

# EFFECTOS DE DOS FORMAS DE PERIODIZAR LA CARGA (LINEAL Y DOBLE ONDULADA) EN EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA, SOBRE LA CINEMÁTICA DE LA SALIDA ESTÁTICA VOLUNTARIA EN PATINADORES DE CARRERAS PRE PÚBERES.

## DENNIS CONTRERAS

Profesor Universidad de Pamplona

Magister en Educación Física Mención Fisiología del Ejercicio

Director Grupo de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano, Universidad de Pamplona

[Dennis.contreras@unipamplona.edu.co](mailto:Dennis.contreras@unipamplona.edu.co)

## DIEGO ROJAS J.

Especialista en Entrenamiento Deportivo, Programa de Educación Física, Universidad de los Llanos, Colombia.

## OSCAR ANTONIO PALOMINO GAMBOA

Doctor en Neurociencias y Biología del Comportamiento.

Director departamento de Educación Física, Recreación y Deportes, Universidad de Pamplona.

[opalominog@yahoo.es](mailto:opalominog@yahoo.es)

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue investigar los efectos de dos formas de periodizar la carga (lineal y doble ondulada) en el entrenamiento de la fuerza sobre el rendimiento específico en patinadores de carreras pre-púberes. Doce (12) patinadoras de las categorías menores, con edades (9.5 años) estadio Tanner 1, integrantes del grupo de entrenamiento Speed Cats, con una edad deportiva promedio de 1,5 años, de la ciudad de Villavicencio, Colombia. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los dos grupos de la siguiente forma: el grupo periodización ondulatorio (n=5) y el grupo periodización lineal (n=7). Los resultados del estudio sugieren que para la prueba salida estática en las variables: velocidad y aceleración de (0-5 y de 5-10 metros), distancia de paso derecho e izquierdo y velocidad de paso derecho, la mayor ganancia porcentual se presentó en la periodización ondulante. La periodización lineal generó mayor ganancia en la variable velocidad paso izquierdo. Los resultados arrojados tras el análisis estadístico son determinantes demostrando que el grupo de periodización ondulatoria fue más efectiva en comparación del grupo de periodización lineal. La propuesta de intervención diseñada para el presente estudio fue optima, ya que ninguno de los deportistas que participaron en el desarrollo de la investigación no presentaron lesión durante y después de la aplicación de la intervención.

**Palabras claves:** Periodización, entrenamiento de la fuerza, rendimiento, patinaje de carreras, pre-púberes, especialización deportiva.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of two forms of periodization load (linear and undulating) in the training of Special Forces in the short term, and their effects on specific performance for skaters who race in pre-pubertal races. Twelve (12) skaters from the under 18s category, aged (9.5 years) Tanner stage 1, members of the Speed Cats training group, with an average age of 1.5 years in sports,

.....  
*Artículo recibido 14 de septiembre del 2012  
y aceptado para su publicación el 18 de  
octubre del 2012.*

*Se considera un artículo T 1 de Investigación  
científica y tecnológica*

from Villavicencio, Colombia. Participants were randomly assigned to each of the two groups as follows: the group of undulating periodization ( $n = 5$ ) and the group of linear periodization ( $n = 7$ ). The study results suggest that static output test variables: speed and acceleration (0-5 and 5-10meters), distance from right step and left and right step speed, with the largest percentage gain made in the undulating periodization. The linear Periodization generated higher returns in the variable speed from the left step. The results obtained after statistical analysis are crucial to demonstrate that the group of undulating periodization was more effective compared to the group of linear periodization. The proposed intervention designed for this study was optimal, since none of the athletes who participated in the development of the research showed any injury during and after the application of the intervention.

**Key words:** Periodization, strength training, performance, skating races, pre-pubertal, sports specialization.

## INTRODUCCION

El entrenamiento deportivo es un reto que implica a los profesionales de esta disciplina reunir un cumulo de conocimiento que involucra diversas áreas del conocimiento como la fisiología, la teoría de entrenamiento, la biomecánica, la estadística, la didáctica, entre otras, y más aún cuando la población con la que se trabaja es la infantil; además de lo anterior, para el trabajo con estas poblaciones se hace necesario un conocimiento profundo acerca de los procesos de maduración y crecimiento por los que están pasando, siendo estos los indicadores más importantes para la selección y aplicación de las cargas de entrenamiento; es así como se evidencia, a través de la historia, que procesos mal orientados conllevan daños severos a los organismos de individuos sometidos a cualquier tipo de entrenamiento. En las condiciones del deporte actual, donde la especialización temprana es un fenómeno incontrolable, es determinante identificar las posibilidades metodológicas de estimular el rendimiento físico de los sujetos con la clara salvedad de prevenir y evitar lesiones ocasionadas por el sometimiento a procesos de entrenamiento rigurosos a muy tempranas edades.

Las investigaciones científicas, desarrolladas en los últimos años han demostrado que el entrenamiento de fuerza sistemático, aplicado de forma adecuada y debidamente supervisado, es una herramienta esencial para estimular adaptaciones positivas en el organismo de niños y jóvenes de ambos sexos (American Academy Pediatrics 2001, Faigenbaum, et al. 1996a, Faigenbaum, et al. 1996b).

