



Universidad de Elche
Facultad de Ciencias Sociosanitarias
Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Efectos de la Periodización Lineal y No Lineal en el Entrenamiento de Fuerza

Trabajo Fin de Grado

Centro de Investigación del Deporte, Elche

Alumno: Francisco Frutos Cánovas

Tutor: Dr. Rafael Sabido Solana

Dpto: Ciencias del deporte
Área de Educación Física y Deportiva

Curso académico 2018-2019

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Métodos	5
<i>Enfoque experimental del problema</i>	5
<i>Participantes</i>	5
<i>Procedimiento de medidas</i>	5
<i>Protocolo de 1 RM</i>	6
<i>Rendimiento vertical del salto</i>	6
<i>Procedimiento del entrenamiento</i>	7
<i>Análisis estadístico</i>	8
3. Referencias bibliográficas	9



1. INTRODUCCIÓN

La periodización del entrenamiento es la distribución de los intervalos temporales más grandes y amplios, en periodos de entrenamientos más pequeños y cortos, con la finalidad de conseguir los objetivos propuestos a través de las herramientas de trabajo necesarias para evaluar y organizar al deportista en cada etapa y que, además se hayan cumplido todas las etapas de la periodización, mejorando su rendimiento (Bompa, 2003).

Podemos diferenciar dos grandes intervalos de tiempo:

La **periodización tradicional**, caracterizada por una mayor cantidad de trabajo de corte general/multilateral y que va evolucionando hacia una mayor cantidad de trabajo específico. El volumen comienza siendo muy elevado, mientras se trabaja a una intensidad inferior y una vez esté el deportista cerca de la competición, el volumen inferior a la intensidad, momentos antes de la competición ambos decaen de forma brusca. La estructura se repite de forma sistemática en función de las competiciones (Bompa, 2003).

La **periodización contemporánea**, recomendable para deportistas con mayor nivel, en la que el trabajo de carácter general ocupa muy poco, está orientada al rendimiento del deportista puesto que a lo largo de los macrociclos combina el volumen y la intensidad constantemente, por lo que se provoca una situación en la que aparecen más picos de forma a lo largo de la temporada y consigo mayor estado de forma del deportista para competir (Bompa, 2003).

Es de vital importancia elegir bien el tipo de periodización ya que permitirá garantizar el éxito del rendimiento a través de conseguir los objetivos propuestos a lo largo de los entrenamientos y competiciones. Por lo que un trabajo planificado diferenciará al atleta que busca obtener resultados, de la persona que, solamente practica una actividad sin objetivos (García, Navarro & Ruiz, 1996).

Respecto a la periodización del entrenamiento a lo largo de la historia, se puede observar que han ido surgiendo diferentes tipos de periodización, desde modelos lineales (periodización tradicional) hasta modelos no lineales (periodización contemporánea), o visto desde otro punto de vista, de modelos con poca variabilidad a modelos con mucha variabilidad, haciendo referencia a la carga de entrenamiento, es decir, volumen e intensidad (Prestes et al., 2009).

Actualmente podemos distinguir dos tipos de variabilidad: variabilidad interna (propio individuo) y variabilidad externa (ambiente). Y que además, nos vemos afectados por la suma de ambas (Davids, Glazier, Araujo & Bartlett, 2003). Hoy en día, tanto los atletas individuales como colectivos están comprometidos con múltiples competiciones en pequeños periodos de tiempo, por lo que se podría creer que un entrenamiento basado en la variabilidad de la carga provocaría una mejor puesta a punto del deportista, ya que el aprendizaje de las conductas basado en la variabilidad puede trasladar las mejoras aprendidas a situaciones más inestables, ampliando las capacidades del patrón motor y consigo, un gran abanico de soluciones (García, Moreno & Cabero, 2011).

Los diversos estudios sobre los conceptos de variabilidad en el entrenamiento, se ha llevado a cabo bajo dos posibles periodizaciones. Por un lado, las **periodizaciones tradicionales**, típicas en modelos lineales, caracterizados por la poca variabilidad en la carga de entrenamiento, comienzan con un gran volumen y baja intensidad y una vez que llegan las competiciones el volumen comienza a disminuir mientras la intensidad aumenta. De modo que el tipo de manifestación de la fuerza que se trabaja también cambia, puede ir cambiando cada semana, cada dos semanas o por tiempos superiores, donde se carece de adaptación en variabilidad (Bompa, 2003).

