

## La electroestimulación como medio de entrenamiento en deportes colectivos: aspectos a tener en cuenta

Becario FPU - Departamento de Educación Física y Deportiva  
Facultad de Ciencias del Deporte  
Universidad de Granada

**Jaime Morente Sánchez**  
[jaimemorente@ugr.es](mailto:jaimemorente@ugr.es)  
(España)

### Resumen

Desde el punto de vista de la preparación física en deportes colectivos, en las últimas décadas, cada vez son más numerosas las investigaciones que contrastan la eficacia de la electroestimulación (ES) como método de entrenamiento. El presente trabajo revisa y compara resultados de diversos estudios publicados en revistas científicas de impacto (Journal Citation Reports -JCR-) que refuerzan la idea de la existencia de distintos puntos de vista acerca de los efectos de la aplicación de un protocolo de entrenamiento de estas características. Concretamente, la revisión se centra en estudios que tratan de comprobar qué efecto tiene la aplicación de ES en la musculatura extensora de rodilla, evaluando dos parámetros: fuerza máxima y altura alcanzada por el centro de gravedad en salto vertical. Se pone de manifiesto que la aplicación de corrientes eléctricas sobre la musculatura extensora de rodilla mejora el nivel de fuerza máxima de forma localizada, pero no siempre incrementa la altura del centro de gravedad en salto vertical. Por tanto, antes de seleccionar cualquier tipo de metodología de entrenamiento, se recomienda estudiar de forma pormenorizada sus fortalezas y debilidades teniendo en cuenta los objetivos a conseguir para actuar en consecuencia.

**Palabras clave:** Preparación física. Metodología. Fuerza. Salto vertical. Deportistas.

### Introducción

De acuerdo con Stillings (1975) la aplicación de corrientes eléctricas sobre el músculo esquelético con el fin de conseguir su contracción, lógicamente involuntaria, es una práctica que se realiza desde el siglo XXVIII. Siff (1990) hace referencia a una serie de adaptaciones que, desde el punto de vista fisiológico, se pueden conseguir mediante la electroestimulación (*electrostimulation*: ES) tales como: facilitar la recuperación post ejercicio, incrementar la velocidad de contracción, mejorar los niveles de fuerza-resistencia, modificar los tipos de fibra, disminuir la tensión residual del músculo así como proporcionar efectos propios del masaje. Debido a ciertos de sus efectos, también se recurre a la ES en períodos de rehabilitación tras inmovilización (Bax, Staes & Verhagen, 2005).

Desde el punto de vista de la preparación física en deportes colectivos, en las últimas décadas, cada vez son más numerosas las investigaciones que contrastan la eficacia de la ES como método de entrenamiento. Existen estudios que demuestran una optimización del rendimiento en ciertos deportes de equipo tales como voleibol (Malatesta, Cattaneo, Dugnani, & Maffiuletti, 2003), baloncesto (Maffiuletti, Cometti, Amiridis, Martin, Pousson & Chatard, 2000), hockey (Brocherie, Babault, Cometti, Maffiuletti & Chatard, 2005) e incluso rugby (Babault, Cometti, Bernardin, Pousson & Chatard, 2007). Del mismo modo, al ser considerado un medio de preparación física, como tal ha de estar monitorizado y controlado (Hainaut & Duchetau, 1992), con el fin de no sobrepasar los límites del sobreentrenamiento (Siff, 1990). Así pues, dicha influencia en el rendimiento deportivo suele materializarse en la modificación de ciertos parámetros determinados tales como la *fuerza muscular localizada* y la *altura del centro de gravedad alcanzada en salto vertical*.

### Electroestimulación y rendimiento en fuerza (contracción voluntaria máxima)

Con respecto a la mejora en los niveles de fuerza, hay estudios que aseguran un incremento de un 27% de la contracción voluntaria máxima (CMV) en cuádriceps (Taylor, Sanders, Howick & Stanley, 1991) gracias a mejoras, tanto de carácter nervioso como estructural, tras un protocolo de ES de 3 semanas de duración. (Gondin, Guette, Ballay & Martin, 2005). Resultados similares se obtuvieron en jugadores de baloncesto con protocolos de 4 semanas (Maffiuletti et al., 2000) y en 12 semanas con jugadores de rugby (Babault et al., 2007). Hay autores que consideran que las mejoras de los niveles de fuerza obtenidas en su estudio con jugadores de hockey, con 3 semanas de ES, pueden deberse a la familiarización con el trabajo isocinético (Brocherie et al., 2003). Por otro lado, Brocherie et al., (2003), consideran que las mejoras de los niveles de fuerza en la musculatura extensora de rodilla, tanto a nivel excéntrico como concéntrico, obtenidas en su estudio con jugadores de hockey, con 3 semanas de ES, pueden deberse a la familiarización con el trabajo isocinético del mismo modo que manifiesta que los resultados obtenidos sólo son válidos para una velocidad angular dada.