Dentro de las ciencias médicas y del deporte son muchas las investigaciones relacionadas con la actividad física en edades tempranas, y en la actualidad son muchos los autores que se han orientado a profundizar cuestiones relacionadas con el entrenamiento infantil y, aun más, con el entrenamiento de la fuerza en estas edades, siendo evidente que aún existe un manto de duda sobre esta temática en el ámbito nacional, teniendo en cuenta que la estimulación de la fuerza durante la niñez y la adolescencia ha recibido considerable atención pública y científica en los últimos años. Una de las cuestiones que con frecuencia preocupan a los padres y profesionales del deporte es cómo la

participación deportiva y particularmente el entrenamiento de sobrecarga, que se encuentra vinculado a esta, afectará el crecimiento de sus hijos o generara algún tipo de efecto secundario ¿Cuáles serán las características más apropiadas para el diseño e implementación de un programa de entrenamiento de fuerza en estas edades?. Para atender dichas preocupaciones se han señalado áreas clave del entrenamiento de sobrecarga durante los años de crecimiento que incluyen su efectividad, su posible efecto sobre el crecimiento y por supuesto la seguridad del entrenamiento (Falk y Tenenbaum, 2003).

Evidencia científica corrobora que el entrenamiento de fuerza isométrica y de la fuerza dinámica ha mostrado producir mejoras considerables tanto en niños pre-púberes como en adolescentes (Rowland, 2005, Tolfrey, 2008). Los hallazgos de dos meta-análisis llevados acerca del entrenamiento con sobrecarga en niños y adolescentes, respaldan esta afirmación (Falk and Tenenbaum, 1996, Payne et al., 1997). En el meta-análisis realizado por Falk y Tenenbaum se determinó que las ganancias en la fuerza muscular con el entrenamiento con sobrecarga eran de aproximadamente un 13-30% mayores de las que se esperarían por el proceso de crecimiento y maduración, y además las mayores ganancias absolutas y relativas se observaron en los niños de menor edad. En el meta-análisis realizado por Payne, los autores concluyeron que, sin considerar las características de los participantes o del estudio, los niños y los jóvenes pueden exhibir incrementos significativos en la fuerza muscular como resultado del entrenamiento con sobrecarga.

Además de la mejora en la fuerza mediante el entrenamiento con sobrecarga, parece que el mismo puede derivar en mejoras del rendimiento deportivo (Faigenbaum, 2001, Kraemer et al., 1989b) y reducir la susceptibilidad a las lesiones (American Academy of Pediatrics, 2001). El entrenamiento de fuerza debidamente planificado y supervisado ha mostrado mejorar significativamente los niveles de fuerza en niños y jóvenes por encima de los niveles producidos por su normal desarrollo y maduración (Faigenbaum 2000). Los niños entrenados en fuerza han mostrado mejoras significativas en el rendimiento en diversas actividades deportivas

como los deportes de conjunto (fútbol, baloncesto, béisbol etc) así como una menor incidencia de lesiones durante la práctica deportiva habitual (Faigenbaum 2006). Igualmente se han observado mejoras de la destreza en el rendimiento motor, la aptitud cardiorrespiratoria, la densidad mineral ósea, y la composición corporal en niños que entrenaron con sobrecarga. (Faigenbaum, et al, 1993; Lillegard, y cols, 1997; Morris, 1997; Ramsay y cols, 1990).

Las mejoras de la fuerza y en la hipertrofia muscular en adultos están relacionadas con una interacción entre mecanismos hormonales y neurales. Sin embargo, en los niños pre-púberes, la hipertrofia muscular no es considerada como uno de los principales factores que promuevan el incremento de la fuerza. Cuando un adulto lleva a cabo un entrenamiento con sobrecarga, las ganancias en la fuerza, en las primeras tres a cinco semanas, se producen principalmente a través de mecanismos neurales, y luego de este período a través del incremento en el tamaño de las fibras musculares (Izquierdo, 2008).

En relación con las adaptaciones neurales, los datos sugieren que desempeñan un rol significativo (Ozmun et al., 1994, Ramsay et al., 1990). Solo en base a la falta de evidencia de hipertrofia muscular observada en algunos estudios, las ganancias de fuerza han sido atribuidas a adaptaciones neurológicas y neuromotoras (Blimkie, 1992, Blimkie et al., 1993, Sailors and Berg, 1987). Ozmun et al (1994) observaron que, luego de un programa de entrenamiento de 8 semanas en 8 niños pre-púberes, se produjo una mejora del 27.8% y del 22.6% en la fuerza isocinética e isotónica de los brazos, respectivamente. Al mismo tiempo se observó un incremento en la amplitud del EMG del 16.8%, lo que muestra la posibilidad de una mejora de la actividad neural con el entrenamiento de la fuerza en niños.

Ramsay et al (1990) trató de identificar si los cambios en la fuerza muscular se debieron a la hipertrofia y/o a la actividad neurológica. Para ello 13 niños realizaron un programa de entrenamiento con sobrecarga de 20 semanas de duración. En este estudio el entrenamiento resultó en un incremento del 13.2% y del 17.4% en la actividad de las unidades motoras de los flexores del codo y de los extensores de la rodilla, respectivamente. Dado que no se observaron incrementos correspondientes en el tamaño muscular, los datos resultantes sugieren una mejora en la tensión específica de contracción (fuerza por área de sección cruzada muscular).

Se cree que las adaptaciones neurológicas se producen predominantemente en las primeras fases del entrenamiento. Esto es respaldado por los hallazgos de Ramsay et al (1990) quienes observaron un mayor incremento en la activación de las unidades motoras en niños en las primeras 10 semanas de entrenamiento que en las segundas 10 semanas. Para Faigenbaum (2000), Klimt (1987), y Martin, et al. (2005b), es importante identificar en que momento el sistema nervioso se encuentra en pleno proceso de maduración y desarrollo, ya que el tiempo de reacción mejora luego de los 6 años y hacia los 9 o 10 años, donde se alcanza la fase de máximo aprovechamiento coordinativo y es donde se obtiene una gran capacidad para aprender gestos técnicos y veloces. Esto podría sugerir que los niños que comienzan más temprano con el entrenamiento de la fuerza y que son menos experimentados que los adultos, exhibirán mayores adaptaciones neurológicas en

respuesta al entrenamiento con sobrecarga.

