

INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO CON ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR EN LA FUERZA Y LA VELOCIDAD

**Juan-Azael Herrero Alonso, David García López, Jose-Gerardo Villa Vicente,
Juan-Carlos Morante Rábago, Juan García López**

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León

RESUMEN

A fin de conocer qué protocolo de entrenamiento con electroestimulación neuromuscular (EENM) es más efectivo, 36 sujetos formaron un grupo control (n=10) y tres grupos de entrenamiento: EENM (n=10); pliometría (PL, n=9); EENM y pliometría (EE+PL, n=7). Tras 4 semanas (EENM 12 sesiones de entrenamiento; PL 8; y EE+PL 8 de cada método), los grupos EE y EE+PL incrementaron los perímetros musculares ($p<0.01$ y $p<0.05$) y la FMI ($p<0.05$). Estas mejoras fueron mayores en el grupo EENM. Sin embargo, este mismo grupo no mejoró el CMJ ni el ABK, empeorando la velocidad ($p<0.5$). Por el contrario, el grupo EE+PL, además de obtener ganancias en los perímetros musculares y en la FMI, mejoró la velocidad ($p<0.5$) y los tres tipos de salto vertical realizados ($p<0.5$). No se puede considerar la EENM como un método eficaz por sí solo para mejorar la fuerza explosiva y la velocidad.

PALABRAS CLAVE: electroestimulación, pliometría, fuerza, velocidad

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe mucha discrepancia respecto a si la estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) puede ser considerada o no, un método a incluir en el entrenamiento de la fuerza. Si bien, son muchos los estudios que obtuvieron beneficios en el rendimiento físico en general (fuerza, velocidad y resistencia) con la aplicación de diferentes protocolos de entrenamiento con EENM (2,5,8,10,11,15,16), otros no constataron ningún tipo de beneficio (1,4,14,17), e incluso algunos autores han reflejado una disminución de la condición física inicial (12). La razón por la cual existe esta heterogeneidad en los resultados de los estudios consultados estriba posiblemente en los diferentes protocolos de EENM utilizados, en cuanto a número de sesiones, características de la corriente, muestra seleccionada, etc. (6). No obstante, las últimas investigaciones realizadas sobre las posibles mejoras en la fuerza, han combinado la EENM con trabajo pliométrico (7,9), a fin de disminuir la pérdida de elasticidad muscular producida por la propia EENM tal y como ha sido sugerido en la bibliografía (3). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar y comparar los efectos a corto y medio plazo del entrenamiento con EENM sobre diferentes manifestaciones de la fuerza y la velocidad en estudiantes de educación física.

METODOLOGÍA

Participaron en este trabajo 36 estudiantes de educación física que se sometieron a entrenamiento con EENM (EE, n=10); entrenamiento pliométrico (PL, n=9); entrenamiento combinado de EENM y pliometría (EE+PL, n=7); o ningún entrenamiento o grupo control (GC, n=10).

El entrenamiento con EENM se aplicaba en el cuádriceps con la rodilla a 120° (Foto 1). Se utilizó una corriente rectangular bifásica y simétrica, de ancho de impulso 400 μ s, frecuencia de 120 Hz, y tiempos de contracción y reposo de 3 s y 30 s respectivamente, realizándose un total de 53 contracciones en cada sesión (Compex Sport-P). La intensidad de EENM fue la máxima tolerable por los sujetos en cada sesión.



Foto 1. Aparato de EENM, colocación de electrodos y posición del sujeto durante la EENM.

El grupo PL realizó una progresión de multisaltos horizontales a verticales de media-baja intensidad. La media de apoyos por sesión fue de 95.

El grupo EE realizó 12 sesiones de EENM, 3 sesiones por semana. El grupo PL realizó 8 sesiones de pliometría, 2 sesiones por semana. El grupo EE+PL realizó 8 sesiones de EENM y 8 de pliometría, 2 sesiones de EENM y 2 de pliometría por semana, haciendo el trabajo pliométrico el día después de la EENM.

