

López Ochoa, S.; Fernández Gonzalo R. y De Paz Fernández, J.A. (2014). Evaluación del efecto del entrenamiento pliométrico en la velocidad / Effect of plyometric training on sprint performance. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 14 (53) pp. 89-104. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista53/artevaluacion396.htm>

ORIGINAL

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO EN LA VELOCIDAD

EFFECT OF PLYOMETRIC TRAINING ON SPRINT PERFORMANCE

López Ochoa, S.¹; Fernández Gonzalo R.² y De Paz Fernández, J.A.³

¹Licenciado en Ciencias de la Actividad física y del Deporte. España. segundo_lopez@hotmail.es

²Dr. Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Instituto de Biomedicina de la Universidad de León. rfergo@unileon.es

³Dr. en Medicina y Cirugía. Instituto de Biomedicina de la Universidad de León. japazf@unileon.es

Código UNESCO / UNESCO Code: 241118/241110 Fisiología del movimiento y Fisiología del músculo/ Physiology of Movement and Muscle Physiology
Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 6 Fisiología del ejercicio/ Exercise Physiology

Recibido 23 de junio de 2011 **Received** June 23, 2011

Aceptado 6 de febrero de 2014 **Accepted** February 6, 2014

RESUMEN

El propósito del estudio fue investigar el efecto del entrenamiento pliométrico en la velocidad en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León, en un periodo de entrenamiento de 4 semanas, con dos sesiones semanales, en una muestra formada por 18 sujetos (23 ± 1 año), divididos en dos grupos, el Grupo de Entrenamiento, compuesto por 13 sujetos y el Grupo Control, formado por 5 sujetos.

Los resultados analizados en un Test de velocidad de 30m. lisos revelaron diferencias significativas en el Grupo Entrenamiento después de las sesiones de entrenamiento, aumentando la velocidad de 0-10m. y de 0-30m. ($p < 0,05$). En cuanto a la aceleración también se obtuvieron cambios significativos, con una mejora de 0-10m. ($p < 0,05$).

Estos resultados demuestran que el entrenamiento pliométrico puede aumentar la velocidad de 0-10m. y de 0-30m., reduciendo el tiempo en recorrer dicha distancia.

PALABRAS CLAVE: Pliometría, Entrenamiento, Velocidad, Fuerza muscular, Potencia muscular.

ABSTRACT

The purpose of this study was to research on the effect of plyometric training on the velocity of students from the Faculty of the Sciences of Physical Activity and Sport of León University. The training lasted four weeks, with two sessions per week. Eighteen participants (23 ± 1 years of age) were assigned to two groups; a Training Group, composed of fifteen subjects and a Control Group, of five subjects.

The results, analyzed in a Velocity Test of a 30m sprint, revealed significant differences in the Training Group after the training sessions, the velocity having increased about 0-10m., 0-30m. ($p < 0,05$). With regard to acceleration, significant differences were also observed, with an improvement of 0-10m. ($p < 0,05$).

These results showed that plyometric training can increase the velocity about 0-10m. and 0-30m., reducing the time to cover said distance.

KEY WORDS: Plyometrics, Training, Speed, Muscle Power, Muscle Strength.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista deportivo, la velocidad representa la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia (Martín Acero, 2006), por lo que su desarrollo y entrenamiento es fundamental, ya que en la mayor parte de las actividades físico-deportivas se necesitan acciones de velocidad.

En gran parte de la bibliografía existente sobre velocidad se puede observar cómo apoyan la teoría de que la velocidad parece tener un fuerte componente hereditario o innato, sin olvidar que tiene otros factores mejorables con el entrenamiento, y en mayor medida con el entrenamiento de fuerza, ya que en sí la velocidad es la aplicación rápida de fuerza. López, M., (1995) determina cuatro factores de la velocidad: factores hereditarios, sensoriales cognitivos, neuronales y tendo-musculares. Esta idea se puede completar con la aportación de diferentes autores, que se atreven a decir que la velocidad tiene dos componentes principales, los nerviosos, que son mayormente hereditarios y se encargan de la transmisión de los impulsos nerviosos y los

musculares, los cuales dependen de la velocidad de sus contracciones. (Adams, K.; O'Shea, J. P.; O'Shea, K. L. y Climstein, M. 1992)

En el entrenamiento de velocidad, el desarrollo de determinados factores como la fuerza específica, la técnica y la propia velocidad son determinantes para la obtención de rendimiento (Baughman y cols. 1984; Hay 1994; Majdell 1991).

