fueron sometidos a estudios

Tabla 1. Diseño de entrenamiento pliométrico adaptado a niños no deportistas

| | Actividades | Sesiones | Series | Salto | Descansos | Salto por sesión |
|----------|---|----------|--------|-------|-----------------------|------------------|
| Semana 1 | Salto a nivel del suelo en escalera de coordinación | 1-2 | 15 | 10 | 3-5 min. c / 5 series | 150 |
| Semana 2 | Circuitos de saltos sobre steps de 15 cm | 3-4 | 14 | 10 | 3-5 min. c / 7 series | 140 |
| Semana 3 | Circuitos de saltos sobre conos de 30 cm | 5-6 | 15 | 10 | 3-5 min. c / 5 series | 150 |
| Semana 4 | Circuitos de saltos sobre vallas de 40 cm | 7-8 | 14 | 10 | 5 min. c / 4 series | 140 |
| Semana 5 | Circuito de vallas y steps | 9-10 | 16 | 10 | 5 min. c / 4 series | 160 |
| Semana 6 | Circuito de vallas y steps | 11-12 | 16 | 10 | 5 min. c / 4 series | 160 |

Figura 1. Circuito de vallas y steps propuesto por los autores



descriptivos mediante los estadígrafos media, desviación estándar, error típico de la media y coeficiente de variación en concordancia con Díaz (2009a). Los tratamientos fueron comparados mediante la prueba T-Student para datos apareados, en concordancia con Díaz (2009a) y Díaz (2009b). El nivel de significación fue de $\alpha = 0,05$.

Resultados

Los resultados de la estimación de normalidad en las variables de interés en el presente estudio

se presentan en la Tabla 2. En todos los casos la prueba de Shapiro-Wilk no fue significativa ($p > 0,05$); como consecuencia se induce que las variables analizadas se distribuyen normalmente.

Los resultados de la estimación de los estadígrafos de las covariables examinadas en este trabajo se presentan en la Tabla 3. En todos los casos los coeficientes de variación fueron bajos, con excepción de la covariable peso cuyo valor es relativamente alto en relación con los otros valores del coeficiente de variación estimados.

Tabla 2. Resultados de la aplicación de la prueba de normalidad a los datos de las variables comparadas pre y post

| | Shapiro-Wilk | | |
|----------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| SJ Pre | ,965 | 15 | ,780 |
| CMJ Pre | ,947 | 15 | ,477 |
| IE Pre | ,940 | 15 | ,385 |
| P Pre | ,982 | 15 | ,980 |
| SJ Post | ,958 | 15 | ,664 |
| CMJ Post | ,978 | 15 | ,952 |
| IE Post | ,936 | 15 | ,335 |
| P Post | ,990 | 15 | ,999 |

Tabla 3. Resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos

| | Media | N | Desviación típ. | Error típ. de la media | Coefficiente de Variación (%) |
|--------------------------|---------|----|-----------------|------------------------|-------------------------------|
| Edad | 12,8667 | 15 | ,83381 | ,21529 | 6,48 |
| Peso (Kg.) | 48,2933 | 15 | 8,59888 | 2,22022 | 17,80 |
| Altura (M) | 1,5643 | 15 | ,09556 | ,02467 | 6,10 |
| IMC (kg/M ²) | 19,5747 | 15 | 1,54379 | ,39861 | 7,88 |

La Tabla 4, presenta los resultados de la estimación de los estadígrafos de las variables comparadas pre y post de la aplicación de la

intervención. En todos los casos se observa que las medias tienden a ser diferentes antes y después de producida la intervención.

Tabla 4. Resultados de la estimación de los estadígrafos de las variables pre y post

| | | Media | N | Desviación típ. | Error típ. De la media |
|-------|----------|------------|----|-----------------|------------------------|
| Par 1 | SJ Pre | 26,50667 | 15 | 5,045007 | 1,302615 |
| | SJ Post | 28,46000 | 15 | 4,879081 | 1,259773 |
| Par 2 | CMJ Pre | 28,52000 | 15 | 4,783035 | 1,234974 |
| | CMJ Post | 32,06667 | 15 | 5,096170 | 1,315826 |
| Par 3 | IE Pre | 8,17750 | 15 | 5,553924 | 1,434017 |
| | IE Post | 13,23491 | 15 | 9,352094 | 2,414700 |
| Par 4 | P Pre | 1863,85200 | 15 | 513,045855 | 132,467870 |
| | P Post | 2079,13467 | 15 | 510,759479 | 131,877531 |

Los resultados de la comparación entre las variables pre y post se presentan en la tabla 5. En el caso de la variable IE, los resultados fueron significativos ($p < 0,05$), lo cual indica que la media de esta variable aumentó después de aplicar la intervención. En las otras variables se observaron

diferencias altamente significativas ($p < 0,005$), lo cual demuestra que las medias son diferentes después y antes de la intervención. Específicamente, estas medias fueron superiores después de haber aplicado la intervención examinada.

