

Optimización del entrenamiento de fuerza mediante estrategias de variabilidad

Alejandro Verdú Cuevas

Tutores:

Francisco Javier Moreno Hernández

Rafael Sabido Solana

***Trabajo Fin de Máster Universitario en
Rendimiento Deportivo y Salud***

Índice

1. Introducción	2
2. Método	3
Enfoque experimental del problema	3
Participantes.....	3
Procedimiento de medidas	4
Protocolo de 1 RM.....	4
Rendimiento vertical del salto	4
Procedimiento de entrenamiento.....	5
Análisis estadístico	5
3. Referencias bibliográficas	6



1. Introducción

La organización de las sesiones de entrenamiento es un aspecto muy importante que debe ser manejado por los entrenadores, tomando en cuenta variables como el momento de la temporada o el nivel de rendimiento que va alcanzando el deportista. La ciencia ha aportado distintos modelos de periodización del entrenamiento, desde modelos más lineales a modelos no-lineales, donde aparece una alta variabilidad del volumen e intensidad del entrenamiento entre sesiones (Prestes et al, 2009). El concepto de variabilidad de la carga que utilizan los modelos no-lineales es semejante al concepto de variabilidad tan utilizado y extendido en el área de aprendizaje y control del movimiento.

Bajo la perspectiva del aprendizaje y control motor la variabilidad es un concepto muy importante ya que los deportistas no se encuentran siempre en las mismas condiciones y situaciones. Esta idea nos lleva a concebir en el aprendizaje y control motor dos tipos de variabilidad: la variabilidad interna del propio individuo y la variabilidad externa, que es el ambiente (Davids, Glazier, Araujo, & Bartlett, 2003), y es importante tener en cuenta que nos vemos afectados por la suma de estas dos. El aprendizaje bajo condiciones de variabilidad provoca una mejor capacidad para generalizar y transferir el aprendizaje a nuevas condiciones, una mayor flexibilidad del patrón motor y la aparición de soluciones óptimas adaptadas a las características del deportista y las condiciones de la tarea. Debido a estas ventajas obtenidas en los estudios de aprendizaje motor y de técnica deportiva, cabe plantearse la utilidad del aprendizaje en variabilidad para extrapolar su aplicación al entrenamiento deportivo (García, Moreno & Cabero, 2011).

La aplicación de conceptos de variabilidad en el entrenamiento de fuerza se ha realizado bajo dos posibles situaciones. Por un lado encontramos la aplicación de variabilidad entre sesiones de entrenamiento que da lugar a las anteriormente mencionadas periodizaciones no lineales. Habitualmente, este tipo periodizaciones no lineales combinan cargas altas, medias y bajas (2-4RM, 8-10RM y 15-20RM respectivamente) a lo largo de la semana. Este tipo de entrenamiento busca una variación de la carga para garantizar otras mejoras, ya que proporciona adaptaciones neuromusculares más amplias dando como resultado una mayor transferencia a una variedad más amplia de estados de rendimiento (Argus, Gill, Keogh, McGuigan, & Hopkins, 2012).

Por otro lado, encontramos las metodologías que utilizan la variabilidad intrasesión, como por ejemplo los métodos de contrastes o las pirámides. Los primeros tienen como característica principal la alternancia de cargas pesadas (90%RM) y ligeras (35-50%RM) dentro de una misma sesión. Se utiliza para el desarrollo de fuerza explosiva y potencia, buscando un gran contraste para el SNC en el tipo de movimiento (Smilios, Piliandis, Sotiropoulos, Antonakis, & Tokmakidis, 2005). En segundo lugar encontramos los métodos de pirámides convencionales o invertidas que buscan combinar los efectos de un entrenamiento de fuerza máxima junto a los de la hipertrofia (series con carga incremental desde la hipertrofia a la fuerza máxima o viceversa). Este método 'supone un aumento en el reclutamiento de unidades motoras rápidas y fuerza muscular, además de promover mayores aumentos en la masa muscular, comparada con los métodos tradicionales (Angleri, Ugrinowitsch, & Libardi. 2017; Fett, Maestá & Burini, 2002).

