

Efecto sobre la mejora y retención de la fuerza de un programa de entrenamiento de fuerza con cargas concentradas en sujetos no entrenados.

Effect on the strength improvement and retention during a strength training program with concentrated loads in non trained subjects.

Aceña Rubio, Rosa M^a

Díaz Ureña, Germán

González Ravé, Jose M^a

Juárez Santos-García, Daniel

Navarro Valdivielso, Fernando

Facultad de Ciencias del deporte. Universidad de Castilla La Mancha

Resumen

En este estudio se ha analizado la mejora y retención de la fuerza en 34 sujetos no entrenados, distribuidos de forma aleatoria en un grupo experimental (GE) (n=17) que efectuó un programa de entrenamiento para la mejora de la misma de 9 semanas de duración, realizando 4 sesiones consecutivas de entrenamiento semanal, y un grupo control (GC) (n=17) que no llevó a cabo ningún entrenamiento. Se tomaron mediciones del peso máximo elevado en 1RM, la fuerza máxima, y la fuerza media total, con el sistema de medición de fuerzas dinámicas Isocontrol 3.6, en el ejercicio de squat (SQ), antes (PRE-), en la mitad (MED-) y al final del tratamiento (POST 1), así como tras 1 (POST 2) y 2 meses (POST 3) de la finalización mismo. En el GE, las ganancias de fuerza fueron altamente significativas ($p < 0.01$) tanto en la mitad (19%), como al final del programa de entrenamiento (35%), e incluso tras 2 meses de la finalización del mismo (40%). En el GC no se produjeron cambios significativos. En conclusión, tras 9 semanas de entrenamiento de fuerza, se pueden obtener mejoras de la misma altamente significativas utilizando cargas concentradas en sujetos no entrenados, y se pueden seguir alcanzando mayores ganancias durante al menos otras 8 semanas más después de finalizado el entrenamiento.

Abstract

In this study has analyzed the improvement and retention of strength in 34 nontrained subjects, randomized in an experimental group (GE) (n=17) who realized a strength training program during 9 weeks, making 4 consecutive sessions of weekly training, and a control group (GC) (n=17) who did not realized any training. The 1 repetition maximum (1RM), maximum strength, total mean strength, were measured with ISOCONTROL 3.6. device in squat (SQ). The measured were done before (PRE-), in the middle (MED-), at the end of the treatment (POST 1), as well as after 1 and 2 months of the conclusion of the same one. In the experimental group, the strength gains were highly significant as much in the middle (19%), as at the end of the training program (35%), and even after 2 months of the conclusion of the same one (40%). In the GC significant changes did not take place. In conclusion, after 9 weeks of strength training, can be obtained improvements of same highly significant using concentrated loads in nontrained subjects, and they are possible to be continued reaching greater gains during at least other 8 weeks after more finalized the training.

Key words: training, strength, detraining, concentrated loads.

Palabras clave: entrenamiento, fuerza, desentrenamiento, cargas concentradas.

Correspondencia/correspondence: Dra. Rosa Aceña Rubio.
Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. Universidad de Castilla La Mancha
Laboratorio de Entrenamiento Deportivo. Av Carlos III, SN. 45004 Toledo
Email: rosa.acena@uclm.es

Introducción

La presente investigación se plantea con el fin de analizar si es adecuado aplicar cargas concentradas en sujetos no entrenados, cuando se quieren obtener importantes ganancias de fuerza dinámica máxima y durante cuanto tiempo se podrían mantener los beneficios obtenidos una vez finalizado el entrenamiento. La carga se puede considerar concentrada si su volumen a lo largo del mes durante el cual se aplica es un 23-25% del volumen anual general, no pudiendo ser prolongada su aplicación durante más de 2 meses (Siff y Verkhoshansky, 2000).

