

Original

COMPARACIÓN DE DOS ENTRENAMIENTOS DE FUERZA DURANTE UN CORTO PERIODO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO MUSCULAR

COMPARISON OF TWO STRENGTH TRAINING PROTOCOLS FOR A SHORT PERIOD TO IMPROVE MUSCLE PERFORMANCE

Gutiérrez Hellín, J.¹; Del Coso Garrigós, J.¹

¹ Laboratorio de Fisiología y Rendimiento Deportivo. Instituto de Ciencias del Deporte (UCJC)

Correspondence to:

Jorge Gutiérrez Hellín

Instituto de Ciencias del Deporte, Universidad Camilo José Cela

C/ Castillo de Alarcón 49, Urb. Villafranca del Castillo, 28692 Madrid

Tlf. 918 153 131 (Ext. 1627)

E-mail: Jorge.gutierrez.hellin@gmail.com

Gutiérrez Hellín, J. & Del Coso Garrigós, J. (2013). Comparison of two strength training protocols for a short period to improve muscle performance. *AGON. International Journal of Sport Sciences*. 3(2), 75-83.

Received: 18-07-2013

Accepted: 28-10-2013

RESUMEN

OBJETIVO: El objetivo de este estudio fue comparar la efectividad de dos tipos de entrenamiento de fuerza – fuerza-resistencia-explosiva y fuerza-sub-máxima- para mejorar el rendimiento muscular durante un periodo de entrenamiento corto.

MÉTODOS: Participaron un total de 6 sujetos deportistas con 21 ± 2 años, $65,5 \pm 7,1$ kg y 170 ± 8 cm. Antes del entrenamiento, se midió la fuerza máxima (1RM) en cada pierna en el ejercicio de *squat* y posteriormente se realizaron mediciones de la velocidad de movimiento al 25%, 50%, 75% y 100% del RM con un encoder rotatorio. Además, se calculó el porcentaje de grasa corporal y el volumen de músculo en el muslo utilizando fórmulas antropométricas. Tras las mediciones pre-entrenamiento, cada sujeto realizó 12 sesiones (4 semanas) de entrenamiento de fuerza sub-máxima en una pierna y entrenamiento de fuerza-resistencia-explosiva en la otra pierna. La asignación de entrenamiento a cada pierna fue aleatorizada y contrabalaceada. Tras el entrenamiento se repitieron todas las mediciones.

RESULTADOS: Ninguno de los entrenamientos investigados produjo mejoras en la velocidad de contracción concéntrica, potencia muscular, volumen del muslo, % masa de masa magra y % de masa grasa. En el ejercicio de *squat*, el entrenamiento de fuerza sub-máxima mejoró $8 \pm 5\%$ la 1RM y el entrenamiento de fuerza-resistencia-explosiva mejoró la 1RM $6 \pm 3\%$ ($P < 0,05$). Ninguno de los entrenamientos de fuerza mostró superioridad frente al otro.

CONCLUSION: Doce sesiones de entrenamiento de fuerza sub-máxima o fuerza-resistencia-explosiva fueron efectivas para mejorar la 1 RM. Sin embargo, ninguno de los entrenamientos investigados modificó el resto de las variables de rendimiento muscular.

Palabras clave: Fuerza, potencia, velocidad de contracción, mejora del 1RM, entrenamiento e hipertrofia

ABSTRACT

AIM: The aim of this study was to compare the effectiveness of two types of strength training fast force resistance and submaximal strength to improve muscle performance during a short training period.

METHODS: Six athletes with 21 ± 2 years, $65,5 \pm 7,1$ kg y 170 ± 8 cm took part in this study. The 1RM was measured in the *squat* exercise and after that, speed movement was measured at the 25%, 50%, 75% and 100% of the RM by using a rotating encoder. In addition, it was calculated the leg's percentage of body fat and the muscle volume of the thigh by using anthropometric measurements. After this, each subject performed twelve training sessions (during four weeks) of submaximal strength in one leg and and fast force resistance in the opposite leg. The assignation of the experimental trainings to the right and left legs was randomized and counterbalanced. After the training, they were made all the measurements again.