Sin embargo, Faigenbaum et al (1999) observaron, en niños de 5-12 años, incrementos similares en la fuerza máxima con programas de entrenamiento de cargas altas y bajas repeticiones y con un entrenamiento de cargas bajas y altas repeticiones. Por lo tanto, las adaptaciones al entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes podrían ser explicadas, en parte por la hipertrofia muscular (teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas), pero especialmente en niños, se explican principalmente por adaptaciones neurológicas tales como el incremento en la activación de las unidades motoras. Esta última probablemente tiene una mayor contribución relativa en acciones musculares multiarticulares que en contracciones isométricas.

La estimulación desarrollada en los programas periodizados en esta investigación se basó en dos teorías: en la fuerza útil (Zatsiorsky, M. 1995) y la capacidad elástica en patinadores (Bosco, 1985). Los medios de entrenamiento de la fuerza especial fueron estructurados metodológicamente para entrenar y mejorar el rendimiento en los movimientos específicos del patinaje. En este caso, la estimulación de la fuerza se expresó en estrecha relación con la capacidad de realizar acciones específicas que mantienen una estructura mecánica muy similar a la de los gestos deportivos.

Por eso, identificar los efectos de dos formas de periodizar la carga del entrenamiento de la fuerza sobre el rendimiento específico en patinadores de carreras pre-púberes, servirá para minimizar el riesgo potencial que se genera al aplicar estímulos que pretendan la mejora o el aumento de la fuerza en edades tempranas, haciendo que la tarea del entrenador se fundamente en bases científicas sólidas que le permitan la utilización de métodos de entrenamiento confiables, efectivos y seguros con sus deportistas, ya que la especificidad del entrenamiento no ha sido investigada en niños.

## MÉTODOS

### *Enfoque experimental del problema*

El propósito de este estudio fue examinar la efectividad de dos formas de periodizar la carga (lineal y doble ondulada) en el entrenamiento de la fuerza sobre el rendimiento específico en patinadores de carreras pre-púberes. Es por eso que el desarrollo de este estudio pretende ofrecer herramientas y alternativas metodológicas para el entrenamiento de la fuerza, especialmente aplicadas al patinaje de carreras en edades tempranas, posibilitando así la inclusión de jóvenes deportistas a este tipo de procesos orientados a generar un aumento en su rendimiento físico con un bajo índice de posibilidad de sufrir lesiones o patologías causadas por la actividad.

### *Sujetos*

Fueron 12 patinadoras de las categorías menores, con edades (9.5 años) estadio Tanner 1, integrantes del grupo de entrenamiento Speed Cats, con una edad deportiva promedio de 1,5 años, de la ciudad de Villavicencio, Colombia. Fue obtenido

el consentimiento de los padres o tutores para participar en el estudio, de acuerdo a los procedimientos del Comité de Revisión Institucional, el cual fue aprobado por el comité de revisión del Grupo de Investigación Ciencias del Movimiento Humano, de la Universidad de Pamplona. Todos los sujetos estaban libres de condiciones que limitarían su participación en entrenamiento de la fuerza, tales como lesiones musculoesqueléticas, malformaciones óseas, entre otras, según valoración médica desarrollada por el departamento médico del Instituto Departamental de Deportes del Meta, Colombia. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los dos grupos de la siguiente forma: el grupo periodización ondulatorio (n=5) y el grupo periodización lineal (n=7). Todas las sesiones de entrenamiento estuvieron bajo la dirección de un Licenciado en Educación Física y Especialista en Entrenamiento Deportivo.

Ética del estudio. Este estudio cumplió con los estándares para la realización de investigaciones en seres humanos, según las disposiciones de la Convención de Helsinki (1968) y las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, según resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud. Colombia.

### **Intervención y evaluación**

Se ejecutó un periodo de mecanización y familiarización de las técnicas una semana previa a la aplicación del test inicial. Seguidamente se realizó un registro videográfico de las variables de la salida estática (velocidad y aceleración 0-5 metros y 5-10 metros, distancia paso derecho e izquierdo, velocidad paso derecho e izquierdo) en las distancias establecidas, e inmediatamente se inició con el desarrollo del plan de intervención proyectado a 3 meses, duración equivalente a la etapa de preparación especial dentro del macrociclo de los deportistas, diseñando mesociclos de 4 semanas, en los cuales se desarrollarían los niveles propuestos. Al finalizar cada mesociclo, se desarrollaron las evaluaciones determinadas, constituyendo una totalidad de 3 cohortes de evaluación ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ); la frecuencia estipulada fue de 3 días por semana; las demás variables de entrenamiento (resistencia (aeróbica-mixta), técnica y velocidad), fueron las mismas para ambos grupos.