Algunos autores (Siff y Verkhoshansky, 2000), han recomendado la aplicación de cargas concentradas, preferiblemente en sujetos con un cierto nivel de entrenamiento, y su eficacia ha sido demostrada en deportistas altamente cualificados. En deportistas con poca experiencia en el entrenamiento, como son los sujetos con los que se ha realizado el experimento, se aconseja la utilización de cargas regulares (Navarro y cols., 2003), ya que parece que la aplicación de cargas grandes y extremas en el organismo falto de experiencia en el entrenamiento, puede tener como consecuencia una rápida adaptación a las mismas, y el agotamiento prematuro de las posibilidades de adaptación, dejando de reaccionar ante cargas moderadas que podrían ser totalmente eficaces si no se hubieran utilizado anteriormente estímulos tan intensos (Navarro y cols., 2003; Siff y Verkhoshansky, 2000). En relación a todo lo anterior, otros autores (Fleck y Kraemer, 1997) señalan que el número óptimo de sesiones semanales de entrenamiento para la mejora de la fuerza máxima es de 4 consecutivas en sujetos entrenados, pero alternando cada día los grupos musculares a trabajar; y sin embargo en sujetos no entrenados, recomiendan 3 días alternos.

Se han encontrado varios estudios de similares características al nuestro en los que también se han logrado importantes ganancias de fuerza aplicando cargas concentradas durante un tiempo parecido en sujetos con escasa o ninguna experiencia en este tipo de entrenamientos.

En el que más se asemeja a nuestra investigación (Narici, Roi, Landoni, y cols., 1989) en relación al tipo de sujetos analizados, número de sesiones de entrenamiento efectuadas a la semana, objetivos de entrenamiento y duración total, así como tiempo de desentrenamiento observado, también se obtuvieron ganancias muy significativas de fuerza al finalizar el programa de entrenamiento, y éstas se mantuvieron incluso aumentaron aunque no de forma significativa durante el desentrenamiento tal y como ocurrió en nuestro caso. Al igual que en nuestro estudio, parece que dichas ganancias se debieron en primer lugar a la mejora de factores neurales y en segundo lugar al trabajo de hipertrofia realizado.

En otra investigación encontrada (Komí, Viitasalo, Rauramaa, y cols., 1978), 4 entrenamientos semanales de extensiones máximas isométricas de rodilla aplicadas durante 12 semanas en sujetos no entrenados también han permitido obtener mejoras del 20% de la fuerza isométrica máxima.

Igualmente se conoce un estudio (Schmidtbleicher y Haralambie, 1981), en el que 30 jóvenes divididos en 2 grupos experimentales, fueron investigados antes y después de un periodo de

entrenamiento de fuerza dinámica máxima de 8 semanas. Ambos grupos realizaron 4 entrenamientos a la semana, y la misma carga total al final del periodo de entrenamiento pero distribuida de diferente forma. Mientras el grupo A realizó pocas repeticiones con cargas máximas obteniendo mejoras del 14,8% de la fuerza máxima, el grupo B, efectuó muchas repeticiones con cargas ligeras logrando incrementos del 12,2%.

En cuanto a los estudios que observan la retención tras un programa de entrenamiento de fuerza, tan sólo el de Narici y cols. (1989), comentado con anterioridad, en el que se obtuvieron resultados similares a la presente investigación, analiza la retención de la fuerza 6 semanas después de finalizado un programa de entrenamiento de 8 semanas en el que se han aplicado cargas concentradas. Del resto de estudios encontrados se ha podido concluir que tras 8 semanas de entrenamiento de fuerza dinámica excéntrica (Housh, Housh, Weir, y cols, 1996), las ganancias obtenidas se pueden mantener durante 8 semanas más, pero sin embargo, las ganancias obtenidas tras 10 semanas de entrenamiento de fuerza dinámica máxima no se pueden mantener durante 12 semanas más, obteniendo pérdidas en torno a un 16% (Houston, Froese, Valeriote, Green, y Ranney, 1983).

