

Monograph

# Efecto de un Protocolo de Entrada en Calor utilizando Medias Sentadillas Submáximas sobre el Rendimiento durante la Realización de Saltos Verticales

Vassilios Gourgoulis<sup>1</sup>, Nickos Aggeloussis<sup>1</sup>, Panagiotis Kasimatis<sup>1</sup>, Giorgos Mavromatis<sup>1</sup> y Athanasios Garas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education and Sports Science, Democritus University of Thrace, Komotini, 69100 Grecia.

## RESUMEN

---

El propósito de la presente investigación fue estudiar el efecto de un programa de entrada en calor utilizando medias sentadillas submáximas sobre la habilidad para realizar saltos verticales. En el presente estudio participaron veinte hombres físicamente activos. Cada sujeto realizó 5 series de 2 repeticiones del ejercicio de media sentadilla con las siguientes intensidades: 20, 40, 60, 80 y 90% de 1 repetición máxima (1RM). Antes de la primera serie y luego de finalizar la última serie, los sujetos realizaron dos saltos con contramovimiento en una plataforma de fuerza Kistler; siendo el objetivo principal alcanzar la mayor altura posible durante el salto. Los resultados mostraron que la altura media durante los saltos verticales se incrementó en un 2.39% luego del período de entrada en calor. Luego de esto los sujetos fueron divididos en dos grupos de acuerdo a sus valores de 1RM en el ejercicio de media sentadilla. Los sujetos con una mayor fuerza máxima exhibieron un mayor incremento en la altura del salto vertical (4.01%) que los sujetos con una menor fuerza máxima (0.42%). Los protocolos de entrada en calor utilizando el ejercicio de media sentadilla con cargas submáximas y ejecución explosiva pueden ser utilizados para provocar incrementos a corto plazo en el rendimiento durante la realización de saltos verticales, y sus efectos son mayores en los atletas con una fuerza relativamente mayor.

**Palabras Clave:** salto vertical, entrada en calor, potencia

## INTRODUCCION

---

Los movimientos explosivos son predominantes en muchos deportes y son comúnmente realizados a altas velocidad contra una carga provista por el peso y la inercia del cuerpo y el equipamiento. En estos deportes, la expresión de la fuerza explosiva en las acciones musculares o la tasa a la cual puede aplicarse la fuerza (potencia) puede ser más importante que la capacidad para producir fuerza máxima (12). En general, el nivel de fuerza explosiva determina principalmente el rendimiento en acciones con una duración del impulso de hasta aproximadamente 170 ms. Dichas acciones son, por ejemplo, esfuerzos de velocidad/fuerza llevados a cabo en todas las actividades que involucran a las extremidades

inferiores tales como los sprints y los saltos (1).

El salto vertical contribuye en cierta medida al rendimiento en la mayoría de los deportes (2). Sin embargo, en ciertos deportes, para alcanzar el éxito los atletas deben realizar saltos de gran altura y deben alcanzar esta altura lo más rápido posible. El éxito deportivo en estas actividades requiere de la generación de potencia en un período de tiempo muy corto (4). De esta manera, y de acuerdo con lo sugerido por Newton y Kraemer (3), la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores no será el único determinante del rendimiento durante la realización de saltos verticales, sino que la tasa a la cual los músculos pueden desarrollar la fuerza, conjuntamente con la eficiencia del ciclo de estiramiento-acortamiento y el grado de coordinación y destreza para realizar los movimientos, serán los determinantes principales del rendimiento. Asimismo, se requiere de una entrada en calor óptima para maximizar la tasa de desarrollo de la fuerza, la flexibilidad y la coordinación neuromuscular. Datos empíricos indican que la realización de una entrada en calor utilizando ejercicios de sobrecarga de alta intensidad puede mejorar el rendimiento deportivo probablemente debido al incremento en la activación neural (1). De acuerdo con Verkhoshansky (11), una carga igual a la necesaria para realizar 5 repeticiones máximas (RM) provoca una excitación del sistema nervioso central y permite un mayor esfuerzo explosivo en subsiguientes ejercicios llevados a cabo con cargas más livianas.