RESULTS: None of the investigated trainings methods produced improvements in the speed of muscle concentric contraction, the muscular power output, the thigh volume, the % mass of lean mass and the % of fat mass. Nevertheless, the submaximal strength training improved by $8 \pm 5\%$ the 1RM, while the fast force resistance training improved by 6 ± 3 the 1RM in the squat exercise ($P < 0,05$). There were not any superiority when comparing both training methods.

CONCLUSION: Twelve training sessions of submaximal strength or fast force resistance were effective to improve maximal force production (1RM). However, none of the investigated training methods improved muscle performance variables.

Key words: Strength, speed of concentric contraction, improvement of the 1RM, training and hypertrophy

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos ancestrales la fuerza ha sido una de las capacidades físicas más importantes para el desarrollo de las actividades del ser humano. Hoy en día, la fuerza es directamente proporcional a la calidad de vida y al rendimiento en los distintos deportes (Goldspink, 2012). Por lo tanto, el estudio de esta capacidad es fundamental en toda su amplitud con el objetivo de buscar mejoras aplicables al ámbito de la salud y/o al del rendimiento deportivo.

Desde un punto biomecánico, la fuerza es la capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse (González Badillo & Gorostiaga Ayestarán, 2002). La producción de fuerza viene como resultado de la señal eléctrica del sistema nervioso y la cascada de acontecimientos que se suceden en la fibra muscular que culminan con la creación de puentes cruzados entre la actina y la miosina en las miofibrillas. A pesar de que el sistema de producción de fuerza es siempre el mismo (sistema nervioso y sistema músculo-esquelético), en función de las señales eléctricas, el músculo se puede contraer en un rango de velocidades, fuerzas o número de repeticiones. Entre las diferentes manifestaciones de la fuerza, unos están relacionados con factores neurales y otros con factores metabólicos. La fuerza máxima está relacionada con factores neurales mientras que la fuerza resistencia-explosiva está relacionada con procesos metabólicos (Bosco, 2000). El entrenamiento de fuerza-resistencia-explosiva busca como objetivo principal el mantenimiento de la producción de potencia muscular durante la ejecución de movimientos, variable imprescindible para el éxito en multitud de deportes. Cuando repetimos un gesto técnico a la máxima velocidad, estamos realizando resistencia a la fuerza explosiva y por lo tanto, un entrenamiento de esta naturaleza retrasará la aparición de fatiga, mejorando nuestro rendimiento. Los deportes de lucha o los deportes de raqueta son ejemplos claros donde se puede apreciar esta manifestación de fuerza. Por otro lado, tenemos el entrenamiento de fuerza máxima en el que se genera la mayor tensión muscular, siendo también muy importante para muchos deportes acíclicos en los que se debe aplicar la mayor

cantidad de fuerza en un solo movimiento. Ejemplos de actividades deportivas con desarrollo de fuerza máxima (o en las que el entrenamiento de esta cualidad produce mejoras en el rendimiento) son la halterofilia, lanzamiento de peso, lanzamiento de jabalina, etc (Izquierdo.Mikel, Keijo, J., Javier, & . 2002).