Tabla 5. Resultados de la comparación de las variables estudiadas pre y post

| | | Diferencias Relacionadas | | | | | t | Gl | Sig. (bilateral) |
|-------|--------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|----------|-------|----|------------------|
| | | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media | 95% I. C. para la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | SJ Pre - SJ Post | -1,95333 | 2,056997 | ,53111 | -3,09246 | -,814206 | -3,67 | 14 | ,002 |
| Par 2 | CMJ Pre - CMJ Post | -3,54666 | 2,753664 | ,71099 | -5,07159 | -2,02173 | -4,98 | 14 | ,000 |
| Par 3 | IE Pre - IE Post | -5,05741 | 8,692702 | 2,2444 | -9,87127 | -,243555 | -2,25 | 14 | ,041 |
| Par 4 | P Pre - P Post | -215,282 | 167,1474 | 43,157 | -307,845 | -122,719 | -4,98 | 14 | ,000 |

Discusión

El entrenamiento aplicado a este grupo de niños (con un 91,1% de asistencia), corresponde a un entrenamiento progresivo de moderada intensidad que, según la literatura investigada, refiere cambios a partir de seis semanas de entrenamiento. (Faigenbaum y col., 2007; García y col., 2003; Markovic 2007; Sáez 2010).

Consideramos que el aumento del IE se debe principalmente al circuito de vallas y steps implementados durante las semanas quinta y sexta. Para lograr el objetivo de aumentar la potencia

a través del IE, y al considerar que éste depende principalmente del incremento de la altura del salto en CMJ (Fórmula 1), se utilizó la estrategia de favorecer el salto en CMJ, al mantener la altura de caída de 40 cm y disminuir el componente contráctil, restando la altura de la valla al incorporar un step.

Además, el ejercicio debía poseer un carácter lúdico, para generar la mayor adherencia por parte de los niños y un mínimo stress del sistema músculo esquelético. A diferencia de lo que ofrece un típico salto de vallas a niños que no participan en una liga o club deportivo, ejercicio que fue aplicado durante la cuarta semana y en

donde los niños efectivamente refirieron mayor cansancio físico, pero en ningún caso se manifestaron lesiones o disminución en la participación al entrenamiento.

Al considerar los aspectos señalados tanto de Faigenbaum y Myer (2010) como de Marginson, Rowlands, Gleeson y Eston, (2005), y tomando en cuenta que la base de este entrenamiento es de alto rendimiento y cuenta con cierto grado de impacto para las estructuras articulares y ligamentosas, fue necesaria la aplicación del método con precaución, supervisión; respetando tiempos de recuperación y descanso, una implementación deportiva adecuada y sobre una superficie de poco impacto (Verkhoshansky, 1999; García y col., 2003). Este criterio se utilizó al incrementar progresivamente las alturas de los saltos, cantidad de saltos y descansos entre series.

La cantidad de saltos aplicados fue de un promedio de 150 saltos por sesión, éstos se ajustaron en relación a los datos obtenidos por Diallo y col. (2001) y a la clasificación de los cinco niveles de intensidad de ejercicios pliométricos según Bompa (2004).

Las mediciones de post entrenamiento se realizaron en la cuarta semana, período en el cual se manifiesta el efecto retardado (Verkhoshansky, 1999; García y col., 2005; Cometti, 2005). Según García y col. (2005), este efecto se manifiesta en las semanas dos, cuatro y seis, incrementándose en forma significativa hasta en un 6% más, luego de haber finalizado un entrenamiento de ocho semanas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Chimera y col. (2004) que incrementaron en un 5,8 % de forma significativa en atletas que entrenaron durante 6 semanas con pliometría.

En un futuro estudio se sugiere eliminar los saltos con vallas por lo expuesto anteriormente e implementar desde la cuarta semana el salto con vallas y steps propuesto en este trabajo incorporando tanto a niños como a niñas con un IMC en un rango mayor (considerar a los bajo y sobre peso).

Conclusión

El entrenamiento propuesto cumple con el objetivo de aumentar la potencia en extremidades inferiores y del mismo modo incrementar el índice elástico. Este aumento indica que el entrenamiento aplicado favorece la capacidad de utilizar la energía elástica acumulada y sugiere una buena utilización del componente elástico sobre el contráctil.

Con los resultados obtenidos, se quiere demostrar que existen ciertos tipos de entrenamiento pliométrico que pueden estimular el componente elástico y neuromuscular del músculo esquelético en desmedro del componente contráctil, al obtenerse una ganancia relativa de potencia; situación preponderante en la etapa de desarrollo de los niños.

Durante la ejecución del entrenamiento no se registró lesión alguna, lo cual indica que con la adecuada planificación, supervisión e implementación, el entrenamiento propuesto es seguro.

Finalmente se sugiere evaluar la incorporación de este tipo de entrenamiento en el programa escolar de Educación Física y a su vez desarrollar nuevos estudios en niños no deportistas al incorporar entrenamientos no convencionales, con el fin de promover el desarrollo del deporte escolar.