Sin embargo, la investigación respecto del protocolo óptimo de entrada en calor para mejorar el rendimiento durante la realización de saltos verticales es limitada. En un estudio llevado a cabo por Radcliffe y Radcliffe (5), los sujetos realizaron diversos protocolos de entrada en calor utilizando el peso corporal y diversos ejercicios de sobrecarga antes de llevar a cabo un test de salto en largo. El protocolo de entrada en calor que incluyó 4 series de 4 repeticiones del ejercicio de arranque de potencia resultó en un rendimiento significativamente mayor en el test de salto en largo (3.9 cm) en comparación con el protocolo de entrada en calor sin ejercicios de alta intensidad. Güllich y Schmidbleicher (1) investigaron los efectos de la realización de contracciones voluntarias máximas sobre el subsiguiente rendimiento de potencia haciendo que los atletas realizaran saltos con contramovimiento (CMJ) y saltos con caída (DJ) antes e inmediatamente después de realizar contracciones isométricas máximas de los extensores de la rodilla. En este estudio, el rendimiento en los CMJ y DJ post contracciones isométricas se incrementó significativamente en un 2.6 y un 3.2%, respectivamente, en comparación con el rendimiento en los saltos pre contracciones isométricas, por lo que Güllich y Schmidbleicher sugirieron que el incremento en el rendimiento fue resultado del incremento en la actividad neuromuscular. Young et al (13), investigaron si la realización de una serie de medias sentadillas con una carga de 5RM resultaría en una mejora en el rendimiento de saltos con contramovimiento con carga. Sus resultados revelaron que la serie de medias sentadillas produjeron una potenciación aguda del rendimiento en los saltos; ya que la altura de los saltos se incrementó en un 2.8%.

Sin embargo, no se han estudiado los efectos de un protocolo de entrada en calor utilizando medias sentadillas con cargas progresivamente mayores. Dicho protocolo incorpora la utilización de grandes pesos para mejorar la activación neural y pesos ligeros para mejorar los otros componentes de la acción muscular explosiva (12).

El propósito de la presente investigación fue estudiar los efectos de un protocolo de entrada en calor utilizando medias sentadillas con cargas progresivamente mayores sobre el rendimiento durante la realización de saltos verticales.

## MÉTODOS

---

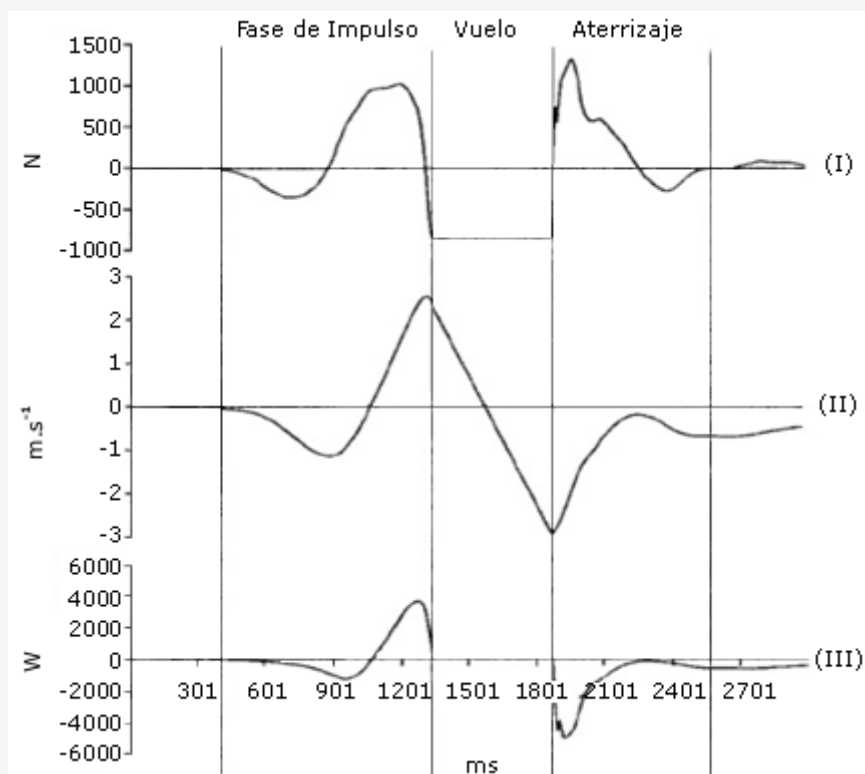
### Sujetos

Veinte hombres físicamente activos (edad:  $21.8 \pm 1.1$  años, talla:  $1.78 \pm 0.05$  m, peso:  $78.4 \pm 9.3$  kg) fueron voluntarios para participar en el estudio.