A partir de la literatura especializada, podemos resumir los métodos y medios necesarios para el entrenamiento de la velocidad y fuerza específica en:

a) Desarrollo de la velocidad:

- Entrenamientos progresivos. "Ins and outs".
- Entrenamientos asistidos.

b) Desarrollo de la fuerza específica:

- Autocargas.
- Entrenamiento de musculación.
- Entrenamiento resistido.
- Pliometría (SJ, CMJ, DJ).
- Multisaltos.

c) Desarrollo de la técnica:

- Técnica de carrera. (Amplitud y Frecuencia de zancada)
- Fotogrametría.

Métodos y medios necesarios para el desarrollo de la velocidad y fuerza específica. (A partir de; Donati 1996; Heisler y cols. 1989; Hoskisson y Korchemny 1993; Mero y cols. 1992). En los últimos años también se viene introduciendo el método Pliométrico, para la mejora de la fuerza y la velocidad.

El profesor Rodolfo Margaria durante la década de los 60, fue el primero en hablar de la relevancia del denominado *ciclo estiramiento-acortamiento* (CEA) base en el entrenamiento pliométrico, demostrando que una contracción concéntrica precedida de una excéntrica podía generar mayores niveles de fuerza que una contracción concéntrica aislada (Faccioni, 2001). Por otro lado Yuri Verkhoshansky (1973), considerado el padre de la pliometría aplicada al deporte para muchos, se interesó en buscar la mejor manera de aprovechar la energía elástica acumulada en un músculo tras su estiramiento, observando el autor, que los mejores resultados de atletas de triple salto correspondían con aquellos que menos tiempo permanecían en contacto con el suelo en cada uno de los apoyos. Debido a esto, para emplear

poco tiempo en cada apoyo es necesario tener una gran fuerza excéntrica en los músculos implicados, ya que permitirá cambiar rápidamente de contracción excéntrica a concéntrica, y así acelerar de nuevo el cuerpo en la dirección requerida (Faccioni, 2001).

La velocidad en la contracción muscular tendrá un papel muy importante en este tipo de entrenamiento, consiguiendo aumentar la fuerza, y en particular la fuerza explosiva. Se puede decir que la velocidad y la fuerza son dos cualidades que se encuentran directamente relacionados en gran cantidades de movimientos y acciones deportivas, en este sentido Vittori (1990) considera que la velocidad sólo sería una "capacidad derivada" de la fuerza, en tanto que la fuerza como "cualidad pura" es la que determina la velocidad que adquieren los cuerpos a desplazarse.

A continuación se enumeran consideraciones básicas para este tipo de entrenamiento. Para ello nos vamos a centrar en Alain Pirón (citado por Cometti, 1997), el cual expone tres principios en el entrenamiento pliométrico:

- a) La posición (referente al grado de flexión de la articulación implicada).
- b) El desplazamiento de las palancas.
- c) El carácter de las tensiones musculares.

Para conseguir variedad en el entrenamiento es necesario modificar uno de estos tres principios (Cometti, 1997).

Respecto a la progresión en los ejercicios del entrenamiento pliométrico, Verkhoshansky (1966) propone tres etapas:

- a) Realizar ejercicios de fuerza general y ejercicios variados de multisaltos.
- b) Trabajo de pliometría combinándolo con entrenamiento de fuerza resistencia.
- c) Trabajo de DJ (Drop Jump)

Respecto a la frecuencia de entrenamiento no existe unanimidad, ya que autores como Poole y Maneval (1987) proponen dos semanas de entrenamiento y otros como Diallo et al (2001) proponen tres sesiones semanales, pero siempre teniendo en cuenta la preparación y nivel de fuerza del deportista, y nunca trabajando dos sesiones de pliometría consecutivas.

Por todo esto es importante prestar gran atención a la técnica de ejecución de los ejercicios, puesto que incluso pequeñas desviaciones técnicas

pueden provocar graves lesiones. Debido a esto, hay que tener excesivo cuidado con el tipo de calzado y el terreno donde se lleva a cabo, para evitar lesiones y aumentar la seguridad, sin olvidarse de realizar un calentamiento adecuado.

Una vez realizada la aproximación teórico-práctica al objeto de estudio, y para dar por finalizado dicho apartado, diré que el objetivo que se propone en este estudio, se centra en valorar el efecto del entrenamiento pliométrico en 8 sesiones organizadas en 4 semanas, sobre la capacidad de rendimiento de la velocidad y aceleración en estudiantes con un estilo de vida sedentaria, siguiendo el procedimiento que propone Kotzamanidis C. (2003) en una distancia a recorrer de 30m., y en unas condiciones determinadas que se describen en los siguientes apartados.