Referencias

- Bosco, C.; Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in Jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273–282.
- Bompa, T. (2004). Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes. *La pliometría para el desarrollo de la máxima potencia*. España: INDE.
- Chimera, N.; Swanik, K.; Swanik, C., & Straub, S. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 24–31.
- Cometti G. (2005). *Los métodos modernos de musculación*. 4ta ed. España: Paidotribo.
- Contreras, D.; Vera, O., y Díaz, G (2006). Análisis del índice de elasticidad y fuerza reactiva, bajo

- el concepto de longitudes y masas segmentales de los miembros inferiores. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 11(96).
- Diallo, O.; Dore, E.; Duche, P., & E Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 342-348.
- Díaz, V. (2009a). Experimentos de comparación simple. En R. y U. Finis Terrae (Eds.), *Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística para Profesionales y Estudiantes de Ciencias Médicas* (pp. 312-315). Chile: RIL.
- Díaz, V. (2009b). Errores estadísticos frecuentes al comparar dos poblaciones independientes. *Revista Chilena de Nutrición* 36(4): En prensa.
- Di Gimini, R., y Scrimaglio, R. (2006). Center of gravity height calculation and average mechanical power during jump performance. *Italian Journal of Sport Sciences*, 13, 78–84
- Faigenbaum, A.; McFarland, J.; Keiper, F.; Tevlin, W.; Ratamess, N.; Kang, J., & Hoffman, J. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, 6, 519–525.
- Faigenbaum, A., & Myer, G. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 56–63.
- García, D.; Herrero, J., y De Paz, J. (2003). Metodología del entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3(12), 190–204.
- García, D.; Herrero, J.; Bresciani, G., y De Paz, J. (2005). Análisis de las adaptaciones inducidas por cuatro semanas de entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 5 (17), 68–76.
- García, J.; Carrizo, E.; Olivera, J.; Sanagua, J.; Acosta, G.; Cappa, D.; Arraguez, C.; Sarmiento, S.; Aparicio, F., y Brizuela, F. (2005). Efecto retardado de un entrenamiento de pliometría en jugadoras de voleibol. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 10(81).
- Garrido, R. y González, M. (2004). Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 10(78).
- González, J.; Carballo, I.; Gómez, R.; Fernández, J.; Román, M. (2010). Propuesta para calcular el índice de elasticidad máxima en miembros inferiores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(39),356–368.
- González, J.; Díaz, N.; García, L.; Mora, J.; Castro, J., y Facio, M. (2007). La capacidad de salto e índice de elasticidad en educación primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 7(28):359–373.
- González, J. y Gorostiaga, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. España: INDE.
- Hair, J.F., Anderson, y Col. (1999). Análisis multivariante. España: Prentice Hall Iberia.
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 441-445.
- Lephart, S.; Abt, J.; Ferris, C. ; Sell, T. ; Nagai, T. ; Myers, J., & Irrgang, J. (2005). Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 932–938.
- Marginson, V.; Rowlands, A.; Gleeson, N., & Eston, R. (2005). Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. *Journal of Applied physiology*, 99, 1174–1181.
- Maseda, D., y Lopez, N. (2010). Propuesta metodológica para enseñanza y práctica de ejercicios pliométricos para los grupos musculares de los miembros inferiores en gimnastas femeninas de las categorías 9 – 10 años. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 14(142).
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 349–355.
- Ministerio de Educación de Chile (2004). Programa de estudio de educación básica, educación física NB5. Unidad de curriculum y evaluación. Chile: Ministerio de Educación.
- Ministerio de Salud de Chile (2003). Norma técnica de evaluación nutricional del niño de 6 a 18 años. Chile: El Ministerio de Salud.

- Mouche, M. (2001). Evaluación de la potencia anaeróbica con ergojump. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 6(30).
- Sáez, E. (2004). Variables determinantes en el salto vertical. *Lecturas, Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 10(70).
- Sáez, E.; Requena, B., & Newton, R. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science Medicine in Sports*, 13, 513–522.
- Sayer, S.; Harackiewicz, D.; Harman, E.; Frykman, P., & Rosenstein, M. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 31, 572-577.
- Taylor, M.; Cohen, D.; Voss, C., & Sandercock G. (2010). Vertical jumping and leg power normative data for English school children aged 10-15 years. *Journal of Sport Science*, 28(8), 867-872.
- Verkhoshansky Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico*. España: Paidotribo.
- Wilkerson, G.; Colston, M.; Short, N.; Neal, K., & Pixley, J. (2004). Neuromuscular Changes in Female Collegiate Athletes Resulting From a Plyometric Jump-Training Program. *Journal of Athletic Training*, 39(1),17–23.
- Wilson, J., & Flanagan, E. (2008). The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: A brief review. *Journal of Strength Conditioning Research*, 22(5), 1705–1715.