Buitrago (2012) realizó un estudio en el que comparaba 4 métodos de entrenamiento de fuerza incluyendo el de fuerza sub-máxima y fuerza a la resistencia explosiva de manera aguda (en solamente una sesión). Sin embargo, no existen estudios que definan la utilidad de una rutina de entrenamiento para fuerza sub-máxima y fuerza resistencia explosiva a lo largo de 4 semanas. Está comprobado que el entrenamiento de fuerza con largos periodos de entrenamiento, con una intensidad adecuada y un volumen de entrenamiento mínimo producen mejoras significativas en las variables de rendimiento muscular. Fiatare en 1994 observó que el entrenamiento dinámico de fuerza máxima mejoraba el 1 RM. Por otro lado comprobó que la fuerza isométrica mejoraba un 30% en ese tipo de entrenamiento (Fiatare, O'Neill, Ryan, & al., 1994). Estos estudios se realizaron con una duración de 6 semanas (Frontera et al., 1998; K. Hakkinen, Pastinen, Karsikas, & linnamo, 1995; K. Y. P. Hakkinen, A 1993; Moritani & Devries, 1979). Willoughby en 1993 demostró que es necesario largos periodos de entrenamiento para que los beneficios del entrenamiento periodizado sean significativos, marcando como mínimo 4 semanas (Willoughby, 1993).

El objetivo de este estudio fue comprobar si un periodo corto de entrenamiento de fuerza, 4 semanas (12 sesiones), mejorar la fuerza, la potencia, la velocidad de contracción concéntrica. Un segundo objetivo fue la comparar la efectividad de dos métodos de entrenamiento de fuerza (fuerza-resistencia-explosiva y fuerza-sub-máxima) para aumentar el rendimiento muscular en un periodo corto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Un total de 6 hombres formaron parte del estudio. Todos eran deportistas y estudiantes de Ciencias de Actividad Física y del Deporte (CCAFD) en la Universidad Camilo José Cela. La media de edad, peso, altura, índice de masa corporal y masa grasa fue de 21 ± 2 años, $65,4 \pm 7,0$ kg, $169,8 \pm 8,3$ cm, $22,7 \pm 2,2$ Kg/m² y $11,6 \pm 6,4\%$. Todos ellos firmaron un consentimiento informado antes de participar en el estudio.

Diseño experimental

El estudio consistió en la puesta en práctica de dos métodos de entrenamiento para mejorar el rendimiento muscular: a) entrenamiento de fuerza-sub-máxima y b) entrenamiento de fuerza-resistencia-explosiva. Para realizar las mediciones pre-entrenamiento fueron necesarios 2 días, con un intervalo de 24 horas de recuperación. En el primer día, los participantes realizaron un calentamiento de 30 minutos y se calculó de manera individual el 1RM en cada pierna (derecha e izquierda). El 1 RM se calculó de forma directa en el ejercicio de squat (American College of Sport Medicine, 2000). Al día siguiente se realizó el ejercicio de squat a la máxima velocidad posible con cargas representaban el 25%, 50%, 75% y 100% de su RM. La producción de fuerza, velocidad de contracción y la potencia muscular máximas durante estas repeticiones fueron determinadas con la utilización de un encoder rotatorio (Isocontrol dinámico, España). Estas mediciones se realizaron en ambas piernas de cada participante con un orden aleatorizado. En el segundo día también, se les midió el volumen del muslo utilizando la fórmula propuesta por Jones y Pearson (1970). También se realizó un estudio morfológico por extremidades a través de bioimpedancia (Tanita, BC418, Japón).

Tras los test iniciales, y de manera aleatoria y contrabalanceda, a los participantes se les asignó una rutina de fuerza a cada una de sus piernas. Los entrenamientos utilizados fueron los siguientes:

Fuerza sub-máxima que consistió en realizar 2 bloques de 4 series al 90% de la 1RM, con descansos de 3 minutos entre repeticiones y de 5 minutos

entre bloques. El ritmo de ejecución fue 1:1:1 (1 s de fase concéntrica, 1 s de fase isométrica y 1 segundo de fase excéntrica; (Bompa, 1995; Buitrago et al., 2012; Enrique Correa Bautista, 2009; Pardo Gil, 2007)).

Fuerza resistencia-explosiva que consistió en realizar 3 series de 17 repeticiones al 55% RM con descansos entre series de 30". El ritmo de ejecución fue 1:1 (1 s de fase concéntrica y 1 s de fase excéntrica; (Bompa, 1995; Enrique Correa Bautista, 2009; Pardo Gil, 2007)).