MATERIAL Y MÉTODO

Muestra

Formaron parte de la muestra un total de 18 estudiantes (23 ± 1 año), alumnos de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deportes de la Universidad de León, divididos en dos grupos, el Grupo de Entrenamiento (de ahora en adelante G.E.), compuesto por 13 estudiantes, que realizaron 8 sesiones de entrenamiento pliométrico y el Grupo Control (de ahora en adelante G.C.) formado por 5 estudiantes, y que no realizaron ningún tipo de entrenamiento. Todos se ofrecieron de forma voluntaria para el estudio, y fueron informados en todo momento del método experimental a seguir.

Debido a que todos los estudiantes muestran un estilo de vida sedentario, y ninguno de ellos tiene experiencias anteriores en el entrenamiento de velocidad y/o pliometría, la selección de la muestra para formar ambos grupos se realizó de forma aleatoria.

Procedimiento

El procedimiento seguido ha sido similar al utilizado por Kotzmanidis C. (2003).

Lo primero fue la evaluación de la velocidad en los estudiantes, realizándose en dos sesiones de entrenamiento en la misma semana, 9 sujetos cada día, y en el mismo orden en que se presentan se someten a un Test de evaluación de velocidad que realizan tras su explicación y demostración. Todas las pruebas fueron realizadas en una zona deportiva sala cerrada de la propia facultad con una temperatura estable.

La evaluación de la velocidad consiste en un Test de carrera de 30 m. con salida lanzada diez metros antes de la primera barrera de células fotoeléctricas,

estando colocada la segunda barrera a los 30m., tomándose como valores de la carrera: el tiempo a los 10 y 30 m. (Kotzamanidis, C. 2003)

Todos los estudiantes realizaron un calentamiento estándar de carrera continua de 10 minutos seguido de 5 carreras sub-máximas y 10 saltos. A continuación realizan dos carreras de 30 m. (escogiendo la mejor marca de las dos para análisis posteriores), con descanso activo de 3 minutos entre las dos carreras (andando por el pabellón), siendo animados en todo momento los participantes para que los sujetos corriesen lo más rápido posible. (Kotzamanidis, C., 2003).

En el Test se ha calculado las siguientes variables: aceleración de 0-10m., velocidad de 0-10m., velocidad de 10-30m. y velocidad 0-30m.

Como instrumentos de medida se utilizo dos pares de Células fotoeléctricas DSD Laser System, León, España, y el Software SportSpeed 2.2.

El periodo de entrenamiento tuvo una duración de 4 semanas, con dos sesiones semanales, sumando un total de 8 sesiones de entrenamiento.

Estas sesiones están basadas en Diallo O. et all (2001) pero han tenido que ser adaptadas a la muestra, debido a que la carga que incluye este autor en el entrenamiento era mínima para los estudiantes, estableciendo finalmente sesiones de entrenamiento con 10 minutos de carrera continua a modo de calentamiento sin llegar a superar nunca las 140-150ppm. En la parte principal de la sesión se realizan diversas series de saltos con desplazamientos verticales y horizontales hacia delante sorteando 10 obstáculos colocados a una determinada altura y estando cada obstáculo separado del siguiente a 1m., y con un descanso activo de 2 minutos entre series (andando por el pabellón).

- Progresión de altura de los obstáculos: *Sesión 1, 2 y 3*: altura de 30 cm., *Sesión 4,5 y 6*: altura de 50 cm., *Sesión 7 y 8*: altura de 70cm.

- Progresión del número de series: *Sesión 1 y 2*: 6 series, *Sesión 3 y 4*: 8 series, *Sesión 5, 6,7 y 8*: 10 series.

Tras el periodo de entrenamiento se vuelve a realizar el Test de carrera de de 30m. para observar las posibles diferencias después del periodo de entrenamiento, en cuanto a la aceleración de 0-10m, la velocidad de 0-10m., velocidad 10-30m. y la velocidad de 0-30m.

ANALISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se presentan como media y desviación estándar. El análisis y tratamiento estadístico de los resultados se llevo a cabo a través del programa informático para Windows, SPSS 17 (Statistical Package for the Social Sciences 17). El estudio de las diferencias antes y después del

entrenamiento intra e inter-grupal se llevó a cabo mediante pruebas no paramétricas, debido al tamaño muestral. La comparación pre-post se realizó mediante la prueba de Wilcoxon, y las diferencias entre los grupos mediante la prueba Mann-Whitney. Estableciendo un nivel de significación para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Para una mejor comprensión de los resultados estos han sido organizados en tres grupos: Diferencia Inter-grupal, diferencias en el G.E. y diferencias en el G.C.