Recientemente en el estudio de Farris, & Luebbers. (2014), se ha realizado una intervención donde se comparan los efectos de la periodización ondulante tanto intrasesión como intersesión con cargas del 70, 60 y 50 % el RM. En el mismo no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos.

Sin embargo la influencia de mayores niveles de variabilidad en las cargas aún no ha sido estudiada. Por ello, el objetivo del presente trabajo es conocer los efectos de altos niveles de variabilidad intrasesión frente a la metodología de variabilidad intersesión (periodización no lineal).

2. Método

Enfoque experimental del problema

En este estudio, se formaron dos grupos de participantes. En ellos, se examinaron las mejoras que producen los diferentes entrenamientos de variabilidad (entre sesión o entre serie) en la fuerza máxima y en la altura del salto, con el ejercicio de half squat (peso libre). Cada participante asistió a 14 sesiones, 2 de mediciones y 12 de entrenamiento, en un periodo de 8 semanas. La primera semana se realizaron las mediciones, dos tests de salto (CMJ y SJ) y, posteriormente, una prueba de 1RM (half squat). Las 12 sesiones restantes consistieron en dos protocolos diferentes de entrenamientos para cada grupo (Figuras 1 y 2). En la última semana, se volvieron a medir las mismas variables para observar los resultados de los diferentes entrenamientos. Las variables analizadas, fueron la fuerza máxima y la altura del salto en ambos protocolos. No hubo proceso de familiarización, porque los sujetos escogidos estaban entrenados y conocían la ejecución del ejercicio a la perfección. Además, en un intento de evitar la variación diurna en las medidas de prueba, los sujetos fueron asignados aproximadamente a la misma hora para cada medición (pre, post y pretest) y sesiones de entrenamiento. Para limitar la variabilidad experimental, el mismo investigador calificado llevó a cabo todas las sesiones del proceso.

Participantes

La muestra seleccionada para este estudio estuvo formada por 28 alumnos (23 hombres, edad: 23.78 ± 3.64 años, altura: 176.65 ± 6.3 cm, masa corporal: 73.5 ± 8.25 kg y un RM: 130.83 ± 16.07 y 5 mujeres, edad: 24.8 ± 2.86 años, altura: 161.2 ± 6.38 cm, masa corporal: 56.24 ± 3.72 kg y un RM: 98.2 ± 6.83) del Grado de Ciencias de la Actividad Física y Deporte de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Los criterios de inclusión fueron: (1) no haber padecido ninguna lesión de rodilla (2) tener un ratio de fuerza relativa en el ejercicio de half squat de 1.5 o superior, es decir, que los sujetos pudieran levantar 1.5 veces su propio peso y (3) que no realizasen entrenamiento de fuerza del tren inferior durante las 6 semanas de la duración de la intervención. Los sujetos contaban con experiencia en el entrenamiento de fuerza, ya que para observar las mejoras del entrenamiento de fuerza con variabilidad, es preferible realizar los entrenamientos con unos sujetos ya adaptados a este trabajo. En sujetos no entrenados o con poca experiencia, las mejoras podrían venir determinadas por otros factores no relacionados con el entrenamiento planteado, como el aprendizaje de la técnica u otras mejoras a nivel neural. Todos los sujetos fueron instruidos para mantener sus hábitos de vida normales durante el proceso de intervención, además se les comunicó que no debían tomar ninguna ayuda ergogénica de ningún tipo. También, antes de la participación en el estudio todos los miembros firmaron un formulario de consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Miguel Hernández de Elche en acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Procedimiento de medidas

Todas las mediciones de pre-entrenamiento y post-entrenamiento se realizaron a la misma hora del día para cada sujeto, después de un mínimo de 4 días de reposo. Justo en la mitad del periodo de entrenamiento (a las 3 semanas) se volvió a valorar el RM para actualizar las cargas en función del cambio mostrado. Por último después de dos semanas de descanso se realizó un retest para comprobar la estabilización de las diferentes mejoras.