Por este motivo, el presente estudio se plantea con la finalidad de analizar si con 9 semanas de entrenamiento se dan las condiciones suficientes para mejorar de forma significativa la fuerza dinámica máxima aplicando cargas concentradas en sujetos no entrenados, y si se podrían mantener durante 8 semanas más las ganancias logradas con este tipo de entrenamiento.

Material y métodos

Participantes

Los sujetos de estudio fueron 34 varones sanos, de 18-24 años de edad, estudiantes de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo, que por su escasa experiencia en el entrenamiento de fuerza, fueron considerados como principiantes siguiendo las indicaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (Kraemer y cols., 2002).

Procedimiento y diseño experimental

Los participantes en el estudio fueron distribuidos de forma aleatoria en dos grupos, estableciendo un grupo experimental de 17 sujetos (GE), que efectuó un programa de entrenamiento fuerza de 9 semanas de duración, realizando 4 sesiones consecutivas de entrenamiento semanal; y un grupo control de otros 17 sujetos (GC), que no llevó a cabo ningún entrenamiento. Dichos grupos no presentaron diferencias significativas entre ambos en la evaluación inicial en ninguna de las variables analizadas.

Antes de comenzar el tratamiento y previo al test inicial, se realizaron 6 sesiones de instrucción del entrenamiento y de los test de valoración para asegurar una correcta técnica y comprensión del proceso (Rhea, Ball, Philips, y Burkett, 2002). Se prohibió a los participantes la realización de cualquier otro tipo de ejercicio de fuerza mientras duró el experimento. Se les recomendó el seguimiento de una dieta equilibrada: hidratos de carbono (65%), grasas (20%) y proteínas (15%).

Para la realización de los test, se trató de estandarizar al máximo todas las condiciones que pudieran influir en los resultados. Para conseguir una gran fiabilidad y evitar la variabilidad de las mediciones, los test de 1RM se realizaron en dos ocasiones separadas por 48 horas (Jones, Rikli, Beam, Duncan, y Lamar, 1997; Patterson, Sherman, Hitzelberger, y Nichols, 1996; Rhea, Ball, Philips, y Burkett, 2002), tomando como el verdadero valor el más alto alcanzado. La obtención del peso máximo elevado en 1RM, se realizó siguiendo el protocolo utilizado por Kraemer y Fry (1995), por lo que se efectuó un aumento del peso de forma progresiva hasta llegar a una carga con la que sólo se pudiera realizar una repetición, seguido de un descanso de 3 a 5' (Brown y Weir, 2001; Kraemer y Fry, 1995; Weir, Wagner, y Housh, 1994), y se permitió intentar de nuevo hasta en tres ocasiones (Anderson y Kearney, 1982; W. Kraemer y Fry, 1991; Wilson, Murphy, y Pryor, 1994), considerándose como verdadero 1RM el valor más alto alcanzado siempre que la velocidad de ejecución fuese inferior a 0,20 m/s (García, Monteiro, y González, 2003).

El programa de entrenamiento se diseñó siguiendo el modelo que Fleck y Kraemer (1997) adaptaron del modelo de periodización clásico para el entrenamiento de fuerza propuesto por Stone, O'Bryant y Garhammer (1981). En la primera mitad del programa se realizó un trabajo de hipertrofia muscular utilizando cargas entre un 70%- 80% del 1RM. Tras el momento de evaluación MED-, se trabajó la fuerza máxima con cargas entre 85%- 95% del 1RM.

La duración de las sesiones de entrenamiento para el GE fue de unos 40 minutos en las que se efectuó lo siguiente: a) calentamiento estandarizado de 10 minutos consistente en la realización 7' de carrera continua entre 120-140 p/m y 3' de estiramientos (Brown y Weir, 2001) de los músculos a trabajar; b) 10 repeticiones al 40% del 1RM; c) la rutina de fuerza correspondiente en cada sesión; d) estiramientos de los músculos implicados.