Diferencias inter-grupal después del periodo de entrenamiento

Los resultados del Test de 30 m. lisos de los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deportes de la Universidad de León, que se encuentran expuestos en las siguientes Tablas no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambos grupos (G.C. y G.E.) después de las 8 sesiones de entrenamiento. No se observa diferencias significativas, pero los dos grupos, mejoran en el Test que se realiza finalizado el periodo de las 4 semanas de entrenamiento.

A pesar de no encontrar diferencia significativa, el G.E. consigue mejores resultados de 0-10, 10-30 y 0-30 metros, consiguiendo las mayores diferencias en los primeros 10 m. respecto al Pre-Test y al G.C., con una media de 2,2706 segundos y con una desviación típica de la media de 0,12405 segundos, llegando a conseguir una velocidad de 4,60 m/s de media en el segundo Test. En el G. C. se observa que en la distancia de 10-30m. empeora el tiempo en 0,042 segundos respecto al primer Test, provocando que la velocidad también disminuya en este tramo en 0,116 m/s respecto a la media.

En las tres Tablas que se muestran a continuación se exponen los diferentes resultados (tiempo en segundos) del G.C. y G.E. en las diferentes distancias antes y después del periodo de entrenamiento.

T° 0-10m	Grupo	Nº	Media	Desv. T.
Pre-Test	G.E	13	2,271	0,124
	G.C	5	2,333	0,064
	Total	18	2,288	0,112
Post-Test	G.E	13	2,179	,151
	G.C	5	2,284	,112
	Total	18	2,208	,146

Tabla 1. Resultados de tiempo (segundos) de ambos grupos en la distancia de 0-10m. (Media y Desviación Típica).

T° 0-30m	Grupo	Nº	Media	Desv.T
Pre- Test	G.E	13	4,772	,167
	G.C	5	4,831	,088
	Total	18	4,789	,149
Post-Test	G.E	13	4,624	,217
	G.C	5	4,824	,260
	Total	18	4,680	,240

Tabla 2. Resultados de tiempo (segundos) de ambos grupos en la distancia de 10-30m. (Media y Desviación Típica).

T° 10-30	Grupo	Nº	Media	Desv. T.
Pre-Test	G.E	13	2,502	,093
	G.C	5	2,498	,088
	Total	18	2,501	,089
Post-Test	G.E	13	2,446	,126
	G.C	5	2,540	,156
	Total	18	2,472	,137

Tabla 3. Resultados de tiempo (segundos) de ambos grupos en la distancia de 0-30m. (Media y Desviación Típica).

Diferencias del Grupo Entrenado tras el periodo de entrenamiento

	Test	Media	Desv. T.
Velocidad 0-10m	Pre-Test	4,416	,246
	Post-Test	4,609*	,311
Velocidad 10-30m	Pre-Test	8,005	,293
	Post-Test	8,198*	,418
Velocidad 0-30m	Pre-Test	6,293	,220
	Post-Test	6,500*	,294
Aclaración 0-10m	Pre-Test	1,956	,221
	Post-test	2,134*	,283

Tabla 4. Resultados de Velocidad (m/s) y aceleración (m/s^2) en el G.E. antes y después del periodo de entrenamiento. Resultados de 0-10m., 10-30m. y 0-30m. (Media, Desviación Típica). * Estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

Como se muestra en la Tabla 4., los resultados de velocidad antes y después del periodo de entrenamiento muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en las distancias de 0-10 m., 10-30 m. y 0-30 m., mejorando los resultados respecto al primer test.

La mayor diferencia se encuentra en la distancia de 0-30 m., siendo esta diferencia significativa ($p < 0,05$), ya que los estudiantes llegaron a recorrer esta distancia con una media de 4,6245 segundos, mejorando de media 0,15 segundos respecto al primer test, por lo que aumentaron la velocidad en 0,02 m/s.

En la distancia de 0-10m. se encuentran una segunda diferencia, también significativa con una mejoría de 0,0918 segundos sobre la media (Media post-entrenamiento 2,1788 segundos, con desviación típica de 0,12405). En esta distancia, se encuentra otra diferencia significativa en la aceleración ($p < 0,05$), ya que terminan por recorrer esta distancia con una aceleración media de $1,9521 m/s^2$, aumentando a aceleración respecto al primer test en $0,1774 m/s^2$.

En cuanto a la distancia de 10-30 m., la diferencia entre ambos Test es significativa ($p < 0,05$), pero es en la que menos diferencia se puede apreciar, mejorando 0,05562 segundos sobre la media del primer Test (2,50162 segundos). En esta distancia la mayor diferencia se encuentra con respecto al primer test, con un aumento en la velocidad de 0,1366 m/s respecto a la media de dicho test (8,005 m/s).