Otra línea de investigación, hace alusión a los efectos del entrenamiento combinado sobre los niveles de fuerza, es decir, la aplicación conjunta de ES con otro tipo de entrenamiento concreto. Ciertos estudios consideran que la ES es el método más eficaz para la mejora de la fuerza en los músculos extensores de rodilla, pero que ésta podía ser aún mayor si se combina con contracción voluntaria. (Bax, et al., 2005; Paillard, 2008). Otras obras, han comprobado mejoras significativas en fuerza máxima y explosiva en jugadores de voleibol tras un protocolo de 4 semanas de entrenamiento combinado de ES y pliometría. (Maffiuletti, Dugnani, Folz, Di Pierno & Mauro, 2002; Malatesta et al., 2003).

### **Electroestimulación y optimización del salto vertical**

No obstante, existe una interesante controversia entre las aportaciones vertidas por distintas líneas de investigación respecto a la hipótesis de que la ES optimice el rendimiento en salto vertical. Así pues, existe una corriente que asegura que la ES, del mismo modo que mejoraba los niveles de fuerza muscular de forma localizada, también hacía lo propio con respecto al salto de altura. Así pues, un protocolo de ES aplicado a jugadores de rugby durante 4 semanas consiguió incrementos de hasta 3 centímetros en Drop Jump -DJ- (Asmussen & Bonde-Petersen, 1974; Babault et al., 2007). Así mismo, el entrenamiento combinado parece resultar efectivo con respecto al incremento de la altura alcanzada por el centro de gravedad en el salto vertical existiendo estudios que lo corroboran. Por ejemplo, tras 4 semanas de entrenamiento de pretemporada combinando trabajo específico de voleibol y ES, se hallaron mejoras de 5-6% en Squat Jump -SJ- y Countermovement Jump -CMJ- (Malatesta et al., 2003). Del mismo modo, 7 cm de mejora en SJ se consiguieron en un grupo de jugadores de voleibol tras 4 semanas de aplicación de trabajo pliométrico con ES (Maffiuletti et al., 2002). En esta misma línea podemos afirmar que la ES puede ser un camino útil para desarrollar el poder anaerobio durante acciones de cadena cinéticas cerradas, como el salto vertical (Maffiuletti et al., 2000).

Por contrapartida, existe otra línea de investigación que asegura un efecto nulo e incluso negativo de la ES sobre la optimización del rendimiento en salto vertical. (Wolf, Ariel, Saar, Penny & Railey, 1986; Venable, Collins, O'Bryant, Denegar, Sedives & Alon, 1991). Del mismo modo, tras 3 semanas de tratamiento con ES se obtuvo como resultado una marca en SJ, CMJ, y altura de DJ considerablemente menor en jugadores de hockey. Por tanto, según se desprende de estos estudios, la ES no parece eficiente desde el punto de vista del entrenamiento deportivo para mejorar el funcionamiento neuromuscular en tareas complejas tales como el salto vertical, a menos que se incremente la duración de dicho protocolo, no

obstante, sí que resulta efectiva en cuanto a la optimización del rendimiento en términos de fuerza a nivel monoarticular (Brocherie et al., 2005).

La ES no es eficiente con respecto a la coordinación entre músculos agonistas y antagonistas, y por tanto, no facilita la optimización de ciertos gestos complejos característicos de los deportes colectivos, de tal manera que se recomienda su combinación con medios de entrenamiento específicos del deporte en cuestión con el fin de conseguir adaptaciones neuromusculares óptimas (Paillard, 2008).

## **Discusión y conclusión**

Según se desprende de los antecedentes descritos, durante el transcurso de esta revisión, el efecto de un entrenamiento basado en ES localizado en la musculatura extensora de rodilla no posee siempre efectos idénticos sobre la fuerza máxima y sobre la altura del centro de gravedad lo cual debe ser tenido en cuenta a la hora de diseñar un protocolo de trabajo.