El volumen de entrenamiento se calculó cuantificando el número de kg que movilizaba cada entrenamiento (a través del número de repeticiones y el % sobre la 1RM de cada repetición). De este modo, el entrenamiento de fuerza sub-máxima tuvo un volumen de 2880% sobre la 1RM y el de fuerza resistencia explosiva de 2805% sobre la 1RM. Estos métodos de entrenamiento se llevaron a cabo durante 12 sesiones en un periodo de 4 semanas (3 sesiones por semana con recuperación de 48 horas). Se utilizó solo un ejercicio para estas rutinas de entrenamiento que consistió en el *press* de piernas en una máquina horizontal. Una vez realizadas las 12 sesiones de entrenamiento, se volvieron a medir las mismas variables que al inicio del entrenamiento, utilizando los mismos protocolos y los mismos materiales.

Análisis estadístico

Los datos que se presentan corresponden a un total de seis participantes. Los valores se presentan como media \pm desviación estándar. Se realizaron dos tipos de comparaciones, una intra-sujetos mediante la prueba t muestras relacionadas, y otra inter-sujetos, mediante la prueba t muestras independientes. El nivel de significancia se fijó en $P < 0,05$. Todos estos estadísticos se realizaron con Microsoft Excel® y SPSS® versión 19.0.

RESULTADOS

En la figura 1 se presentan los cambios en la velocidad contracción en función de la fuerza mecánica en el ejercicio de *squat*. Se puede observar que la velocidad disminuyó

progresivamente con la carga ($P < 0,05$) en todas las mediciones. Al final del periodo de entrenamiento, la velocidad de contracción muscular no aumentó respecto de la medición pre-entrenamiento en ninguna de las cuatro cargas y con ninguno de los dos entrenamientos. Por tanto, la velocidad de contracción muscular no fue mejorada con ninguno de los dos sistemas de entrenamiento ($P > 0,05$).

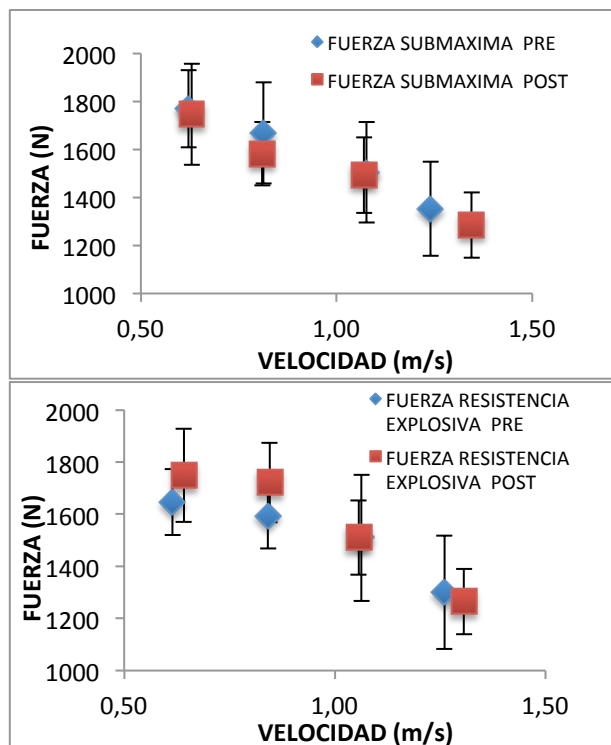


Figura 1: Curva de fuerza velocidad para ambos métodos de entrenamiento

En la figura 2 se presentan los cambios de la potencia muscular en función de la carga. Se puede observar que la potencia disminuyó progresivamente con la carga ($P < 0,05$). Al final del periodo de entrenamiento, la potencia muscular no aumentó respecto de la medición pre-entrenamiento en ninguna de las cuatro cargas, en ninguno de los dos entrenamientos. Respecto del objetivo de la investigación, la potencia muscular no fue mejorada con ninguno de los dos sistemas de entrenamiento ($P > 0,05$).