Test y medidas

Se tomaron mediciones del peso máximo elevado en 1RM, la fuerza máxima, y la fuerza media total, con el sistema de medición de fuerzas dinámicas ISOCONTROL 3.6, en el ejercicio de squat (SQ), que fue el seleccionado para la medición de la fuerza tal y como recomiendan autores como Fry, Kraemer y Weseman (1991); Brown y Weir (2001). Dichas mediciones tuvieron lugar: antes del comienzo del estudio (PRE-), en la mitad (MED-) y al final del tratamiento (POST 1), así como tras uno (POST 2) y dos meses (POST 3) de la finalización del mismo.

Variables

Las variables en el presente trabajo vienen dadas por:

- Variable independiente: la carga de entrenamiento constituye la variable independiente del experimento. Es el factor que se ha manipulado (propuesta de entrenamiento de fuerza que realiza el grupo GE frente al grupo GC) para comprobar el efecto producido sobre las variables dependientes.
- Variables dependientes: las que se han seleccionado para la valoración de la fuerza, son las que a continuación se indican junto a su definición, según JLMLi+d, S.L, empresa que ha desarrollado el sistema utilizado en la medición:

- 1RM: *carga máxima elevada en 1 repetición*
- Fuerza máxima: *valor en newtons (N) de la máxima fuerza conseguida en todo el desplazamiento.*
- Fuerza media total: *valor en newtons (N) de la suma de todos los valores de fuerza dividido por el tiempo total.*

Análisis estadístico

El tratamiento de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 12. Además de la estadística descriptiva (media y desviación típica muestral), se emplearon diferentes pruebas inferenciales. La normalidad de la muestra fue confirmada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov-Lillefors. Para la comparación de medias entre cada uno de los momentos de medición se empleó el *análisis de la Varianza (MANCOVA)* con factor intrasujeto de cuatro niveles (Momento de evaluación: MED, POST 1, POST 2 y POST 3) y tomando como covariable los valores iniciales PRE-. Para la comprobación de la no existencia de diferencias significativas de las variables estudiadas entre ambos grupos en la evaluación inicial se aplicó la *prueba t para muestras independientes*.

Resultados

En la Tabla 1 se han recogido los datos descriptivos de las distintas variables medidas para cada grupo en los diferentes momentos de evaluación. Como se puede apreciar, las diferencias entre grupos fueron significativas ($p < 0.05$) en los valores medios del peso máximo elevado en 1RM, la fuerza máxima y la fuerza media total en todos los momentos de evaluación excepto en el momento PRE- entre el GE y GC.

| | | PRE- | | MED- | | POST 1 | | POST 2 | | POST 3 | |
|---------------------------------|---------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | | GE | GC |
| 1RM | \tilde{X} (kg) | 121,18 | 126,5 | 145,00 | 128,3 | 163,24 | 125,13 | 164,06 | 124,5 | 169,76 | 127,0 |
| | SD | 19,85 | 21,6 | 25,51 | 27,3 | 25,13 | 19,6 | 27,25 | 20,5 | 25,22 | 22,1 |
| | n | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Fuerza Máxima (N) | \tilde{X} (N) | 1505,12 | 1487,3 | 1728,41 | 1502,1 | 1862,22 | 1418,7 | 1837,98 | 1476,3 | 1947,14 | 1492,7 |
| | SD | 194,06 | 325,9 | 350,35 | 300,6 | 351,50 | 325,9 | 338,96 | 314,9 | 340,69 | 349,9 |
| | n | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Fuerza Media Total (N) | \tilde{X} (N) | 1205,94 | 1266,1 | 1444,53 | 1289,3 | 1627,55 | 1265,3 | 1632,44 | 1254,1 | 1694,06 | 1279,5 |
| | SD | 200,53 | 208,4 | 256,06 | 278,4 | 254,03 | 207,9 | 271,48 | 205,4 | 255,50 | 2187,6 |
| | n | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |

Tabla 1.- Datos descriptivos de las diferentes variables medidas en el test de squat, en los distintos momentos de evaluación en el grupo experimental (GE) y grupo control (GC)

El porcentaje de cambios de las mismas queda expuesto en la Tabla 2, donde se puede observar como en las tres variables seleccionadas para la medición de la fuerza, en el GE se produjeron mejoras altamente significativas ($p < 0.01$) tanto en la mitad como al final del programa de entrenamiento, y éstas siguieron incrementándose aunque no de forma significativa durante el post-entrenamiento, alcanzando los valores más elevados tras 2 meses de la finalización del mismo. En el GC no se dieron diferencias significativas en ninguno los momentos de evaluación analizados.

| VARIABLES | | 1RM (%) | | Fuerza máxima (%) | | Fuerza media total (%) | |
|------------------------|---------------|---------|-------|-------------------|-------|------------------------|-------|
| | | GE | GC | GE | GC | GE | GC |
| MOMENTOS DE EVALUACIÓN | MED-PRE | 19,42** | 1,40 | 13,54** | 0,99 | 19,55** | 1,80 |
| | POST 1-PRE | 34,94** | -1,12 | 22,78** | -4,84 | 35,20** | 0,00 |
| | POST 2-PRE | 35,41** | -1,61 | 21,28** | -0,75 | 35,43** | -0,96 |
| | POST 3-PRE | 40,46** | 0,39 | 28,69** | 0,36 | 40,85** | 1,05 |
| | POST 1-MED | 13,00** | -2,56 | 8,14** | -5,88 | 13,09** | -1,83 |
| | POST 2-POST 1 | 0,35 | -1,00 | -1,22 | 3,90 | 0,17 | -0,96 |
| | POST 3-POST 2 | 3,47 | 1,97 | 5,94* | 1,10 | 3,77* | 1,99 |
| | POST 3-POST 1 | 4,09 | 1,50 | 4,82 | 4,96 | 4,18 | 1,05 |

Tabla 2.- Porcentaje de cambios producidos en las diferentes variables medidas en el test de squat (SQ), en los distintos momentos de evaluación en el grupo experimental (GE) y grupo control (GC)

* ganancias significativas ($p < 0.05$)
 ** ganancias altamente significativas ($p < 0.01$)

Así mismo, en las figuras 1, 2, y 3 se muestran los cambios producidos en ambos grupos, en cada variable analizada, en los diferentes momentos de evaluación, y se señalan los momentos en los que las diferencias entre grupos son significativas.

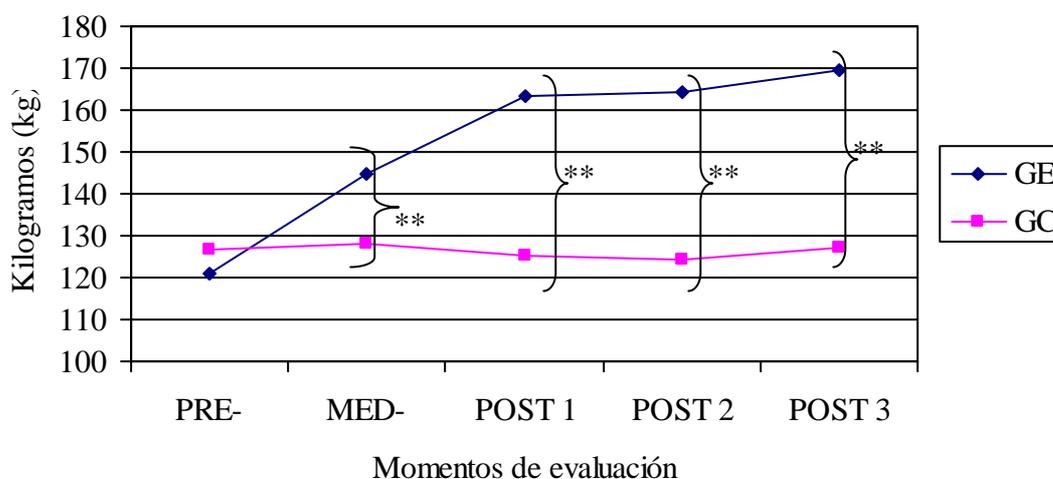


Figura 1.- Evolución del Peso máximo elevado en 1RM en los distintos momentos de evaluación en los grupos GE y GC