Todos los grupos entrenaron durante 4 semanas, realizándose tests de valoración al principio y al final de las mismas, así como dos semanas después de haber finalizado la fase experimental, para conocer los efectos a medio plazo. Los tests fueron los siguientes:

- *Medición de perímetros del muslo derecho e izquierdo (PD, PI) (Foto2)*
- *Carrera de velocidad en 20 metros delimitados por células fotoeléctricas (Foto3)*
- *Salto vertical sobre plataforma de contacto (SJ, CMJ, ABK) (Foto 4)*
- *Fuerza máxima isométrica sobre plataformas de fuerza (FMI) (Foto 5)*

<p>Foto 2. Medición de perímetros del muslo a una distancia fija de la rótula para cada sujeto.</p>	<p>Foto 3. Carrera de velocidad de 20 m con dos barreras de células fotoeléctricas. Salida estandarizada.</p>	<p>Foto4. Saltos verticales en plataforma de contacto conectada a un PC (software SporJump v-1.0.)</p>	<p>Foto5. Test de fuerza máxima isométrica en plataformas de fuerza. Duración test = 6 s.</p>

Los valores se muestran como media y error estándar de la media. Diferencia entre el 1° y 2° test (*), entre el 2° y el 3° (&), y entre el 1° y el 3° (\$). Valores "p" *,&,\$ = p<0,05; **,&&,\$\$ = p<0,01; ***,&&&,\$\$\$ = p<0,001.

RESULTADOS

No se observan modificaciones significativas en los grupos PL y GC para ninguno de los tests. Los grupos EE y EE+PL obtuvieron incrementos en los perímetros musculares (PD: **=3% y *=2.4%; PI: **=3.1% y *=2.2% respectivamente) así como en la FMI (*7.3%, &=6.5%, \$=14.3%; y *=9.9%, &=-12.5% respectivamente). Estas mejoras fueron mayores para el grupo EENM. Sin embargo, este mismo grupo no mejoró el CMJ ni el ABK, empeorando la velocidad significativamente (*=2.4%, \$=1:7%). Por el contrario, el grupo EE+PL, además de obtener ganancias en los perímetros musculares y en la FMI, mejoró la velocidad (*=1.7%) y los tres tipos de salto vertical realizados (SJ *=7.5%;CMJ *=6.7%; ABK 2.4%).

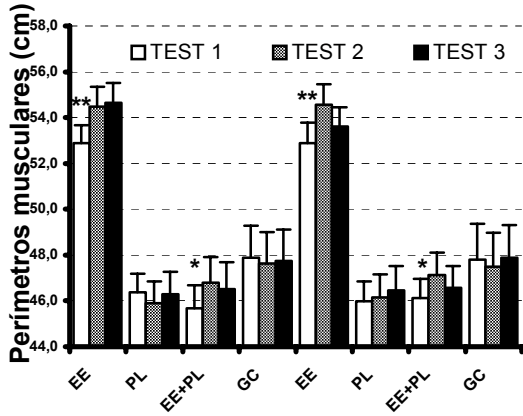


Gráfico 1. Perímetros musculares derecho (PD) e izquierdo (PI) en los tres tests para cada grupo de entrenamiento.

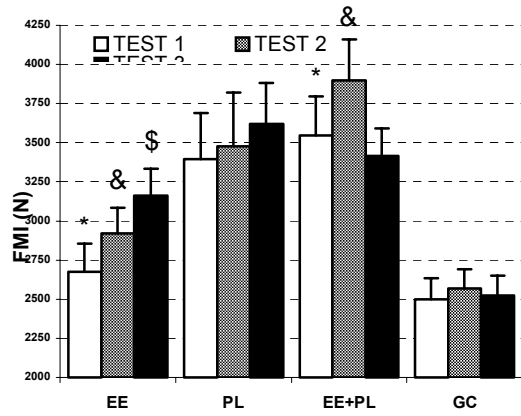


Gráfico 2.- Fuerza máxima isométrica (FMI), excluido el peso corporal, en los tres tests para cada grupo de entrenamiento.