Protocolo de 1 RM

Se realizó un test de 1RM para el ejercicio de half squat con peso libre para calcular la intensidad de los entrenamientos posteriores. Los datos de fuerza / cinemática se registraron mediante la conexión de un encoder lineal al final de la barra (sistema T-Force, Ergotech, España). Este sistema consiste en un transductor de velocidad lineal de extensión de cable conectado a un ordenador personal mediante una tarjeta de obtención de datos de analógico a digital con una resolución de 14 bits. La velocidad vertical instantánea fue medida con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. El 1RM se calculó usando un protocolo similar al descrito por Frost et al. (2015). Los sujetos realizaron un calentamiento general antes de la prueba que consistió en ejercicio aeróbico ligero de aproximadamente 3 minutos, seguido de 4 ejercicios de planchas abdominales (plancha ventral, dos laterales y una dorsal) de 30" cada una con un descanso de 20" entre ellas para favorecer la activación de la musculatura sinergista en el ejercicio. Después, los sujetos realizaron un calentamiento específico: se les pidió a los participantes realizar, 4 repeticiones al 60% de su 1RM, 3 repeticiones al 70% 1RM, 2 repeticiones al 85% 1RM y 1 repetición al 90% 1RM con un descanso de 3-5 minutos entre serie. Después de estas series se realizaron 3 series más, para identificar su actual 1RM donde se realizaba repetición a la máxima velocidad, para que la medición del encoder fuera lo más precisa posible. Se contaban las repeticiones como buenas, si el sujeto mantenía los dos pies fijos en el suelo con una separación igual a la anchura de los hombros (sin desplazarse) y si el ángulo de la rodilla era de 90°; para ello, primero se le midió a cada sujeto su rango óptimo de ejecución y se le colocó un banco a esa altura, para delimitar el desplazamiento. Se realizó un descanso de 5' entre cada serie. Se animó a los sujetos a realizar la ejecución del ejercicio a la máxima velocidad posible. Las pruebas fueron realizadas por el mismo investigador y todas las condiciones fueron estandarizadas.

Rendimiento vertical del salto

La altura en el salto vertical se evaluó utilizando una plataforma de contacto, conectada al ordenador para determinar el tiempo de vuelo en los test de CMJ y SJ. Para el CMJ, partieron de una posición erecta, realizando un descenso hasta un ángulo de flexión de rodillas voluntario, y súbitamente un ascenso con la indicación de que el salto debía ser máximo y vertical. Para el SJ, se controló que al inicio, las rodillas se encontraran formando un ángulo próximo a 90°. Tras un mínimo de 3 segundos manteniendo esa posición, se realizó un movimiento puramente ascendente. Se controló que no se realizara ningún tipo de contramovimiento, colocando en la posición inicial un tope. La posición inicial de los sujetos fue con los pies alineados al ancho de las caderas colocados sobre la plataforma y con las manos en la cintura. Se evitaron los movimientos del tronco y los talones debían permanecer pegados al suelo durante el impulso.

Se realizaron un total de tres saltos por cada test y se escogió el mejor salto para su posterior análisis.