La evaluación de los componentes específicos de la técnica del patinador se desarrolla mediante la valoración de aspectos biomecánicos específicos. La aceleración es abordada en esta investigación desde la óptica de la caracterización de las pruebas de velocidad del patinaje de carreras, en donde la salida juega un papel determinante en la consecución de los resultados, debido a que este gesto es una transición abrupta del estado estático, en que se encuentra el patinador, a una fase dinámica en la que se busca una rápida aceleración que permita posteriormente la realización de otras técnicas inmersas dentro de la prueba (Rojas y Cols 2006); en el caso de la salida estática, por otro lado, para la mayoría de las pruebas del patinaje de carreras es imperativo desarrollar aceleraciones importantes sobre el ritmo de carrera, con el objetivo de rebasar a un contrario, ganar un puntaje, atacar al grupo, entre otros; por ello también se determina como relevante la evaluación de la aceleración lanzada a partir de un porcentaje

de la intensidad máxima desarrollada en 200 metros. Se tiene en cuenta, para su evaluación, la implementación un sistema de grabación de video digital, que, sumado a referencias espaciales, permite determinar esta magnitud al ser analizado en un software especializado como es el (SIMI Reality Motion System: 2D/3D).

### **Protocolo de entrenamiento**

La intervención se desarrolló acoplada a un macrociclo de 12 meses de duración, el cual tiene como objetivo principal desarrollar la transición entre el deporte formativo y la especialización deportiva; se estableció la duración de 12 semanas equivalentes al periodo de preparación en la fase especial, para la aplicación de la propuesta de entrenamiento, con una frecuencia de tres sesiones a la semana. El plan de intervención planteo 6 niveles de trabajo, así:

- Nivel 1: Multisaltos que se desarrollan actividades solo en una dirección (hacia adelante) de manera bipodal, sin un despegue significativo de la superficie de trabajo.
- Nivel 2: Multisaltos que se desarrollan de manera multidireccional (adelante, atrás, lados y diagonales), sumado a actividades unipodales; el despegue desarrollado no es significativo.
- Nivel 3: las actividades de este nivel tienen una relación directa con el gesto técnico, teniendo como premisa que la distancia del salto sea importante, sobrepasando las alturas de los niveles anteriores.
- Nivel 4: Este nivel plantea multisaltos relacionados directamente con el gesto técnico específico del patinador, sumado a la tracción que se ejecuta por medio de elásticos anclados al patinador, (tal vez habrá que explicar la manera con la que se obtuvo la resistencia para cada caso)
- Nivel 5: En este nivel se desarrollan tracciones, y se divide el trabajo en zapatos y en patines, para el trabajo en zapatos; para este trabajo se utiliza un trineo de carga o potencia; la carga se establece a la equivalente para que se disminuya el 10% del rendimiento máximo de cada sujeto; el trabajo en patines se desarrolla con base en tracciones sobre elementos determinados de la técnica del patinador.
- Nivel 6: en este nivel se proponen actividades facilitadas que estimulen la elevación de la frecuencia como estímulo directo al sistema nervioso.
- Cada nivel tuvo un desarrollo de 3 sesiones; la ondulación de las cargas se desarrolló de la siguiente manera, en el grupo Periodización Ondulante (PO) se desarrollaron los niveles de manera escalonada

### Análisis estadístico

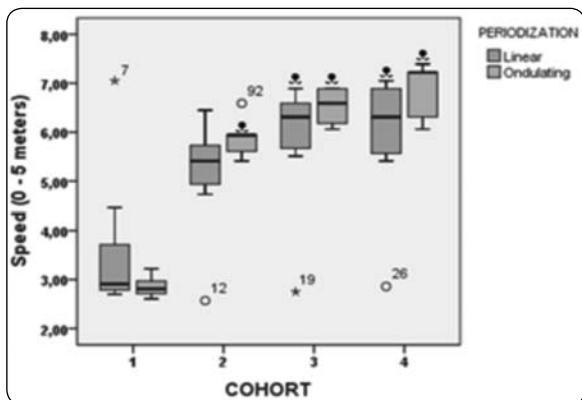
Como el principal objetivo de la investigación es hacer las comparaciones que demuestren si tuvo o no efecto la periodización en los sujetos del estudio, a cada una de las muestras se les aplicó el test de Post Hoc para verificar la normalidad y homogeneidad de varianzas; con los resultados obtenidos, se verifica la no violación de estos supuestos. Se calcularon los valores descriptivos de las muestras, se aplicó la prueba de t-Student para determinar si existen diferencias significativas entre periodización lineal y ondulatoria para cada salida y cohorte; para ello se establece el nivel de significación en ( $p < 0,05$ ). Se aplicó una prueba Anova para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las cohortes para cada uno de los tipos de periodización y salidas; para ello se establece el nivel de significación en ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Salida estática

#### Velocidad (0-5 metros)

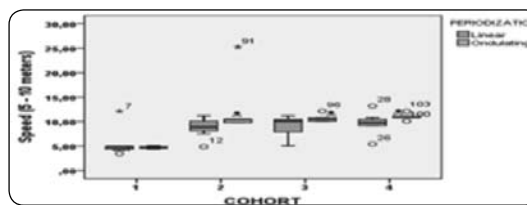
La periodización lineal resultó en incrementos significativos ( $\square p < 0,05$ ) en la velocidad (0-5 metros) entre las cohortes 1-3 (57,7%) y 1-4 (60,3%). En la periodización ondulatoria se presentaron diferencias significativas en las cuatro (4) cohortes ( $\square p < 0,05$ ), con un incremento del (106%) entre la cohorte 1-2, (127%) entre la cohorte 1-3 y (138%) entre la cohorte 1-4. Figura 1.



**Figura 1.** Velocidad (0-5 metros). La periodización lineal resultó en incrementos significativos ( $\square p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-3. En la periodización ondulatoria se presentaron diferencias significativas en las cuatro (4) cohortes ( $\square p < 0,05$ ).