Diferencias en el Grupo Control tras el periodo de 4 semanas

	Test	Media	Desv. T
Velocidad 0-10m	Pre-Test	4,289	,118
	Post-Test	4,386	,209
Velocidad 10-30m	Pre-Test	8,014	,286
	Post-Test	7,898	,466
Velocidad 0-30	Pre-Test	6,212	,115
	Post-Test	6,233	,322
Aceleración 0-10	Pre-Test	1,841	,102
	Post-Test	1,927	,182

Tabla 5. Resultados de Velocidad en el G.C. antes y después del periodo de 4 semanas. Resultados de 0-10m., 10-30m. y 0-30m. (Media, Desviación Típica). * *Estadísticamente significativo* ($p < 0,05$).

Con los resultados obtenidos en el G. C. después de 4 semanas, no se observan diferencias significativas ni en la variable de tiempo ni de velocidad ya que $p > 0,05$ en las distancias de 0-10, 10-30 y 0-30 metros. A parte de no encontrar diferencias significativas, se aprecia incluso como se empeoran los registros, tanto en el tiempo como en la velocidad de 10-30 m., llegando a aumentar 0,042 segundos la marca respecto a la media obtenido en el primer Test (4,831 segundos), por lo que la velocidad en este tramo descendió en 0,1163 m/s respecto a la media de dicho Test (8,014 m/s).

Respecto a los resultados obtenidos de 0-10m., se produce una mejora sin llegar a ser significativa, reduciendo el tiempo de la media del primer Test (2,284 segundos) en 0,048 segundos, por lo que se puede decir que la velocidad aumento en 0,097 m/s respecto a la media del primer Test (4,28 m/s).

Al igual que se produce una mejora en la velocidad y tiempo en 0-10 m, se observa como la aceleración para este tramo varía sin ser significativa, aumentando la velocidad en $0,0086 \text{ m/s}^2$, consiguiendo una media tras el periodo de las 4 semanas de $1,927 \text{ m/s}^2$.

DISCUSIÓN

Para evaluar los cambios inducidos por el entrenamiento pliométrico en la velocidad se escogió el Programa seguido por Kotzamanidis. C. (2003), con el Test de carrera de 30 m. lisos.

Los resultados obtenidos antes y después del periodo de entrenamiento en el Test de carrera de 30m. lisos indican que existe mejoras significativas en G.E. después del periodo de 4 semanas, lo que se puede deber al efecto del entrenamiento pliométrico aumentando la Fuerza Explosiva y la Potencia de los estudiantes, estando en concordancia con el estudio realizado por Kotzamanidis C. (2003). Con estos datos podemos sugerir que con 8 sesiones de entrenamiento se pueden conseguir beneficios, lo que se puede observar en investigaciones de otros autores como Fletcher et all (2004), el cual utilizó la misma periodización de entrenamiento con 8 sesiones divididas en 4 semanas, consiguiendo beneficios en la Fuerza Explosiva y Potencia del tren inferior, mejorando así la aceleración y velocidad debido a este tipo de entrenamiento. Por otro lado se observa en la literatura diferentes investigaciones que tienen una duración parecida a este estudio consiguiendo también mejoras en la velocidad como es el caso de Makaruk H. et all (2010) con un periodo de entrenamiento de 6 semanas, o el de Rimmer y Sleivent (2000) con 7 semanas de entrenamiento, en el que ambos consiguieron mejorar la Fuerza Máxima y Potencia con el consiguiente aumento de la velocidad.

En el G.E. se produce un aumento de la velocidad en la distancia total de 30m., que se debe principalmente al aumento de la velocidad y aceleración en la distancia 0-10m., donde se pueden encontrar las mayores diferencias, siendo significativas en este grupo, lo que se debe principalmente como hemos citado anteriormente al aumento de la Fuerza Explosiva y Potencia, ya que el aumento en estas capacidades produce una mejora principalmente en los primeros metros de carrera, estando en concordancia con varias investigaciones, como es el caso de Saez Saez (2008), el cual utilizó, una técnica de saltos pliométricos similar a la utilizada en este estudio, siendo los saltos verticales con desplazamiento horizontal, llegando a la conclusión este autor de que con este tipo de entrenamiento se mejora la capacidad de sprínt.