Procedimiento de entrenamiento

Para dividir a los sujetos en dos grupos de entrenamiento se realizó un contrabalanceo a partir del ratio de fuerza relativo. En este momento se obtuvieron dos grupos: un grupo de variabilidad diaria (VD) y otro grupo de variabilidad entre serie (VS). El periodo de intervención fue llevado a cabo durante 6 semanas, con una frecuencia de entrenamientos de 2 días a la semana. Antes de cada entrenamiento, se realizó un calentamiento estandarizado para todas las sesiones que contaba con una fase general de 3 minutos de carrera continua, seguido de 4 ejercicios de planchas abdominales (plancha ventral, dos laterales y una dorsal) de 30 segundos cada una, con un descanso de 20 segundos entre ejercicio y una parte más específica: se realizaron 4 series a diferentes intensidades del RM, la primera de 5 repeticiones al 30%RM, la segunda de 4 repeticiones al 60%, la tercera de 3 repeticiones al 70% y la cuarta 2 repeticiones al 85% para las sesiones de fuerza máxima e hipertrofia del grupo VD. Para el grupo de VS y las sesiones de fuerza explosiva del grupo VD además de ese calentamiento se les añadió una serie final al 30% del RM con salto, para la asimilación del ejercicio posterior. El grupo VD realizó un entrenamiento donde cada día realizaron una carga diferente: fuerza máxima, con un total de 6 series x 4 repeticiones al (85%RM) con un descanso de 2 minutos y 30 segundos; fuerza explosiva con 6 series x 8 repeticiones (30%RM) con un descanso 2 minutos y 30 segundos e hipertrofia con 6 series x 8 repeticiones al (75%RM) con un descanso de 2 minutos y 30 segundos (esto supone un volumen total de 240 repeticiones al completar un ciclo de tres semanas). Para el grupo VS que cambió la carga dentro de la misma serie, las 2 primeras repeticiones de la serie fueron de fuerza máxima (85%RM), las 4 siguientes repeticiones de fuerza explosiva (30%RM) y las 4 últimas de hipertrofia (75%RM) realizando un total de 4 series de 10 repeticiones con un descanso de 2 minutos y 30 segundos (un volumen total de 240 al completar un ciclo). Todas las sesiones tuvieron una separación de 48 horas.

GRUPO VS	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3	
DÍA	Lunes	Miércoles	Lunes	Miércoles	Lunes	Miércoles
TIPO DE FUERZA	2 F. máxima (85%RM) 4 F. explosiva (30%RM) 4 Hipertrofia (75%RM)	2 F. máxima (85%RM) 4 F. explosiva (30%RM) 4 Hipertrofia (75%RM)	2 F. máxima (85%RM) 4 F. explosiva (30%RM) 4 Hipertrofia (75%RM)	2 F. máxima (85%RM) 4 F. explosiva (30%RM) 4 Hipertrofia (75%RM)	2 F. máxima (85%RM) 4 F. explosiva (30%RM) 4 Hipertrofia (75%RM)	2 F. máxima (85%RM) 4 F. explosiva (30%RM) 4 Hipertrofia (75%RM)
TIPO DE ENTRENO	4x10	4x10	4x10	4x10	4x10	4x10

Figura 1: primer ciclo de entrenamiento del grupo variabilidad entre series (VS)

GRUPO VD	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3	
DÍA	Martes	Jueves	Martes	Jueves	Martes	Jueves
TIPO DE FUERZA	F. máxima	F. explosiva	Hipertrofia	F. máxima	F. explosiva	Hipertrofia
TIPO DE ENTRENO	6x4 al 85%RM	6x8 al 30%RM	6x8 al 75%RM	6x4 al 85%RM	6x8 al 30%RM	6x8 al 75%RM

Figura 2: primer ciclo de entrenamiento del grupo variabilidad diaria (VD)

Análisis estadístico

Todos los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Se utilizó una ANOVA de dos factores, comparando las diferencias entre grupo e intragrupo a lo largo de las mediciones, para identificar las diferencias significativas. La significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Asimismo se calcularon 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.

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

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

Fett, C. A., Maestá, N., & Burini, R. C. (2002). Metabolic changes in force and muscular mass produced by a strength athletes protocol with and without OMEGA-3 supplementation or "triglyceridios".

Frost, D. M., Bronson, S., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2016). Changes in Maximal Strength, Velocity, and Power After 8 Weeks of Training With Pneumatic or Free Weight Resistance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 934-944.

Moreno, F. J., & Ordoño, E. M. (2015). Variability and practice load in motor learning. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 11(39).

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. *Journal of Strength and conditioning Research*, 19(1), 135.

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.