#### Velocidad (5-10 metros)

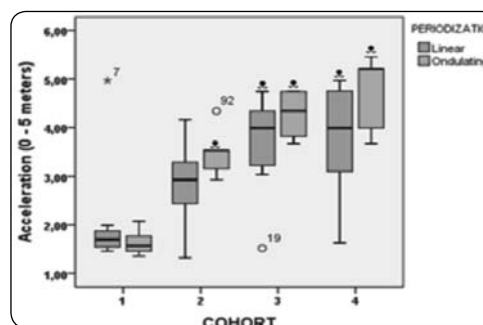
En la periodización lineal en las cuatro cohortes no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), pero se evidenció un incremento porcentual entre las cohortes 1-2 (57%), entre la cohorte 1-3 (61%), y entre la cohorte 1-4 (73%). La periodización ondulatoria presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-2, con un incremento del (177%), entre la cohorte 1-3 (125,9%) y entre la cohorte 1-4 (132,2%). Figura 2.



**Figura 2.** Velocidad (5-10 metros). En la periodización lineal en las cuatro cohortes no se presentaron diferencias significativas ( $\square p > 0,05$ ). La periodización ondulatoria presentó diferencias significativas ( $\square p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-2.

#### Aceleración (0-5 metros)

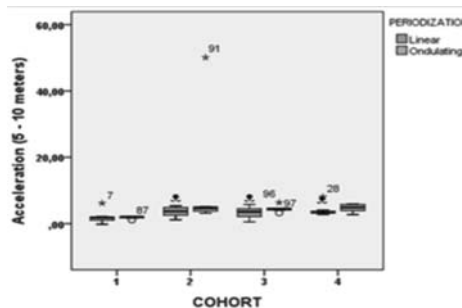
La periodización lineal resultó en incrementos significativos ( $\square p < 0,05$ ) en la aceleración (0-5 metros) entre las cohortes 1-3 (69,3%) y 1-4 (75,5%). En la periodización ondulatoria se presentaron diferencias significativas en las cuatro (4) cohortes ( $\square p < 0,05$ ), con un incremento del (111,9%) entre la cohorte 1-2, (158,6%) entre la cohorte 1-3 y (185,3%) entre la cohorte 1-4. Figura 3.



**Figura 3.** Aceleración (0-5 metros). La periodización lineal resultó en incrementos significativos ( $\square p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-3. En la periodización ondulatoria se presentaron diferencias significativas en las cuatro (4) cohortes ( $\square p < 0,05$ ).

#### Aceleración (5-10 metros)

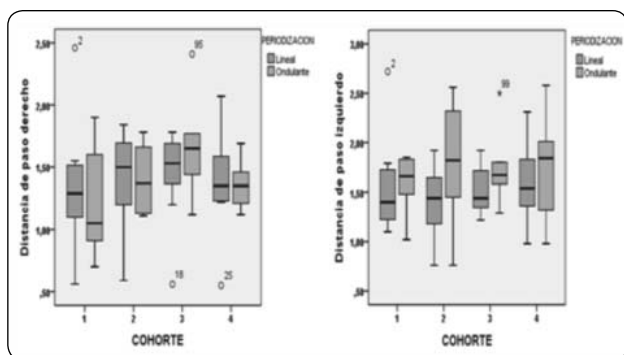
La periodización lineal resultó en incrementos significativos ( $\square p < 0,05$ ) en la aceleración (5-10 metros) entre las cohortes 1-2 (78,8%), 1-3 (65,2%) y 1-4 (102,8%). En la periodización ondulatoria las cuatro cohortes no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,005$ ). Figura 4.



**Figura 4.** Aceleración (5-10 metros). La periodización lineal resultó en incrementos significativos ( $\square p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-2, 1-y 1-4 (102,8%). En la periodización ondulatoria las cuatro cohortes no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,005$ ).

### Distancia de paso derecho e izquierdo

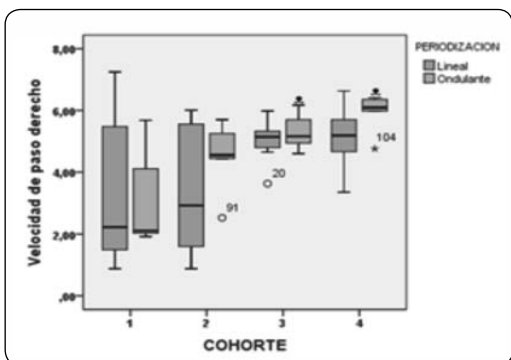
Para las variables distancias de paso derecho e izquierdo no se evidencia diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre periodizaciones y cohortes. En la periodización lineal el incremento porcentual referente a la distancia paso derecho entre cohortes fue de la siguiente manera: cohorte 1-2 (39%), 1-3 (5%) y entre la cohorte 1-4 no hubo ningún aumento porcentual. Los aumentos porcentuales en la variable distancia paso derecho en la periodización ondulatoria evidenciaron los siguientes aumentos entre las cohortes 1-2 (14%), 1-3 (36%) y 1-4 (11%). En la variable paso izquierdo el comportamiento porcentual entre las cohortes evidenciaron los siguientes datos 1-2 (12%), 1-3 (3%), entre la cohorte 1-4 no hubo ningún aumento porcentual en la periodización lineal. En la periodización ondulatoria el aumento porcentual entre cohortes fue el siguiente 1-2 (13%), 1-3 (12%) y 1-4 (11%). Figura 5.



**Figura 5.** Distancia paso derecho e izquierdo. Para las variables distancias de paso derecho e izquierdo no se evidencia diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre periodizaciones y cohortes.