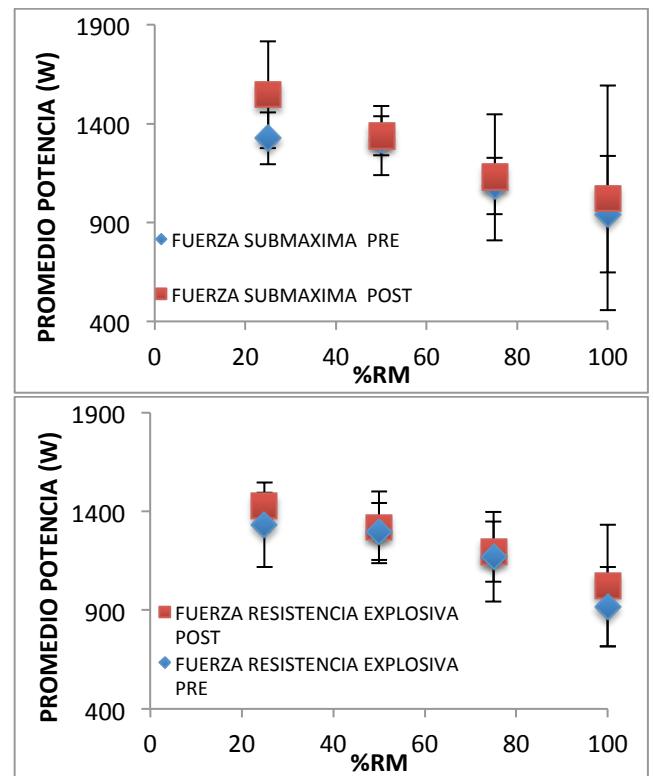


Figura 2: Curva de promedio potencia-fuerza para ambos métodos de entrenamiento

En la figura 3 se presentan los cambios producidos por cada entrenamiento respecto al promedio de la masa magra (kg) y la masa grasa (kg) en la pierna. Se puede observar que no existen mejoras significativas ($P < 0,05$) entre las mediciones pre- y post-entrenamiento. Respecto del objetivo de la investigación, no se produjo ganancia de masa muscular ni de masa grasa con ninguno de los dos sistemas de entrenamiento ($P > 0,05$).

En la figura 4 se presentan los cambios respecto al 1RM (kg) con cada sistema de entrenamiento de fuerza. Se puede observar que la 1RM aumentó ($P < 0,05$) con ambos sistemas de entrenamiento. Respecto del objetivo de la investigación, la fuerza máxima aplicada en el ejercicio de squat mejoró respecto de la medición pre-entrenamiento en los dos métodos.

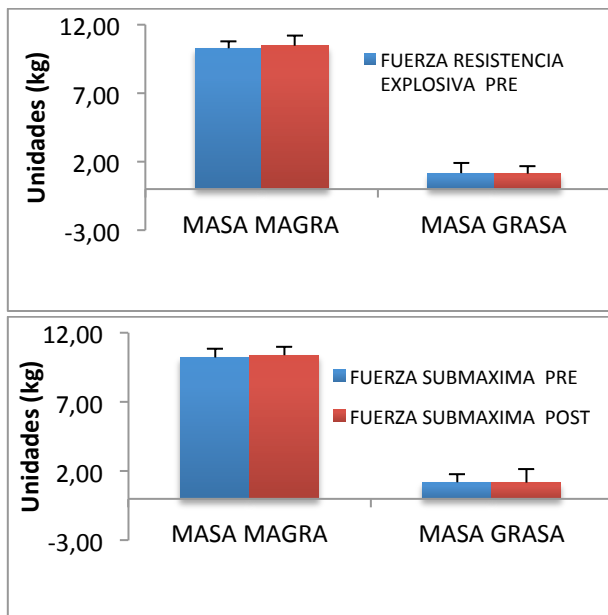


Figura 3: Incremento de masa muscular y masa grasa en piernas en ambos métodos de entrenamientos