### Procedimientos de Evaluación

En primer lugar, los sujetos realizaron varios saltos con contramovimiento y medias sentadillas de práctica para familiarizarse con la técnica de ejecución. Posteriormente, se determinó la fuerza en 1RM en el ejercicio de media sentadilla en todos los sujetos. Tres días después, los sujetos realizaron 2 saltos con contramovimiento antes e inmediatamente después de un período de entrada en calor que incluyó 5 series de media sentadilla. Cada serie fue de dos repeticiones y ambas repeticiones de cada serie se llevaron a cabo con cargas del 20, 40, 60, 80 y 90% de 1RM. Esta secuencia involucró tanto cargas pesadas (>80% de 1RM) como livianas (<60% de 1RM), lo cual afecta a los diferentes componentes de las acciones musculares explosivas (12). Todas las repeticiones fueron ejecutadas lo más rápido posible. Se incluyó una pausa de 5 minutos entre las series para permitir la recuperación del sistema nervioso central.

Todos los saltos fueron llevados a cabo en una plataforma de fuerza Kistler (frecuencia de muestreo: 1,000 Hz) con las manos apoyadas en la cintura. La posición inicial para todos los saltos con contramovimiento fue la posición de pie erguido (el grado de flexión de rodillas utilizado por cada sujeto fue determinado por los mismos sujetos); y el objetivo principal del salto fue alcanzar la mayor altura posible. La altura de los saltos fue calculada a partir del impulso generado por la fuerza de reacción vertical contra el piso durante la fase de impulso, y el salto de mayor altura (antes y después del período de entrada en calor) fue seleccionado para los posteriores análisis. La información obtenida con la plataforma de fuerza también fue utilizada para generar las curvas de velocidad vertical del centro de masa corporal y de la producción de potencia durante cada salto (Figura 1), de acuerdo con los procedimientos descritos por Harmann et al (2).



**Figura 1.** Curvas características para la fuerza de reacción vertical contra el suelo (I), la velocidad vertical del centro de masa corporal (II) y la potencia instantánea (III) durante un salto con contramovimiento.

## Análisis Estadísticos

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó la prueba t para variables independientes, y el nivel de significancia fue establecido a  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

Luego del período de entrada en calor, la potencia positiva máxima durante los saltos con contramovimiento se incrementó desde  $4025.5 \pm 634.6$  W hasta  $4051.9 \pm 661.71$  W. Sin embargo, este incremento no fue significativo ( $t_{19} = 0.638$ ,  $p > 0.05$ ). Sin embargo, se observó un incremento significativo ( $t_{19} = 2.099$ ,  $p < 0.05$ ) en la altura de los saltos con contramovimiento. La altura media de los saltos antes de la entrada en calor fue de  $33.67 \pm 5.14$  cm, y la altura se incrementó hasta  $34.48 \pm 5.56$  cm luego del período de entrada en calor. Esta mejora representó un 2.39% de la altura del salto vertical antes de la entrada en calor. Para investigar los efectos del protocolo de entrada en calor en sujetos con diferentes niveles de fuerza, los sujetos fueron divididos en dos grupos de acuerdo con el valor de su fuerza en 1RM. El valor medio de la fuerza en 1RM para el grupo total fue de 160 kg. Los sujetos con un valor de 1RM por encima de 160 kg fueron asignados al primer grupo ( $n = 11$ ) y los sujetos con un valor de 1RM menor a 160 kg fueron asignados al segundo grupo ( $n = 9$ ). El primer grupo

tuvo un incremento en la altura del salto vertical del 4.01% y el segundo grupo tuvo una mejora de solo el 0.42%. Sin embargo, la prueba t para muestras independientes mostró que esta diferencia no fue significativa ( $t_{19} = 1.628$ ,  $p > 0.05$ ).

## DISCUSION

---

Luego de la realización del protocolo de entrada en calor que incluyó medias sentadillas con cargas submáximas y ejecución explosiva se observó un efecto positivo agudo sobre el rendimiento en los saltos verticales. La mejora en el rendimiento durante la realización de los saltos verticales fue en promedio del 2.39%, lo que concuerda con lo hallado por otros investigadores (1, 5, 13).

El mecanismo responsable de este incremento en el rendimiento de potencia es sujeto de especulaciones debido a que en el presente estudio no se realizaron evaluaciones de la activación neuromuscular. Los cambios morfológicos en los músculos esqueléticos son improbables en tan corto período de tiempo (8), pero la estimulación de alta frecuencia de las motoneuronas, asociada a la realización de medias sentadillas con altas cargas, puede incrementar la probabilidad de activación de las unidades motoras individuales. De acuerdo con Güllich y Schmidtbleicher (1), los cambios a corto plazo que derivan en alteraciones positivas del rendimiento son probablemente causados por los factores neurales asociados con la realización de actividades de velocidad/fuerza.