Por otro lado, se observan las **periodizaciones contemporáneas**, caracterizadas por una **alta variabilidad**, como son los modelos no lineales, consiguen alternar las diferentes metodologías de la fuerza (hipertrofia, fuerza máxima y potencia) en pequeños espacios de tiempo, como puede ser realizando entrenamiento de diferente metodología cada día o incluso combinándolos dentro de una misma sesión, por lo que permite estimular al deportista con diferentes adaptaciones (Bompa, 2003).

Dentro de los modelos no lineales podemos encontrar dos tipos de manifestaciones, la variabilidad intra-sesión y la variabilidad inter-sesión. Los modelos no lineales de variabilidad **intra-sesión** generan cargas altas (>90%RM) y cargas ligeras (<50%RM) dentro de la misma sesión de entrenamiento, son los llamados métodos de contrastes, tratando de generar una situación dispar en el SNC, como puede ser la manifestación de la fuerza máxima, hipertrofia y fuerza explosiva en un mismo entrenamiento (Smilios, Pilianidis, Sotiropoulos, Antonakis, & Tokmakidis, 2005). También se pueden combinar cargas de fuerza máxima (>90%RM) y de hipertrofia (70-85%RM), característico de las pirámides convencionales o invertidas, que generan un aumento de la sección transversal del músculo y fuerza muscular debido al gran reclutamiento de fibras tipo IIb, en comparación a los modelos lineales (Angleri, Ugrinowitsch, & Libardi, 2017).

Por otro lado, los modelos no lineales de variabilidad **inter-sesión**, combinan también cargas altas (>90%RM), cargas medias (70-85%RM) y cargas ligeras (<50%RM), pero ésta vez no es dentro de la misma sesión de entrenamiento, si no que se realiza un tipo de metodología o carga por sesión, es decir, a lo largo de la semana. Al igual que el anterior modelo no lineal, busca generar situaciones de variabilidad provocando nuevas adaptaciones musculares y consigo una extensa pluralidad de rendimiento, distinguido por sus amplias situaciones cambiantes (Argus, Gill, Keogh, McGuigan, & Hopkins, 2012).

Ahora bien, si tenemos claro por qué una periodización no lineal consigue una puesta a punto superior para el deportista que una periodización lineal, surge el problema de qué tipo de periodización no lineal consigue un mayor rendimiento para el deportista.

Por ello, el objetivo del presente trabajo es comprobar las ganancias de fuerza y el rendimiento en el salto vertical ante la presencia de 3 grupos de entrenamiento, de los cuales 2 grupos están basados en la periodización no lineal inter-sesión e intra-sesión y un grupo de entrenamiento fundamentado en la periodización lineal (tradicional). Con la finalidad de observar las diferencias generadas entre ambas periodizaciones pero también comprobar la disparidad que existen dentro de las mismas.

2. MÉTODOS

Enfoque experimental del problema.

Para llevar a cabo el procedimiento, se crearon tres grupos de participantes, con distinta variabilidad entre sus entrenamientos. Se analizaron los cambios en fuerza máxima a través de la media sentadilla libre y el rendimiento en salto vertical. Todos los participantes asistieron durante 8 semanas a un total de 14 sesiones, de las cuales 11 sesiones estaban destinadas a los entrenamientos y 3 sesiones a las mediciones (pre, pre y postest). Durante la primera semana del estudio se llevo a cabo la primera sesión de medición, donde se evaluó el salto vertical mediante un CMJ y SJ, y la fuerza máxima a través de 1RM en media sentadilla. Las 11 sesiones de entrenamiento estaban diseñadas con diferente estrategia de variabilidad para cada grupo (tabla 1, 2 y 3) de modo que podamos observar los diferentes cambios producidos en cada uno de ellos. En la octava semana se realizó la tercera sesión de medición para observar los cambios producidos en el rendimiento de cada participante, además se realizaron las mismas pruebas de evaluación que en la primera sesión. Respecto a los participantes, al ser escogidos de manera selectiva, no se efectuó ninguna sesión de familiarización ya que superaban el 1,5 de ratio relativo de fuerza individual y mostraban una buena higiene postural. También, es importante destacar que asistieron a la tres evaluación a la misma para evitar posibles variaciones. Por último, todas las sesiones fueron dirigidas y examinadas por el mismo investigador del estudio.

Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 40 participantes. **Grupo VD** (11 hombres y 3 mujeres, edad: 23.6 ± 3.89 años, altura: 172.6 ± 8.96 cm, masa corporal: 69.7 ± 8.56 kg, RM: 122.7 ± 20.06 y un ratio RM/Masa: 1.8 ± 0.16); **Grupo VS** (12 hombres y 2 mujeres, edad: 24.3 ± 2.86 años, altura: 175.1 ± 7.75 cm, masa corporal: 71.1 ± 11.15 kg, RM: 127.3 ± 17.3 y un ratio RM/Masa: 1.8 ± 0.19); **Grupo NV** (8 hombres y 4 mujeres, edad: 22.46 ± 3.47 años, altura: 171.15 ± 10.25 cm, masa corporal: 68.96 ± 13.30 kg, RM: 120.61 ± 35.27 y un ratio RM/Masa: 1.72 ± 0.21). Los criterios de participación fueron los siguientes: (a) no haber padecido ninguna lesión de rodilla en el último año (2) tener un ratio de fuerza relativa superior o igual a 1,5 en media sentadilla (3) no realizar entrenamiento de tren inferior durante las 8 semanas de participación. Todos las personas debían de tener una fuerza relativa igual o superior a 1,5 para asegurarnos de que todos los integrantes en el estudio tuvieran una ejecución correcta de la sentadilla y además que tuviera adaptaciones previas al entrenamiento de fuerza, de modo que nos aseguremos que los cambios producidos fueran a raíz del estudio y no por cambios a nivel neuronal o por mejora de la ejecución, típicos de deportistas con poca experiencia en el entrenamiento. Todos los sujetos debían de seguir con sus hábitos de vida normales para evitar contaminar los resultados, también quedó prohibida la suplementación con algún tipo de ayuda ergogénica por las mismas razones.

Procedimiento de medidas

Las mediciones realizadas pre-entrenamiento, durante-entrenamiento y post-entrenamiento se realizaron a la misma hora para cada sujeto, con la intención de evitar posibles variaciones que pudieran afectar a los resultados, también era necesario que las mediciones se realizaran tras 4 días de descanso. La medición durante-entrenamiento solamente se realizó con el fin de ajustar el RM y readaptar las cargas en función del nuevo valor obtenido.

Protocolo 1 RM

Para llevar a cabo el procedimiento, primero tendría que calcularse 1RM en media sentadilla con peso libre para poder prescribir posteriormente el porcentaje de entrenamiento. Los datos de la evaluación de fuerza se registraron a través de un encoder lineal (sistema T-Force, Ergotech, España). T-Force está conectado a un ordenador y a su vez por un cable a la barra de levantamiento, su función es transferir la velocidad lineal del cable mediante una tarjeta de datos que modifica los datos analógicos a datos digitales con una resolución de 14 bits. La velocidad vertical instantánea del movimiento fue medida con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. En cada sesión de evaluación, todos los participantes independientemente del grupo al que pertenecieran realizaban un calentamiento general y específico. El calentamiento general estaba formado por 3 minutos de carrera continua, seguidos de 4 ejercicios de planchas de 30" cada una (una frontal, dos laterales y una dorsal). Entre cada plancha se descansaba 20". Seguidamente, se realizaba un calentamiento específico en media sentadilla con peso libre. De modo que realizaban 4 repeticiones al 60% 1RM, 3 repeticiones al 70% 1RM, 2 repeticiones al 85% 1RM y 1 repetición al 90% 1RM, con un descanso progresivo de 3 a 5 minutos entre cada serie. Tras finalizar el calentamiento, en un plazo de 3 series se debía identificar el RM del ejercicio. Al estar trabajando con cargas superiores al 90% 1RM se descansaba entre 4-5 minutos, de modo que la fatiga no afectara a ningún sujeto y pudieran realizar la búsqueda del RM en perfectas condiciones. Además el investigador experimental animaba en cada serie a todos los participantes para asegurar que la prueba estaba siendo realizada a máxima intensidad, también era necesario que el ejercicio fuera ejecutado a alta velocidad. Todas las sesiones de fueron realizadas por el mismo investigador.