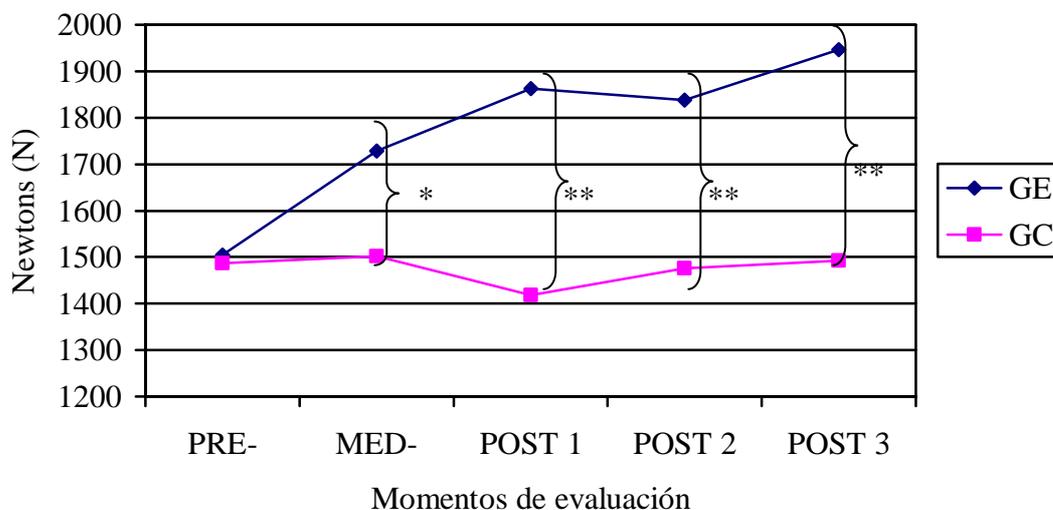


Figura 2.- Evolución de la Fuerza Máxima en los distintos momentos de evaluación en los grupos GE y GC

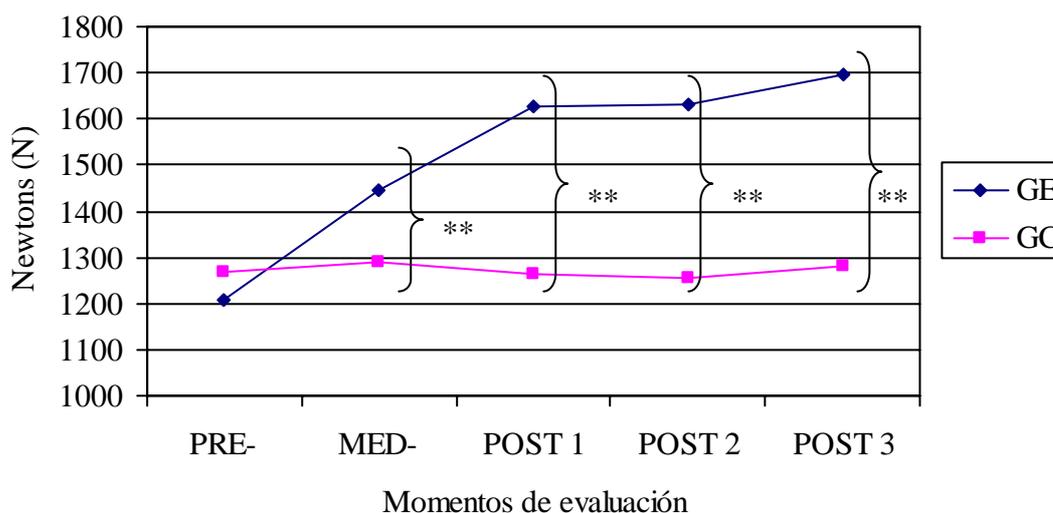


Figura 3.- Evolución de la Fuerza media total en los distintos momentos de evaluación en los grupos GE y GC