Ciertas investigaciones recopiladas en el presente trabajo demuestran que un protocolo de entrenamiento basado en ES sobre la musculatura extensora de rodilla mejora los niveles de fuerza de forma localizada lo cual se debe a adaptaciones producidas tanto a nivel neural, como estructural. Por el contrario, prestigiosos estudios ponen en tela de juicio la eficacia de la ES, como medio de trabajo específico, sobre la altura alcanzada por el centro de gravedad en salto vertical, hasta el punto de poder llegar a producir un descenso del mismo así como una no optimización de ciertos gestos complejos, como consecuencia de un deterioro coordinativo entre músculos agonistas y antagonistas.

A modo de conclusión, como han puesto de manifiesto investigaciones anteriores, si la ES mejora el nivel de fuerza de forma localizada, la aplicación de un protocolo de estas características en cuádriceps, por ejemplo, provocará un incremento localizado de la contracción voluntaria máxima, lo cual no asegura un incremento de la altura del centro de gravedad en salto vertical. Por tanto, a la hora de plantear y/o seleccionar los medios y métodos relacionados con cualquier tipo de trabajo de fuerza debemos de analizar de forma pormenorizada todos y cada uno de los efectos que puede llegar a producir, y en base a nuestros objetivos, decantarnos por uno/s u otro/s.

A pesar de ello, la ES puede ser una herramienta interesante en el contexto del entrenamiento en deportes colectivos (recuperación lesiones, tonificación grupos musculares atrofiados, trabajo de fuerza compensatoria, etc.) siempre que sea utilizada de forma inteligente conociendo en todo momento cuáles son sus efectos positivos y negativos.

Por último, sugerir para futuras investigaciones conjeturas basadas en protocolos de entrenamiento ES aplicados en jóvenes deportistas, campo de investigación desprovisto de estudios según hemos podido comprobar.

## **Bibliografía**

- Asmussen, E. & Bonde-Petersen, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiology Scandinavian*. 91. 385–392.

- Babault, N., Cometti, G., M. Bernardin., M. Pousson & Chatard, J. (2007) Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *Journal of Strength Conitioning Research*. 21(2). 431–437.
- Brocherie, F., Babault, N., Cometti, G., Maffiuletti, N. & Chatard, J. (2005) Electrostimulation Training Effects on the Physical Performance of Ice Hockey Players. *Medicine & Science in Sports Exercise*. 3 (37). 455–460
- Bax, L., Staes, F., & Verhagen, A. (2005). Does Neuromuscular Electrical Stimulation Strengthen the Quadriceps Femoris? A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Sports medicine*. 35 (3): 191-212
- Gondin, J., Guette, M., Ballay, Y. & Martin, A. (2005). Electromyostimulation Training Effects on Neural Drive and Muscle Architecture. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 8 (37). 1291–1299.
- Hainaut, K. & Duchateau, J. (1992). Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. *Sports Medicine*. 14.100 –113.
- Malatesta, D., Cattaneo, F., Dugnani, S. & Maffiuletti, N. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *Journal of Strength Conitioning Research*. 17(3).573–579.
- Maffiuletti, N., Cometti, G., Amiridis, I., Martin, A. & Chatard, J. (2000) The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *International journal in sports medicine*. 21. 437–443
- Maffiuletti, N., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E. & Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 34 (10) 1638–1644.
- Paillard, T. (2008). Combined Application of Neuromuscular Electrical Stimulation and Voluntary Muscular Contractions. *Sports Medicine*. 38 (2). 161-177
- Siff, M. (1990) Applications of electrostimulation in physical conditioning: a review. *Journal of Applied Sport Science Research*. 4 (1), 20-26
- Stillings, D. (1975). Electrical stimulation for foot drop. *Journal of the Association for the Advancement of Medical Instrumentation*. 9 (6): 276-283.
- Taylor, N., Sanders, R., Howick, E. & Stanley, S. (1991). Static and dynamic assessment of the Biodex dynamometer. *Journal of Applied Physiology*.62.180 - 188.
- Venable, M., Collins, M., O'Bryant, H., Denegar, C., Sedives, M. & Alon, G. (1991). Effect of supplemental electrical stimulation on the development of strength, vertical jump performance and power. *Journal Applied Sport Science Research*. 5. 139-143.
- Wolf, S., Ariel, G., Saar, D., Penny, M., & Railey, P. (1986). The effect of muscle stimulation during resistive training on performance parameters. *American Journal Sports Medicine*. 14.18 –23.