### Velocidad paso derecho

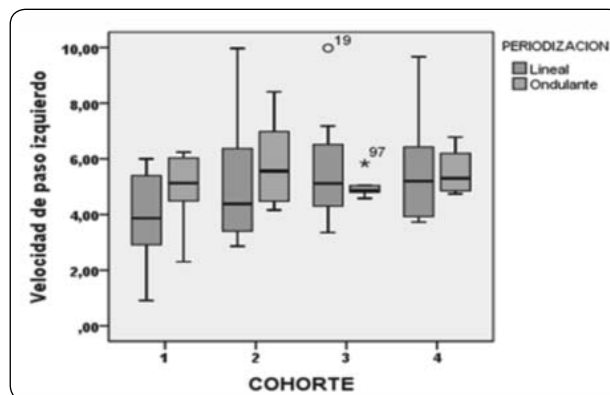
En la periodización lineal en las cuatro cohortes no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ); a nivel porcentual se evidenciaron los siguientes aumentos entre cohortes 1-2 (1%), 1-3 (44%), y entre la cohorte 1-4 (47%) en la periodización lineal. La periodización ondulatoria presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-3, con un incremento del (67,6%), entre la cohorte 1-4 (86,8%). Figura 6.



**Figura 6.** Velocidad Paso Derecho. En la periodización lineal en las cuatro cohortes no se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), La periodización ondulatoria presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las cohortes 1-3, entre la cohorte 1-4.

### Velocidad paso izquierdo

Para las variables velocidad de paso izquierdo no se evidencia diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre periodizaciones y cohortes. En la periodización lineal el incremento porcentual referente a la variable velocidad paso izquierdo entre cohortes fue de la siguiente manera: cohorte 1-2 (33%), 1-3 (45%) y entre la cohorte 1-4 (43%). Los aumentos porcentuales en la variable velocidad paso izquierdo en la periodización ondulatoria evidenciaron los siguientes aumentos entre las cohortes 1-2 (22%), 1-3 (3%) y 1-4 (15%). En la variable paso izquierdo el comportamiento porcentual entre las cohortes evidenciaron los siguientes datos 1-2 (12%), 1-3 (3%), entre la cohorte 1-4 no hubo ningún aumento porcentual, en la periodización lineal. En la periodización ondulatoria el aumento porcentual entre cohortes fue el siguiente 1-2 (13%), 1-3 (12%) y 1-4 (11%). Figura 7.



**Figura 7.** Velocidad de paso izquierdo. Para las variables velocidad de paso izquierdo no se evidencia diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre periodizaciones y cohortes.

## DISCUSSION

Este es el primer estudio a nivel nacional e internacional que investigó la efectividad de dos formas de periodizar la carga (lineal y ondulatoria) en el entrenamiento de la fuerza especial a corto plazo y sus efectos sobre el rendimiento específico para patinadores de carreras pre-púberes. Los resultados del estudio sugieren que para la prueba salida estática en las variables: velocidad y aceleración de (0-5 y de 5-10 metros), distancia de paso derecho e izquierdo y velocidad de paso derecho; la mayor ganancia porcentual se presentó en la periodización ondulatoria. La periodización lineal generó mayor ganancia: en la variable velocidad paso izquierdo.

Los datos del presente estudio sugieren que la periodización ondulatoria provee el estrés necesario mediante la variación adicional necesaria para provocar máximas ganancias en las variables anteriormente mencionadas, por medio de la alteración del volumen y la intensidad del entrenamiento en una base diaria. Estos resultados confirman los hallazgos de otro estudio llevado a cabo por Matthew R y cols (2002) donde se plantea que la periodización ondulatoria presenta beneficios para los atletas,

ya que evita el efecto de meseta generado por el agotamiento de la reserva de adaptación. Los resultados del presente estudio posiblemente fueron influenciados por el proceso de entrenamiento de la técnica que fue aplicado de igual forma para los dos grupos en 46,25% del volumen total mensual.

Como indica Cissik, J y cols (2008), al comparar diferentes programas periodizados del entrenamiento de la fuerza, ambos grupos de intervención resultarían con incrementos en la misma. Si se observa una superioridad en las ganancias de la fuerza/potencia entre dichas periodizaciones a corto plazo, esta superioridad puede deberse simplemente a que la organización de las cargas de una periodización estimuló de mejor manera las adaptaciones neurales en comparación de la otra. Basado en lo anterior y en esta investigación, la evidencia estadística no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) al comparar las dos formas de periodizar la carga (lineal y ondulatoria); este fenómeno posiblemente se generó por las características de la población objeto de estudio, ya que por las particularidades de su estadio de maduración, la edad deportiva que se estableció en 1,5 años, la carga interna, la supercompensación y la adaptación funcional se ven beneficiadas con la interconexión de la carga externa (medio, contenidos y métodos).

Falk y Tenenbaum (1996) determinaron que las ganancias en la fuerza muscular con el entrenamiento con sobrecarga eran de aproximadamente un 13-30% mayores de las que se esperarían por el proceso de crecimiento y maduración; además, las mayores ganancias absolutas y relativas se observaron en los niños de menor edad. Payney cols (1997) concluyeron que, sin considerar las características de los participantes o del estudio, los niños y los jóvenes pueden exhibir incrementos significativos en la fuerza muscular como resultado del entrenamiento con sobrecarga. Además de la mejora en la fuerza mediante el entrenamiento con sobrecarga, parece que el mismo puede derivar en mejoras del rendimiento deportivo (Faigenbaum, 2000, Kraemer et al., 1989) y reducir la susceptibilidad a las lesiones (American Academy of Pediatrics, 2001). El aporte significativo de esta investigación, se plantea desde la necesidad de evidenciar la incidencia del entrenamiento de la fuerza especial en variables características del rendimiento en esta disciplina deportiva (patinaje de carreras), ya que en la revisión bibliográfica un factor común es ver la evaluación de la capacidad condicional fuerza de manera aislada sin tener en cuenta su incidencia en el rendimiento específico visto de manera global (técnica deportiva), acentuándose esta tendencia cuando las investigaciones se realizan con poblaciones en estadios mayores a Tanner 1.