Rendimiento en el salto vertical

Se valoró a través del salto vertical mediante una plataforma de contacto para precisar la altura del salto en los test de CMJ y SJ. La ejecución del CMJ fue desde una posición erecta hasta flexionar las rodillas de forma voluntaria hasta una posición de 90º y seguidamente de un despegue máximo del suelo. Por otro lado, el SJ se llevo a cabo directamente desde una posición de 90º mantenida y solamente se realizó la fase concéntrica del movimiento, hasta llegar de nuevo a un despegue del suelo. Como se ha comentado, en ambos saltos, la fase concéntrica se debe realizar a máxima velocidad para garantizar que el salto ha sido efectuado de forma válida. En todo momento se comprobó por el investigador que no se realizara ningún movimiento compensatorio o perjudicial que pudiera afectar al rendimiento de la prueba. En ambos casos la posición inicial de los pies debían estar alineados con los hombros, además era necesario que la flexión de la rodilla fuera hasta los 90º grados y para ello se colocó detrás de cada participante una valla que señalaban los grados correctos de cada sujeto, las manos debían estar en toda la fase del salto en la cintura para asegurarnos que no las usaban durante la fase de propulsión. Se evitaron los movimientos de troncos y pies durante el recorrido. Para asegurar la calidad la prueba, se ejecutaron tres saltos por cada test y participante y se eligió el mejor salto.

Procedimiento de entrenamiento

Todos los participantes fueron divididos en 3 grupos de entrenamiento en función del ratio relativo de fuerza. Por lo que se crearon tres grupos de intervención: un grupo de variabilidad diaria (VD), un grupo de variabilidad entre serie (VS) y otro grupo sin variabilidad (NV). El procedimiento fue llevado a cabo en 8 semanas, siendo 6 semanas de entrenamiento, con una frecuencia de 2 entrenamientos a la semana. En cada entrenamiento, al igual que las sesiones de evaluación, se realizaba un calentamiento general formado por 3 minutos de carrera continua y 4 planchas de 30" (una frontal, dos laterales y una dorsal), seguidamente se continuaba con el calentamiento específico realizado en media sentadilla con peso libre, que constaba 5 repeticiones al 30% 1RM, 4 repeticiones al 60% 1RM, 3 repeticiones al 70%, además para el grupo de VD se añadía una cuarta serie de 2 repeticiones al 85% 1RM para las metodologías de fuerza máxima e hipertrofia. Por otro lado, el grupo de VS y las sesiones de fuerza explosiva del grupo VD y del grupo NV, al finalizar el calentamiento específico continuaban con una serie de 5 repeticiones con salto al 30% 1RM, con la finalidad de realizar el ejercicio de sentadilla seguida de un salto con mayor seguridad. El grupo de VS trabajaba en cada sesión de entrenamiento las tres metodologías de entrenamiento, realizaban 2 repeticiones de fuerza máxima al 85% 1RM, seguido de 4 repeticiones de fuerza explosiva al 30% 1RM y acabando con 4 repeticiones de fuerza hipertrofia al 75% 1RM, por lo que se realizaba un computo total de 4 series de 10 repeticiones en cada sesión, con 2 minutos y 30 segundos de descanso entre cada serie. Por otro lado, el grupo de VD cambiaba de entrenamiento en cada sesión, además trabajaba cada sesión con una sola metodología de entrenamiento, comenzando con fuerza máxima, 6 series x 4 repeticiones al 85% 1RM con un descanso entre serie de 2 minutos y 30 segundos; fuerza explosiva, 6 series x 8 repeticiones al 30% 1RM con un descanso entre serie de 2 minutos y 30 segundos y por último fuerza hipertrofia, 6 series x 8 repeticiones al 75% 1RM con un descanso entre serie de 2 minutos y 30 segundos. Por último el grupo NV cambiaba de metodología cada 2 semanas de entrenamiento, por lo que entrenaron las dos primeras semanas fuerza hipertrofia, 6 series x 8 repeticiones al 75% 1RM con un descanso entre serie de 2 minutos y 30 segundos, las siguientes dos semanas realizaban fuerza máxima, 6 series x 4 repeticiones al 85% 1RM con un descanso entre serie de 2 minutos y 30 segundos, finalizando las dos últimas semanas con fuerza explosiva, 6 series x 8 repeticiones al 30% 1RM con un descanso entre serie de 2 minutos y 30 segundos. Además, para los participantes de los grupos, se les exigió que las sesiones de entrenamiento estuvieran separadas por 48 horas. Los tres grupos de entrenamiento sumaron un volumen total de 240 repeticiones al completar un ciclo de tres semanas.