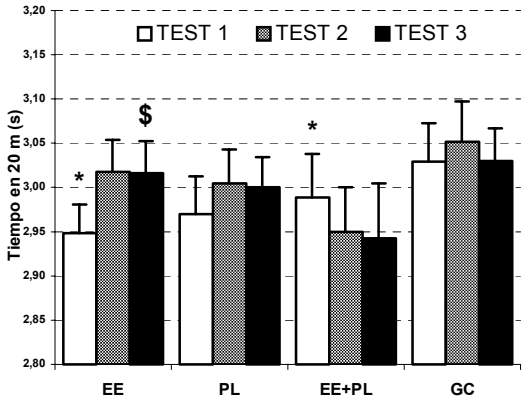


Gráfico 3.- Tiempo en recorrer 20 m de carrera de velocidad, en los tres tests para cada grupo de entrenamiento.

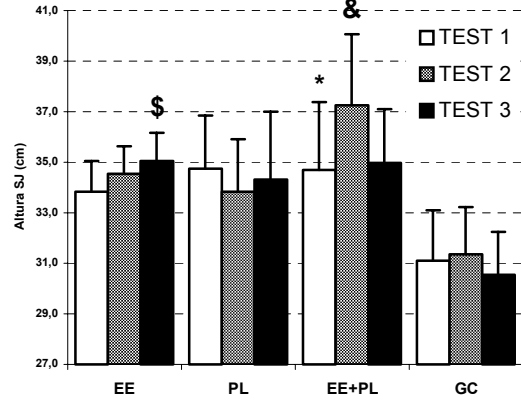


Gráfico 4.- Altura del salto desde posición de squat (SJ) en los tres tests para cada grupo de entrenamiento.

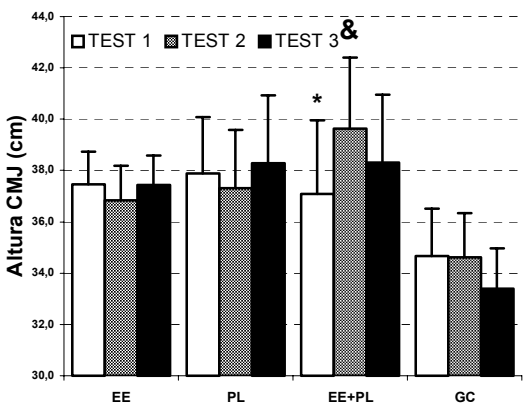


Gráfico 5.- Altura del salto con contramovimiento (CMJ) en los tres tests para cada grupo de entrenamiento.

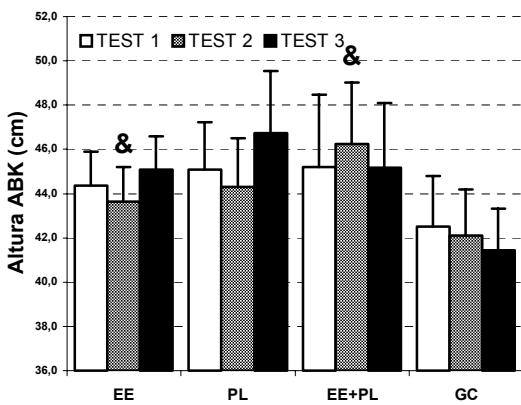


Gráfico 6.- Altura del salto con contra-movimiento y brazos libres (ABK) en los tres tests para cada grupo de entrenamiento.