Diverso estudios han reportado adaptaciones neurales específicas, tales como el incremento del reclutamiento y la coordinación de unidades motoras y la mejora de la coordinación de los músculos involucrados del entrenamiento de la fuerza en niños y jóvenes (Ozmun y cols, 1994; Ramsey y cols, 1990). La ganancia de fuerza no depende exclusivamente del desarrollo de la masa muscular, sino de otros factores como los procesos de mielinización, el incremento de la coordinación de los músculos sinérgicos y antagonistas y el incremento de la habilidad para activar completamente los músculos. Las mejoras en la realización de tareas motoras han sido más difíciles de demostrar (Flanagan

y cols, 2002); es por esto que la evidencia de esta investigación establece diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las tareas motoras de la salida estática (velocidad paso derecho) y en la aceleración (velocidad de empuje paso derecho).

La estimulación desarrollada en los programas periodizados en esta investigación se basó en dos teorías: en la fuerza útil (Zatsiorsky, M. 1995) y la capacidad elástica en patinadores (Bosco, 1985). Los medios de entrenamiento de la fuerza especial fueron estructurados metodológicamente para entrenar y mejorar el rendimiento en los movimientos específicos del patinaje. En este caso, la estimulación de la fuerza se expresó en estrecha relación con la capacidad de realizar acciones específicas que mantienen una estructura mecánica muy similar a la de los gestos deportivos.

El fundamento de todo el proceso de entrenamiento fue la restricción de máquinas y pesos libres, ya que como lo indica (Flanagan y cols, 2002) debido a la naturaleza específica de la coordinación neuromuscular, puede ser que los niños que usan ejercicios de entrenamiento de la fuerza en máquinas no experimentan un efecto remanente positivo sobre las tareas de rendimiento donde la carga externa es mínima. De este modo, la hipótesis de Flanagan, fue que entrenar a los niños para que muevan sus propios cuerpos en formas de complejidad incremental puede ser tanto o aún más beneficioso para la mejora de ciertas tareas de rendimiento, que el entrenamiento con máquinas para el entrenamiento de la fuerza. Haciendo claridad a la complejidad incremental, la intervención dentro de la presente investigación, seleccionó herramientas de sobrecarga externa que no implicaron una resistencia significativa al movimiento (bandas elásticas, trineos de arrastre con cargas entre el 10% y 15% de la masa corporal de cada sujeto), lo que permitió la fluidez del movimiento, aprovechando el principio de activación-potenciamiento, donde se encadenan dos esfuerzos de forma tal que las características del primero inciden positivamente en el segundo.

## CONCLUSIONES

Los resultados arrojados tras el análisis estadístico son determinantes, demostrando que la del grupo de periodización ondulatoria fue más efectiva, evidencia de ello es la presencia de mayor cantidad de diferencias significativas en las variables evaluadas en comparación del grupo de periodización lineal.

La propuesta de intervención diseñada para el presente estudio fue óptima, ya que ninguno de los deportistas que participaron en el desarrollo del proyecto presentó lesión durante y después de la aplicación de la intervención.

En la variable del índice de elasticidad, aunque no presentó diferencias significativas en el análisis estadístico para ambos grupos, se presentó un aumento porcentual mayor en el grupo de periodización lineal (43.8%) frente al grupo de periodización ondulatoria (13.4%), lo que indica que para este factor, que es significativo para Bosco (1985), la periodización lineal resulta ser más efectiva.

El planteamiento de las periodizaciones, en ambos grupos, incidió positivamente en el tiempo invertido en el desarrollo de las pruebas de habilidad propuestas por la Federación Colombiana

na de Patinaje, ya que en el proceso de entrenamiento general, se tuvo en cuenta como control dicho tiempo, lo que permite inferir una relación positiva entre la intervención y otros aspectos específicos del patinaje de carreras.

### Aplicaciones prácticas

Los licenciados en educación física, preparadores físicos, entrenadores y atletas (patinadores de carreras) que estructuren y participen en una periodización de la carga ondulante (PO), deberían estar alerta e intentar evitar el sobreentrenamiento, el cual puede acompañar a tal periodización.

Este estudio ha demostrado que los niños pueden involucrarse en el entrenamiento de la fuerza de manera segura y efectiva. Los resultados apoyan la idea acerca de que la magnitud de la ventana de adaptación de los niños entrenados, la especificidad del entrenamiento y la sobrecarga son igualmente válidas para pre-púberes (estadio madurativo Tanner 1), para púberes (estadio madurativo mayor a Tanner 1), y adultos.