Los estudios longitudinales han producido evidencia clara de que, luego de una sesión de entrenamiento de la fuerza de alta intensidad, hay un incremento en la capacidad para movilizar rápidamente una mayor actividad neural de inervación (6). Se ha asumido que la causa de esta adaptación, en el caso de atletas entrenados y en comparación con los individuos desentrenados, es un rápido reclutamiento de las unidades motoras y un incremento en la frecuencia de disparo de las unidades motoras (10). En el presente estudio, los sujetos con una mayor fuerza máxima exhibieron una mayor mejora en el rendimiento durante la realización de los saltos verticales (4.01%) mientras que los sujetos con una menor fuerza máxima mostraron un incremento de solo el 0.42%. Young (12) ha sugerido que los atletas más fuertes y más experimentados experimentan una menor inhibición neural cuando levantan cargas relativamente altas, y concluyó que la combinación de intensidades altas y bajas tendría un mayor efecto en sujetos con una buena base de entrenamiento de la fuerza en comparación con los individuos principiantes.

Además de la capacidad del conjunto de motoneuronas para tolerar mayores frecuencias de activación, podría existir algún otro fenómeno adaptativo, i.e., una descarga más sincronizada de las motoneuronas de manera que las descargas activen un mayor número de fibras musculares en un período más corto de tiempo (7). El resultado de esta adaptación puede verse en una mejora considerable en la tasa de desarrollo de la fuerza y por lo tanto en una mayor producción de potencia (9).

### Aplicaciones Prácticas

Un protocolo de entrada en calor que incluya el ejercicio de media sentadilla con cargas submáximas y ejecución explosiva, puede ser utilizado para provocar mejoras a corto plazo en el rendimiento durante la realización de saltos verticales. Este efecto es mayor en atletas con una fuerza relativamente mayor. Sin embargo, los entrenadores e investigadores deberían explorar adicionalmente los protocolos de entrada en calor de alta intensidad en un intento por investigar sus efectos agudos en condiciones reales de competencia.

### Dirección para el envío de correspondencia:

Vassilios Gourgoulis, [vgoyrgoy@phyed.duth.gr](mailto:vgoyrgoy@phyed.duth.gr).

## REFERENCIAS

---

1. Harman, A.E., T.M. Rosenstein, N.P. Frykman, And M.R. Rosenstein (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med. Sci. Sports Exerc.* 6:825-833
2. Newton, U.R., And J.W. Kraemer (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. *Natl. Strength Cond. J.* 16:20-31
3. Powers, M.E (1996). Vertical jump training for volleyball. *Natl. Strength Cond. J.* 2:18-23
4. Radcliffe, J.C., And L. Radcliffe (1996). Effects of different warmup protocols on peak power output during a single response jump task [Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28(5):189

5. Schmidtbleicher, D (1980). Maximal Kraft und Bewegungsschnelligkeit. *Bad Homburg: Lampert*
6. Schmidtbleicher, D (1984). Sportliches Krafttraining und motorische Grundlagenforschung. *Haltung und Bewegung beim Menschen. Berlin: Springer Verlag, pp. 155-188*
7. Schmidtbleicher, D (1987). Applying the theory of strength development. *Track Field Q. Rev. 87(3):34-44*
8. Schmidtbleicher, D (1991). Training for power events. *Strength and Power in Sport. V. Komi, ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 381-395*
9. Schmidtbleicher, D., and M. Buehrle (1987). Neuronal adaptation and increase of cross-sectional area studying different strength training methods. *In: Biomechanics XB. B. Jonsson, ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 615-620*
10. Verkhoshansky, Y (1986). Speed-strength preparation and development of strength endurance of athletes in various specializations. *Sov. Sports Rev. 21(3):120-124*
11. Young, W.B (1993). Training for speed/strength: Heavy versus Light loads. *Natl. Strength Cond. J. 15(5):34-42*
12. Young, W.B., A. Jenner, and K. Griffiths (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *J. Strength Cond. Res. 12:82-84*

### **Cita Original**

Gourgoulis, V., N. Aggeloussis, P. Kasimatis, G. Mavromatis, and A. Garas. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *J. Strength Cond. Res. 17(2):342-344. 2003*