Discusión

Como se ha podido observar en la Tabla 2, el programa de entrenamiento llevado a cabo en este estudio, en el que se han aplicado cargas concentradas en sujetos sin experiencia en este tipo de entrenamientos, ha permitido obtener ganancias altamente significativas ($p < 0.01$) de fuerza dinámica máxima tanto en la mitad como al final del programa de entrenamiento en el GE.

Estas importantes ganancias logradas coinciden con los resultados de numerosos estudios en los que se ha podido demostrar que son habituales en sujetos con poca experiencia en el entrenamiento de fuerza y/o los que no han entrenado de forma regular durante varios años,

ya que, debido a la elevada reserva de adaptación que poseen, pueden responder favorablemente a la mayoría de los protocolos de entrenamiento. Además éstas coinciden con los hallazgos encontrados en la revisión de Kraemer y cols (2002), que observaron que los incrementos de fuerza muscular tras un programa de entrenamiento de estas características están entorno a un 40% en sujetos no entrenados y 20% en poco entrenados. Por tanto estos resultados parecen indicar que incluso aplicando cargas concentradas las ganancias de fuerza dinámica máxima logradas en sujetos sin experiencia son elevadísimas.

Durante el post-entrenamiento, como se puede observar en la Tabla 2, se siguen produciendo mejoras en el GE, de forma que los mejores resultados se consiguen tras dos meses de la finalización del entrenamiento, y aunque estos cambios no llegan a ser significativos si los comparamos con los resultados obtenidos al final del programa de entrenamiento, parecen indicar que se ha producido un efecto retardado en la obtención de ganancias. Es probable que esto se haya debido a la aplicación de un programa de entrenamiento de considerable carga teniendo en cuenta la inexperiencia de los sujetos, lo cual ha podido suponer un exceso de entrenamiento que es el ha podido provocar el retraso en la aparición de ganancias. En relación a esto algunos investigadores han señalado que, la aplicación de una fase de alto volumen puede provocar un retraso en el incremento de la preparación aproximadamente de 2-5 semanas (Fry y cols., 1994; Siff y Verkhoshansky, 2000; Stone y Fry, 1997; Stone y cols., 1991).

Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos en las distintas variables seleccionadas para la valoración de la fuerza dinámica máxima en varones activos sin experiencia en el entrenamiento de fuerza, como consecuencia de la aplicación de un programa de 9 semanas de duración para la mejora de la misma aplicando cargas concentradas, podemos afirmar que:

1. El entrenamiento de fuerza dinámica máxima mediante la aplicación de cargas concentradas en sujetos sin experiencia durante un periodo de 9 semanas, permite obtener ganancias altamente significativas en la mitad y al final del programa de entrenamiento.
2. Tras 2 meses de la finalización del programa de entrenamiento, se siguen obteniendo mejoras aunque no lleguen a ser significativas.

Por tanto, podemos afirmar que, tras 9 semanas de entrenamiento de fuerza, aplicando cargas concentradas en sujetos no entrenados, se puede mejorar la fuerza dinámica máxima de forma altamente significativa, y se pueden mantener dichas ganancias durante al menos los 2 meses siguientes.