Futuras investigaciones, con una mayor duración, diferentes modelos de entrenamiento, diferentes periodizaciones de la carga, control de aleatoriedad y diferentes modalidades deportivas, podrían proporcionar información adicional sobre este tipo de población (estadio Tanner 1).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Academy Pediatrics. Strength training by children and adolescents. *Pediatric*. (Vol. 107, pp. 1470- 1472). (2001).
- Bosco, C. La preparación física en el voleibol y desarrollo de la fuerza en los deportes de carácter explosivo-balístico. *Societa Stampa Sportiva*. Roma. (1985).
- Bliemkie C.J.R. "Resistance training during preand early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence". *Can J Sport Sci*, 17: 264-279 (1992)
- Blimkie, C. "Resistance training during preadolescence: Issues and Controversies". *Sports Med*. 15: 389-407 (1993).
- Cissik, John Allen Hedrick And Michael Barnes. *Challenges Applying the Research on Periodization.Strength and ConditioningJournal*; 30(1):45-51; 2008.
- Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Recomendaciones para guiar a los médicos en la investigación biomédica en personas. Adoptada por la 18 Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio de 1964 y enmendada por la 29 Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre de 1975, la 35 Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre de 1983 y la 41 Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, septiembre de 1989
- Falk, B. Tenenbaum, G. La efectividad del entrenamiento de la fuerza en niños. Un Meta-Análisis. *PubliCE. [www.sobreentrenamiento.com](http://www.sobreentrenamiento.com)*, 2003.
- Faigenbaum, A. Strength training in children and adolescents: Adaptation responses performance and safety aspects. In Agarrad, P, Madsen, K., Magnusson, P. and Bojsen-Moller, J. (Eds.) (pp. 70-73). (2006).
- Faigenbaum AD, Loud RL, O'Connell J, Glover S, O'Connell J, Westcot WL. "Effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children". *J: Strength Cond. Res*. 15(4): 459-465 (2001).
- Faigembaum, A. Age and sex related differences and their Implication for resistance exercise, chapter 9. In Earle, R. W. (Ed.), *Essentials of Strength Training and Conditioning*. (pp. 169-186). Champaign, Illinois.: Human Kinetics. (2000).
- Faigenbaum AD. Strength training for children and adolescents. *Clin Sports Med*. 19(4):593-619. 2000
- Faigenbaum AD, Westcott WL, Loud RL, Long C. "The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children". *Pediatrics*, 104(1): 1-7 (1999).
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Cahill, B., Chandler, J., Dziados, J., Elfrink, L., Forman, E., Gaudiose, M., Micheli, L., Nitka, M. & Roberts, S. Position Statement paper and literature Review. *Strength Cond. J.*, 18(6), 62- 76. (1996a).
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., R., L.-L. & Zaichkowsky, L. D. The effects of strength training and detraining on Children. *J. Strength Cond. Research*, 10(2), 109-114. (1996b).
- Faigenbaum AD, Zaichkowsky LD, Westcott WL, Micheli LJ, Fehlandt AF. "The effects of twice a week strength training program on children". *Ped. Exerc. Sci*. 5:339-346 (1993).
- Falk B, Tenenbaum G. "The effectiveness of resistance training in children: A meta-analysis". *Sports Med*. 22(3): 176-186 (1996).
- Flanagan SP, Laubach LL, Demarco GM JR, Et AL. Effects of two different strength training modes on motor performance in children. *Res Q Exerc Sport*. 73(3):340-344. 2002.
- Izquierdo, M. *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y del deporte, prescripción del entrenamiento de la fuerza*. Ed, Medica Panamericana, Madrid, pp 664 – 665. (2008).
- Klimt, F. Algunos aspectos fisiológicos del deporte en niños. *Anales Nestle*, 44(1), 10-21. (1987).
- Kraemer WJ, Fleck SJ. *Strength training for young athletes*. Human Kinetics Publishers. (1993).
- Kraemer WJ, Fry AC, Frykman PN, Conroy B, Hoffman J. Resistance training and youth. *Pediatr Exerc Sci*. 1(4): 336-350. 1989.
- Lillegard, W. A., Brown, E. W., Wilson, D. J., Henderson, R. & Lewis, E. Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: effects of gender and maturity. *Pediatr Rehabil*, 1, 147-57. 1997.



- Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. & Rost, K. Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil. Barcelona: Paidotribo. (2005b).
- Ministerio de Salud. Resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud. Colombia.
- Morris F, Naughton G, Gibbs J, Carlson J, Wark J. "Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: Positive effects on bone and lean mass". *J. Bone Miner. Res.* 12:1453-1462 (1997).
- Ozmun JC, Mikesky AE, Surburg PR. "Neuromuscular adaptations following pre-pubescent strength training". *Med. Sci. Sports Exerc.* 26(4): 510-514 (1994).
- Payne VG, Morrow JR, Johnson L, Dalton SN. "Resistance training in children and youth: A meta-analysis". *Res. Quart. Exerc. Sport.* 1:80-88 (1997).
- Ramsay J, Blimkie C, Smith K, Garner S, Mcdougall J and Sale D. "Strength training effects in prepubescent boys" *Med. Sci. Sports Exerc.* 22:605-614 (1990).
- Rojas, D. Rosas, S. Contreras, D. Estudio cinemático bidimensional (2d) de la salida de 300 metros en patinaje de velocidad. Universidad de Pamplona (Trabajo de Grado- Universidad de Pamplona) 2007.
- Rowland, T. W. *Children's exercise physiology*, Champaign, Human Kinetics. 2005.
- Rhea Matthew R., Stephen D. Ball, Wayne T. Phillips, and Lee N. Burkett. A Comparison of Linear and Daily Undulating Periodized Programs with Equated Volume and Intensity for Strength. *J. Strength Cond. Res.*; Vol. 16, No. 2, pp. 250-255, 2002.
- Sailors M and Berg K. "Comparison of responses to weight training in prepubescent boys and men" *J. Sports Med.* 27:30-37 (1987).
- Tolfrey, K. Maximal intensity exercise and strength training. In: *Armstron, N. A. & Van Mechelen, W. (eds.) Paediatric Exercise Science and Medicine*. 2nd ed. Oxford Oxford University Press. 2008.
- Zatsiorsky, V.M. *Science and practice of strength training*. Champaign. Illinois. Human Kinetics. (1995).