En la distancia de 10-30m también se encuentran mejoras significativas coincidiendo con lo expuesto por Kotzmanidis C. (2003), defendiendo que se ha mejorado por el sumatorio del aumento de la Fuerza Explosiva y el Ciclo de Estiramiento-Acortamiento (CEA) de los grupos musculares del tren inferior, además de contar con una mejora en la Fuerza Máxima. En la misma línea se encuentra el estudio realizado por Delecluse (1997), con la aplicación del mismo método en adultos no entrenados, y siendo contrastado por Rimer y Sleiveter (2000) con poblaciones capacitadas, donde se aumenta la velocidad con este método en las distancias de 10-30m., basándose en el supuesto de que el entrenamiento pliométrico reduce la fase de apoyo de la zancada por lo que aumenta finalmente la Velocidad. Estas visiones, pueden ser reforzados con los resultados obtenidos en este estudio, ya que se producen cambios significativos en el G.E., algo que no sucede en el G.C., en el que no se produce un aumento significativo de la velocidad, sino que esta incluso disminuye en los últimos 20m., contribuyendo a lo anteriormente argumentado acerca de que la velocidad mejora con este tipo de entrenamiento.

Por otro lado la mejora en la aceleración inicial (0-10m.) en el G.C. se puede deber a que los estudiantes ya conocían la prueba y era la segunda vez que realizaban los Test, produciéndose un aprendizaje en la prueba, notando mejoras en el Tiempo de Reacción Simple respecto a la señal de salida. Por esto tenemos que prestar atención a la hora de valorar la velocidad inicial y aceleración en el Test, ya que se produce un proceso de aprendizaje.

A pesar de que en este procedimiento solo se utilizó el entrenamiento pliométrico en la literatura se observa como diferentes autores combinan la pliometría con otros tipos de entrenamientos, como es el caso de Ratamess et al (2007), combinando entrenamiento pliométrico y entrenamiento de resistencia durante 10 semanas, obteniendo mejoras significativas en pruebas de velocidad de 60m., debido principalmente a que este tipo de entrenamiento facilita el sistema neuromuscular en la transición del músculo de contracción excéntrica a concéntrica, conocido como Ciclo de Estiramiento-Acortamiento (CEA), factor a tener en cuenta en las mejoras producidas en la velocidad de los sujetos en esta investigación, por lo que el tiempo en recorrer la distancia de 30m. es inferior tras el periodo de entrenamiento. Otro caso se encuentra en Benito E. (2010) en el que combina la pliometría con la electroestimulación, consiguiendo una mejora significativa de Fuerza y Potencia del tren inferior, llegando a la conclusión de que es más eficaz utilizar la electroestimulación antes del entrenamiento pliométrico, por lo que en base a este estudio, se podría haber conseguido un mayor incremento de velocidad si se hubiese añadido la electro-estimulación.

Fletcher I. (2004), combinó el entrenamiento pliométrico con el entrenamiento de fuerza durante 8 semanas, con un volumen total menor, y aún así consiguió que los sujetos de edad similar a la de este estudio, aumentar en el tren superior la aceleración, velocidad y fuerza de salida en golfistas. Por lo que este tipo de entrenamiento no solo se podría utilizar con el tren inferior sino también con el tren superior y conseguir así un mayor rendimiento dependiendo de la disciplina deportiva.

En cuanto al volumen total de saltos utilizado en este protocolo, numerosos estudios utilizan un mayor volumen, tanto por sesión de entrenamiento como en volumen total del periodo de entrenamiento, siendo el caso de Saez Saez (2008) con un volumen de más de 2000 saltos en 7 semanas de entrenamiento, en el que también consiguió una mejora significativa en la capacidad de sprínt.

En cuanto a la Frecuencia de entrenamiento y Volumen total de saltos, hay que prestarle una gran atención, en Reymont et al (2007), no encontraron mejoras significativas en un Test de 40 yardas (36,5m.) tras el periodo de entrenamiento, lo que se puede deber a una Frecuencia baja de entrenamientos, o al propio volumen de saltos o incluso a que el periodo de formación no hubiese sido el adecuado. Markovic G. (2007), defiende la importancia que tiene la descripción técnica en el entrenamiento pliométrico y que a veces está ausente, ya que en este periodo de formación hay que

prestarle la atención que se merece, explicando y describiendo de forma clara y detallada el protocolo a seguir, dedicando en este estudio el primer y segundo día a la familiarización con los ejercicios y pruebas a realizar, y no solo para conseguir el mayor rendimiento, sino también para minimizar el riesgo de lesiones, ya que muchos de estos ejercicios son muy específicos, y dependiendo de las características de la muestra se debe de tener muy en cuenta antes de comenzar con su ejecución. (Fletcher I. 2004)

Siguiendo con la importancia de la Frecuencia y Volumen de Saltos, en el estudio de Kotzamanidis C. (2003) los resultados de mejora de 0-10 m. no está en concordancia con los conseguidos en esta investigación, ya que en su correspondiente estudio, no consigue diferencias significativas de 0-10m., lo que se puede deber a la carga e intensidad de entrenamiento, ya que se produjo un aumento respecto al estudio realizado por este autor, con un mayor número de saltos por sesiones, teniendo los obstáculos una mayor altura.