GRUPO VD	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3	
DIA	Martes	Jueves	Martes	Jueves	Martes	Jueves
METODOLOGÍA	Fuerza máxima	Fuerza explosiva	Fuerza hipertrofia	Fuerza máxima	Fuerza explosiva	Fuerza hipertrofia
ENTRENAMIENTO	6x4 85% RM	6x8 30% RM	6x8 30% RM	6x4 85% RM	6x8 30% RM	6x8 30% RM

Tabla 1: primer ciclo de entrenamiento del grupo variabilidad diaria (VD)

GRUPO VS	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3	
DIA	Lunes	Miércoles	Lunes	Miércoles	Lunes	Miércoles
METODOLOGÍA	2 x F. máx 85% RM	2 x F. máx 85% RM	2 x F. máx 85% RM	2 x F. máx 85% RM	2 x F. máx 85% RM	2 x F. máx 85% RM
	4 x F. explos 30% RM	4 x F. explos 30% RM	4 x F. explos 30% RM	4 x F. explos 30% RM	4 x F. explos 30% RM	4 x F. explos 30% RM
	4 x F. hipertr 75% RM	4 x F. hipertr 75% RM	4 x F. hipertr 75% RM	4 x F. hipertr 75% RM	4 x F. hipertr 75% RM	4 x F. hipertr 75% RM
ENTRENAMIENTO	4x10	4x10	4x10	4x10	4x10	4x10

Tabla 2: primer ciclo de entrenamiento del grupo variabilidad entre series (VS)

GRUPO NV	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
DIA	X - V	X - V	X - V	X - V	X - V	X - V
METODOLOGÍA	Fuerza hipertrofia	Fuerza hipertrofia	Fuerza máxima	Fuerza máxima	Fuerza explosiva	Fuerza explosiva
ENTRENAMIENTO	6x8 75% RM	6x8 75% RM	6x4 85% RM	6x4 85% RM	6x8 30% RM	6x8 30% RM

Tabla 3: ciclo completo de entrenamiento del grupo sin variabilidad (NV)

Análisis estadístico

Todos los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Se realizó una ANOVA de dos factores, con la finalidad de buscar diferencias significativas entre el pre-test y el post-test de cada variable e interacciones entre ellas. La significación estadística se estableció en $p \leq 0.05$. Además con la intención de encontrar diferencias a nivel práctico, se calculó los tamaños de efecto (ES), interpretado como $d < 0,2$ (trivial), $0,2-0,5$ (pequeño), $0,5-0,8$ (moderado) y $> 0,8$ (grande), según Rhea (2004).

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European journal of applied physiology*, 117(2), 359-369.

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., McGuigan, M. R., & Hopkins, W. G. (2012). Effects of two contrast training programs on jump performance in rugby union players during a competition phase. *International journal of sports physiology and performance*, 7(1), 68-75.

Bompa, T. O. (2003). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. Editorial Hispano Europea.

Davids, K., Glazier, P., Araujo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical systems. *Sports medicine*, 33(4), 245-260.

Farris, G., & Luebbers, P. E. (2014). A comparison of two undulating periodization programs: daily vs. intra-workout. *J Strength Cond Res*, 13, 82-89.

García Herrero, J. A., Hernández, M., Javier, F., & Cabero Morán, M. T. (2011). Efectos del entrenamiento en variabilidad sobre la precisión del lanzamiento de siete metros en balonmano.

García Manso, J. M., Navarro, M., & Ruiz, J. A. (1996). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Madrid, España: Editorial Gymnos.

Marián, V., Katarína, L., Dávid, O., Matúš, K., & Simon, W. (2016). Improved maximum strength, vertical jump and sprint performance after 8 weeks of jump squat training with individualized loads. *Journal of sports science & medicine*, 15(3), 492.

Prestes, J., Frollini, A. B., de Lima, C., Donatto, F. F., Foschini, D., de Cássia Marqueti, R. & Fleck, S. J. (2009). Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2437-2442.

Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of strength and conditioning research*, 18, 918-920.

Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.

Smilios, I., Piliandis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M., & Tokmakidis, S. P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 135-139.