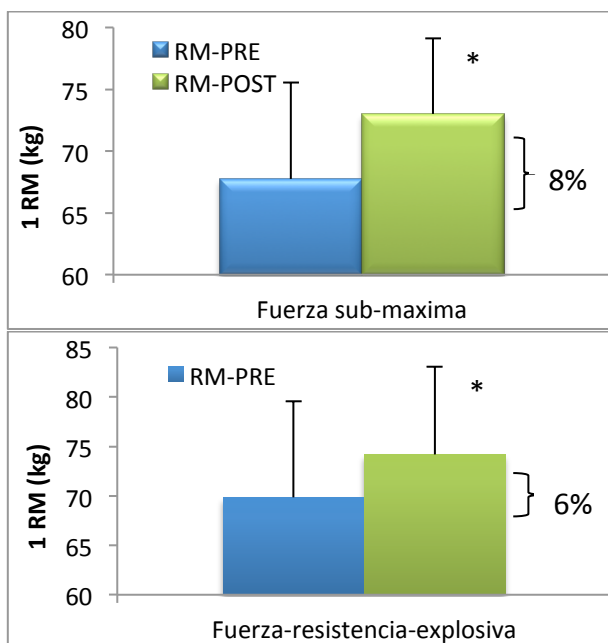


Figura 4: Incremento de 1RM para ambos entrenamientos
* Diferencias significativas entre el pre y post (P < 0,05)

DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación fue comprobar la efectividad de dos tipos de entrenamiento de fuerza durante 4 semanas de entrenamiento (12 sesiones) en las variables más importantes del rendimiento

muscular (fuerza aplicada, potencia muscular, velocidad de contracción). Un segundo propósito fue comparar cuál de los dos métodos de entrenamiento de fuerza conseguían mayores beneficios en el rendimiento muscular.

Un factor a tener en cuenta durante el entrenamiento de fuerza es el volumen del entrenamiento, siendo necesario un volumen mínimo para que se produzcan las adaptaciones al entrenamiento de fuerza. Naclerio realizó una investigación en el que entrenaba la fuerza máxima a diferentes sujetos durante 6 semanas con volúmenes de entrenamiento diferentes (Naclerio et al., 2012). Marcó como volumen mínimo de entrenamiento 1 serie por ejercicio y 3 series por grupo muscular, y como máximo volumen de entrenamiento 3 series por ejercicio y 9 series por grupo muscular. Concluyó que con mayores volúmenes de entrenamiento las mejoras en fuerza eran superiores, encontrando solo diferencias significativas en el volumen de entrenamiento alto (Naclerio et al., 2012). Puede ser este el principal motivo por el cual no hemos encontrado diferencias significativas en la mayoría de variables del rendimiento muscular. El volumen del entrenamiento en cada sesión pudo no haber sido el mínimo necesario para someter a la musculatura al estrés necesario para que se produzcan adaptaciones a la rutina de fuerza marcada. Teniendo en cuenta que nuestros entrenamientos estaban formados por 1 ejercicio y 8 series en fuerza sub-máxima y 1 ejercicio y 3 series en fuerza-resistencia-explosiva, tuvimos un volumen de entrenamiento bajo, coincidiendo en los resultados con Naclerio.

Otro factor importante con el que tenemos que contar para que se produzcan mejoras con los entrenamientos de fuerza es la duración total del entrenamiento. Diferentes trabajos de investigación demuestran que para lograr mejoras en la producción de fuerza se necesita que el entrenamiento tenga una intensidad y duración suficientes, marcando como mínimo 4 a 6 semanas (Frontera et al., 1988; K. Hakkinen et al., 1997; K. Hakkinen & Pakarinen, 1994; K. Hakkinen et al., 1995; Sipila & Suominen, 1995; Trieth, Ryan, Pratley, Rubin, & Miller, 1994). En nuestro

entrenamiento estuvimos en el límite inferior de este rango, lo que puede afectar a la ausencia de efectos en la mayoría de las variables de fuerza.