Tras revisar literatura este protocolo tuvo que ser modificado, ya que después de la primera sesión de entrenamiento que requiere de 60 saltos sobre 15 cm., los sujetos al ser preguntados y teniendo en cuenta sus sensaciones sobre el esfuerzo realizado, se mostraron conformes con un aumento de la carga e intensidad del entrenamiento, debido a que después del entrenamiento no mostraron ninguna señal de fatiga y sus sensaciones no eran de haber realizado una sesión de entrenamiento, por lo que se aumentó tanto la carga como la intensidad para sesiones posteriores. Pero aparte de todo esto, los resultados obtenidos por este autor se puede deber a la capacidad de rendimiento de la muestra ya que depende de numerosos factores como la edad, el nivel de entrenamiento o el estilo de vida, teniendo dicho estudio una muestra de mayor edad, con un nivel de entrenamiento y experiencias motrices superiores, influyendo en el déficit de energía y en la capacidad de conseguir potencia.

A pesar de que el Test utilizado fue de carrera de 30m., otros autores utilizaron Test de carrera con una distancia mayor, como es el caso de Ratamess et al (2007) ya que utilizó un Test de carrera de 60m., por lo que se puede decir que este tipo de entrenamiento también mejora la velocidad en distancias mayores, pero en la mayor parte de las investigaciones revisadas se puede observar como las mejoras principales se encuentran en la primera mitad de la carrera como sucede en esta investigación.

En diferentes investigaciones se utilizan otros tipos de Test, basándose principalmente en pruebas de saltos, como es el caso de Boraczynski T. (2008) con un Test de CMJ, para valorar el efecto del entrenamiento pliométrico en saltos, consiguiendo resultados similares a los de esta investigación aumentando la Fuerza Explosiva y Fuerza Velocidad de los sujetos, siendo estos de edad parecida a la muestra de este estudio en el que los sujetos consiguen mejorar también la Fuerza Explosiva y Fuerza Velocidad.

A parte de la mejora de la Fuerza Explosiva y Potencia, aunque en este estudio no se ha valorado, diferentes estudios muestran que este tipo de ejercicios mejoran el equilibrio dinámico de los sujetos, como se aprecia en el estudio realizado por Arazi H. (2011) durante 8 semanas de entrenamiento, en adolescentes, realizando ejercicios pliométricos terrestres, y ejercicios pliométricos acuáticos, por lo que es una forma de pliometría a tener en cuenta, ya que es menos lesivo. En este estudio el autor no encontró diferencia significativa entre ambos grupos, consiguiendo que ambos mejorasen significativamente tras el periodo de entrenamiento. Robinson et all (2004) sigue la línea de este estudio comparando el entrenamiento pliométrico tanto en tierra como en agua llegando a conclusiones similares, considerando que ambos tipos de ejercicios son validos, y producen una mejora en la Fuerza.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que el entrenamiento pliométrico aplicado en este estudio sobre estudiantes con un estilo de vida sedentario, con una duración de 8 sesiones organizados en 4 semanas, puede tener efectos positivos, aumentando la capacidad de rendimiento de la velocidad y aceleración en una distancia de 30 metros, incidiendo en la mejora de la Fuerza Máxima, Fuerza Explosiva, Potencia y en el Ciclo de Estiramiento-Acortamiento del músculo. Estos resultados también sugieren la posible confirmación del protocolo seguido por Kotzamanidis C. (2003), utilizado en este estudio. Para acabar, creemos oportuno apuntar que para verificar ambos protocolos de entrenamiento, debería de verificarse en futuros estudios con un tamaño muestral mayor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, K.; O'Shea, J. P.; O'Shea, K. L. Y Climstein, M. (1992). "The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production". *Journal or Applied Sport Science Researc.* 6(1): 36-41.
- Arazi H.; Asadi A. (1988). "The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint and balance in young basketball player". *Journal of human sports and exercise.* 6(1): 101-111
- Baughman M.; Takaha M.; Tellez. (1984). "Sprint training. Including strength training". *Track & Field Quarterly Review.* Vol.84(2): 9-12.
- Benito E. (2010). "Effect of combined plyometric and electroestimulation training on vertical jump". 21(6): *Revista Internacional de Cienias del Deporte.* Vol.6(21): 322-334.
- Boraczyski T.; Urniaz J. (2008). "The effect of plyometric training on strength-speed abilities of basketball players". *Med.Sportspress.* 14 (1): 14-19.
- Cometti, G. (1997). "La Pliométrie: illustration en sports collectifs". *Revue Education Physique et Sport.* 264 : 44-50.