CONCLUSIONES

- 1) No se puede considerar la EENM como un método eficaz por sí solo para mejorar la fuerza explosiva y la velocidad en estudiantes de educación física, hay que considerarla un complemento de otros métodos de entrenamiento.
- 2) En aquellas disciplinas que se caractericen por un elevado número de acciones explosivas y de velocidad, y donde el rendimiento deportivo dependa de las mismas, sería recomendable utilizar la EENM combinada con trabajo pliométrico.
- 3) Si el objetivo del entrenamiento es simplemente incrementar la masa muscular así como la fuerza máxima, como pueda ser el caso del culturismo o de las personas sedentarias que acuden al gimnasio, la EENM sería un buen método de entrenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Briglia, S. y cols. (1999) Studio sull'impiego di apparecchiature per elettrostimolazione nell'allenamento della forza del muscolo quadricipite femorale. *Medicina Dello Sport*, 52(4):242-260
- Colson, S.; Martin, A.; Cometti G.; Van Hoecke J. (2000) Re-examination of training by electrostimulation in human elbow musculoskeletal system. *Int. J. Sports. Med.* 21(4): 281-288.
- Cometti, G. (1998) La Pliometría. Capítulo X: Pliometría y electroestimulación. Ed. Inde. Barcelona.
- Dooley, P.; McDonagh, J.N.; White, M.J. (1983) Training using involuntary electrically evoked contractions does not increase voluntary strength. *J. Physiol.* 346: 61.
- Duchateau, J.; Hainaut, K. (1988) Training effects of sub-maximal electrostimulation in a human muscle. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20(1): 99-104
- Herrero, J.A.; García-López, J. Análisis y valoración de los efectos del entrenamiento con estimulación eléctrica neuromuscular. *RendimientoDeportivo.com*, N°3. Disponible en <<http://www.RendimientoDeportivo.com/N003/Artic013.htm>> [Consulta 28/1/03]
- Herrero, J.A.; García, D.; García, J. (2003) Influencia del entrenamiento con estimulación eléctrica neuromuscular. Su aplicabilidad al ámbito del rendimiento deportivo. *RSD* 17(1):13-22
- Maffiuletti, N.A.; Cometti G.; Amiridis I.G.; Martin A.; Pousson, M.; Chatard J.C. (2000) The effects of electrostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int. J. Sports Med.* 21(6): 437-443.
- Maffiuletti, N.A.; Dugnani, S.; Folz, M.; Di Pierno, E, Mauro, F. (2002) Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(10): 1638-1644.
- Martin, L.; Cometti, G.; Pousson, M.; Morlon, B. (1994) The influence of electrostimulation on the mechanical and morphological characteristics of the triceps surae. *J. Sports. Sci.* 12(4): 377-381.
- Pichon F.; Chatard J.C.; Martin A.; Cometti G. (1995) Electrical stimulation and swimming performance. *Med. Sci. Sport Exerc.* 27(12): 1671-1676.
- Pierre, D.; Taylor, A.W.; Lavoie, M.; Sellers, W.; Kots, Y.M. (1986) Effects of 2500 Hz sinusoidal current on fibre area and strength of the quadriceps femoris. *J. Sports Med.* 26(1): 60-66.
- Pumarat, G.; Squire, P.; Lawani, M. (1992) Effect of electrical stimulation superimposed with isokinetic contractions. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 32(3): 227-233.
- Rich, N.C. (1992) Strength training via high frequency electrical stimulation. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 32(1): 19-25.
- Selkowitz D.M. (1985) Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys. Ther.* 65(2): 186-196.

- Van Gheluwe, C. ; Duchateau, J. (1997) Effects de la superposition de l'électrostimulation à l'activité volontaire au cours d'un renforcement musculaire en mode isocinétique. *Am. Kinésithér.* 24(6): 267-274.
- Venable M.P.; Collins M.A.; O'Bryant H.S.; Denegar C.R.; Sedivec M.J.; Alon G. (1991) Effect of supplemental electrical stimulation on the development of strength, vertical jump performance and power. *J. Appl. Sport. Sci. Res.* 5(3): 139-143.