Está demostrado que un programa que utilice cargas elevadas con movimientos de ejecución lentos inducirá a mejorar la fuerza máxima, manteniendo constantes los primeros milisegundos en la curva fuerza-velocidad (Frontera et al., 1988). Por otro lado, un entrenamiento de fuerza explosiva con cargas ligeras y movimientos muy rápidos ocasionará una mejora en las partes iniciales de la curva fuerza-velocidad (Viitasalo, 1985). A pesar de que está demostrado que ambos métodos mejoran la fuerza observándolo en gráfica fuerza-velocidad, los resultados que hemos obtenido en el estudio durante 4 semanas de entrenamiento con un volumen e intensidad bajos no indican una superioridad de estos sistemas de entrenamiento para modificar la curva de fuerza velocidad. Puede ser que los factores mencionados anteriormente (volumen por sesión y duración del entrenamiento) hayan limitado la posibilidad de encontrar diferencias en la producción de fuerza con cada entrenamiento.

En la variable de volumen del muslo, % de masa muscular y % de masa grasa no obtuvimos diferencias significativas con ninguno de los métodos de entrenamiento, al comparar las mediciones pre y post. Sin embargo, sí que se obtuvo una ganancia en la producción de fuerza máxima con ambos tipos de entrenamiento (Figura 4). El aumento de la fuerza puede derivarse por mejoras estructurales en el músculo (principalmente hipertrofia) o por mejoras en la coordinación intra e intermuscular (factores neurales; (McDougall 1991)). Debido a que no hemos conseguido que existan diferencias significativas en las variables de volumen de muslo ni en el porcentaje de masa magra en las piernas no podemos justificar que la ganancia en fuerza se debiera a factores estructurales. Sale, en su estudio de 1991 indica que con entrenamientos de algunas semanas o de algunos meses la electromiografía (EMG) en músculos agonistas aumenta, afirmando que las mejoras en fuerza se producen por un mayor reclutamiento de unidades motoras (Sale, 1991). También Häkkinen en el estudio que realizó en el año 2000 comprobó que la EMG se modificaba tanto

en entrenamientos bilaterales como unilaterales, sugiriendo que los aumentos de fuerza se debían a una base neurológica (Häkkinen & 2000). En nuestra investigación no utilizamos electromiografía pero obtuvimos una ganancia de fuerza sin encontrar cambios en la masa muscular, lo que indicaría de manera indirecta que las mejoras se debieron a factores neurales.

CONCLUSIONES

1. Un periodo de entrenamientos corto (12 sesiones con descansos de 48 horas), no es efectivo para obtener mejoras significativas en el rendimiento muscular. Este periodo solo es efectivo para producir ganancias en fuerza máxima (1 RM).
2. Un volumen de entrenamiento equivalente a levantar un total 2842% RM en cada sesión es insuficiente para encontrar diferencias significativas en periodos cortos de entrenamiento.
3. Los entrenamientos de fuerza-submáxima o fuerza-resistencia-explosiva mejoran la producción de fuerza máxima a través de factores neurales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sport Medicine. (2000). *Resource Manual for guidelines for exercises Testing and prescription*. Madrid: Paidotribo.
2. Bompa, T. (1995). Periodización de la Fuerza. pp: 119-130.
3. Bosco, C. (2000). La fuerza "aspectos metodológicos". pp:14, 25, 74.
4. Buitrago, S., Wirtz, N., Yue, Z., Kleinoder, H., & Mester, J. (2012). Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in bench press exercise. *J Strength Cond Res*.
5. Enrique Correa Bautista, J. (2009). Principios y métodos para el entrenamiento de fuerza muscular. pp: 82.