- Delecluse, C. (1997). "Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training". *Journal of Sports Medicine*. 24(3): 147-156
- Diallo, O.; Dore E.; Duche P.; Van Praagh E. (2001). "Effects of plyometric training followed by a reduced training program on physical performance in prepubescent soccer players". *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 41: 342-348.
- Donati A. (1996). "The association between the development of strength and speed". *New Studies in Athletics*. 11(2-3): 51-58.
- Faccioni, A. (2001). Plyometrics. En García López, D.; Herrero Alonso, J.A. y De Paz Fernández, J.A. (2003). "Metodología de entrenamiento pliométrico". *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 3 (12): 190-204.
- Fletcher I. M.; Hartwell M. (2004). "Effect of an 8 week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 18 (1): 59-62.
- Hay J.G. (1994). "The Biomechanics of Sports Techniques" London: *Prentice Hall International*. (4th Edición).
- Heisler R.L. (1989). "Development of a world Class Sprinter". *Track & Field Quarterly Review*. Vol.89(1): 10-12.
- Hoskisson J.L.; Korchemny R. (1993). "Strength Training for Sprinters". *Track & Field Quarterly Review*. 93(1): 60-65.
- Kotzamanidis, C. (2003). "The effect of sprint training on running performance and vertical jumping in preadolescent boys". *Journal of Human Movement Studies*. 44: 225-240.
- López, M. (1995). "Desarrollo y Rendimiento Motor desde el nacimiento hasta la Tercera Edad". *XV Congreso Panamericano de Educación Física*. Lima Perú.
- Majdell R.; Alexander J.L. (1991). "The effect of over speed training on kinematic variables in sprinting". *Journal of Human Movement Studies*. 21: 19-31.
- Markovic G. (2007). "Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*. 41 (6): 349-355
- Markovic G. (2010). "Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training". *Journal Sports Medicine*. 40 (10): 859-895.
- Martín Acero. (2006). "Neurofisiología de la producción voluntaria de fuerza muscular contráctil y sus mecanismos de adaptación". *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 4(20): 21-29.
- Mero A.; Komi P.V.; Gregor R.J. (1992). "Biomechanics of sprint running". *A review Sports Medicine*. 13:376-392.
- Poole, W.H.; Maneval, M.W. (1987). "The effects of two ten-week depth jumping routines on vertical jump performance as it relates to leg power". *Journal Swimming Research*. 3(1): 11-14.
- Ratamess N.; Kraemer W.; Volek J.S.; French D.N.; Rubin M.R.; Gómez A.; Nweton R.; Maresh C. (2007). "The effects of ten weeks of resistance

- and combined plyometric/sprint training with the meridian elite athletic shoe on muscular performance in women". *Journal of Strength & Conditioning Research*.21 (3): 882-887.
- Reymont C.; Bonis M.; Lundquist J.; Brent S. (2006). "Effects of a four week plyometric training program on measurements of power in male collegiate hockey players". *Internacional Journal of Science and Engineering*. 1(2):44-62.
 - Rimmer, E.; Sleivert G. (2000). "Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance". *Journal of Strength & Conditioning Research*.14 (3): 295-301.
 - Robinson E.; Steven T.; Mark A.; Buckworth J. (2004). "The effects of land vs aquatic plyometrics on power torque velocity and muscle soreness in women". *Journal of Strength & Conditioning Research*. 18 (1): 84-91.
 - Saez Saez E. (2010). "Efecto del entrenamiento pliométrico en tres grupos de mujeres adultas". *Revista Intenacional de Medicina y Ciencias de Actividad Física y Deporte*.10 (39): 393-409.
 - Saez Saez E.; González J.J.; Izquierdo M. (2008). "Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency". *Journal of Strenght & Conditioning Research*. 22 (3): 715-725.
 - Verkhoshanski, T. (1973). "Speed strength preparation and development of strength of athletes in various specializations". *Soviet Sports Review*. 21: 120-124
 - Vittori, C. (1990), "L'allenamento della forza nello sprint". *Atletica Studi*. 1-2: 3-25.

Referencias Totales / Total References: 30 (100%)

Referencias Propias de la Revista / Journal's own References: 2 (6,6%)