Referencias

- Anderson, T., y Kearney, J. T. (1982). Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53, 1-7.
- Baker, D., Wilson, G., y Carlyon, R. (1994). Periodization: The effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. *Journal of strength and Conditioning Research*, 8(4), 235-242.
- Brown, L. E., y Weir, J. P. (2001). ASEP Procedures Recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists*, 4(3), 1-21.
- Fleck, S. J. (1999). Periodize Strength Training: A critical review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 82-89.
- Fleck, S. J., y Kraemer, W. J. (1997). *Designing Resistance Training Programs* (2^a ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Lynch, J. M., Marsit, J. L., Roy, E. P., Triplett, N. T., y cols. (1994). Performance decrements with high-intensity resistance exercise overtraining. *Medicine and Sciences in Sport & Exercise*, 26(9), 1165-1173.
- García, J., Monteiro, F., y González, C. (2003). A importancia da correcta aviliagao de 1RM e a sua relagao com a metodologia de Treino e o rendimento desportivo. *Treino Desportivo*, 21(3), 28-30.
- Housh, T. J., Housh, D. J., Weir, J. P., y Weir LL. (1996). Effects of eccentric-only resistance training and detraining. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 145-148.
- Houston, M. E., Froese, E. A., Valeriote, S. P., Green, H. J., y Ranney, D. A. (1983). Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: A one leg model. *European Journal of Applied Physiology*, 51(1), 25-35.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., Beam, W. C., Duncan, S. J., y Lamar, B. (1997). Determining 1RM test-retest reliability for older adults on weight stack and pneumatic strength equipment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68 Supplement, A-52.
- Komi, P. V.; Viitasalo, J. T.; Rauramaa, R.; Vihko, V. (1978). Effect of isometric strength training on mechanical, electrical, and metabolic aspects of muscle function. *European Journal of Applied Physiology*, 40 (1), 45-55.
- Kraemer, J. W., Adams, K. J., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., y cols. (2002). Progression Models in Resistance training for healthy adults. *ACSM, Position Stand, Med and Sci. In Sports and Exc.*, 34(2), 364-380.
- Kraemer, W., y Fry, A. (1991). Strength testing: development and evaluation of methodology. In P. Maud y C. Foster (Eds.), *Physiological Testing of Human Fitness*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Kraemer, W. J., y Fry, A. C. (1995). Strength testing: development and evaluation of methodology. In P. Maud y C. Foster (Eds.). *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Narici, M. V., Roi, G. S., Landoni, L., y cols., y. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal of Applied Physiology*, 59, 310-319.

- Navarro, F., Oca, A., y Castañón, F. J. (2003). *El entrenamiento del nadador joven*. Madrid: Gymnos.
- Patterson, P., Sherman, J., Hitzelberger, L., y Nichols, J. (1996). Test- retest reliability of selected LifeCircuit machines. *Journal of strength and Conditioning Research*, 10, 246-249.
- Rhea, M. R., Ball, S. D., Phillips, W. T., y Burkett, L. N. (2002). A comparison of linear and Daily Undulating Periodized Programs with Equated Volume and Intensity for Strength. *Journal of strength and Conditioning Research*, 16(2), 250-255.
- Siff, M. C., y Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Schmidtbleicher, D.; Haralambie, G. (1981). Changes in contractile properties of muscle after strength training in man. *European Journal of Applied Physiology*, 46(3), 221-228.
- Stone, M. H., y Fry, A. C. (1997). Responses to increased resistance training volume. In R. B. Kreider, A. L. Fry y M. L. O´Toole (Eds.), *Overtraining and Overreaching in Sport*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Stone, M. H., Keith, R. E., Kearney, J. T., S.J., F., Wilson, G., y Triplett, N. T. (1991). Overtraining: a review of the signs, symptoms and possible causes. *Journal of Applied Sports Science Research*, 5(1), 35-50.
- Weir, J. P., Wagner, L. L., y Housh, T. J. (1994). The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *Journal of strength and Conditioning Research*, 8, 58-60.
- Wilson, G., Murphy, A. J., y Pryor, J. F. (1994). Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology*, 76, 2714-2719.