6. Fiatore, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., & al., e. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England Journal of Medicine*, *V. 330*, PP:1769-1775.
7. Frontera, Meredith, W. R., Meredith, O'Reilly, E. N., Knuttgen, K. P., Knuttgen, H. G., & Evans, W. J. (1998). Strength conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function". *J. Appl. Physio*, *71*, 664-650.
8. Frontera, Meredith, W. R., N., O. r. E., Knuttgen, K. P., Evans, H. G. Y., & J., W. (1988). Strength conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function". *J. Appl. Physio*, *71*, 644-650.
9. Goldspink, G. (2012). Age-related loss of muscle mass and strength. *J Aging Res*, *2012*, 158279. doi: 10.1155/2012/158279
10. González Badillo, J. J., & Gorostiaga Ayestarán, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza* (3 ed.): INDE.
11. Häkkinen, K., & (2000). Adaptación Neuromuscular al Entrenamiento de la Fuerza en Hombres y Mujeres. Resúmenes del 1º Simposio Internacional de Fuerza y Potencia relacionadas con los Deportes, la actividad Física, el Fitness y la Rehabilitación.
12. Hakkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., I.Assila, H., Malkia, H., . . . Ale, M. (1997). Neuromuscular adaptation during strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta physiol. Scand*, *5*.
13. Hakkinen, K., & Pakarinen, A. (1994). Muscle strength on serum hormones in middle-aged and elderly men and women. *Acta physiol. Scand*, *148*, 199-207.
14. Hakkinen, K., Pastinen, U. M., Karsikas, R., & Iinamo, V. (1995). Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contractions and during electrical stimulation in men at different ages. *Eur. J. Appl. Physio*, *70*, 518-527.
15. Hakkinen, K. Y. P., A (1993). Muscle strength and serum hormones in middle-aged and elderly men and women. *Acta physiol. Scand*, *148*, 199-207.
16. Izquierdo, Mikel, Keijo, H., J., G. B. J., Javier, I., & ., M. G. E. (2002). Efectos de la especificidad del entrenamiento a largo plazo en la fuerza máxima y la potencia de las extremidades superiores e inferiores en atletas de diferentes deportes. *European Journal of Applied Physiology*, *87*(3), 264-271.
17. Jones, P. R. M., & Pearson, J. (1970). Anthropometric determination of leg fat and muscle plus bone volumes in young male and female adults. *J. Appl. Physiol.*, *204*, 63-64.
18. Moritani, T., & Devries, H. A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Phys. Med*, *58*, 115-130.
19. Naclerio, F., Faigenbaum, A. D., Larumbe-Zabala, E., Perez-Bibao, T., Kang, J., Ratamess, N. A., & Triplett, N. T. (2012). Effects of Different Resistance Training Volumes on Strength and Power in Team Sport Athletes: A Pilot Study. *J Strength Cond Res*. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182736d10
20. Pardo Gil, F. J. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico* (2 ed.): Panamera.
21. Sale, D. G. (1991). Testing strength and power. En: J. D. MacDougall, H. A Wenger y H. J. Green (eds). *Physiological testing of the high performance athlete*. Champaign. IL: Human Kinetics, 21-131.
22. Sipilä, & Suominen, H. (1995). Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. *J. Appl. Physio*, *78*, 334-340.
23. Trieth, M., Ryan, A., Pratley, R., Rubin, M., & Miller, J. D. (1994). Effect of strength training on total and regional body composition in older men. *J. Appl. Physio*, *77*, 614-620.

24. Viitasalo, J. T. (1985). Effects of training on force-velocity characteristics. *En Winter DA Norman, R.W. Wells, R.P. eto/*, 96-101.
25. Willoughby, D. S. (1993). A comparison of three selected weight training programs on the upper and lower body strength of trained males. *Ann. J. Appl. Res. Coaching Athletics*, 124-126.