

CUANTIFICACIÓN BIOMECÁNICA DE LOS BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO CON ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR

*Herrero, J.A.; García-López, D.; García-Hernando, D.; de Paz, J.A.; Peleteiro, J.; Rubio, I.; Cuadrado, G.; Villa, J.G.; García-López, J.
ICAFD de Castilla y León*

RESUMEN:

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS: Se han realizado numerosas investigaciones sobre los efectos a corto plazo de la electroestimulación neuromuscular (EENM) en diferentes manifestaciones de la fuerza, caracterizándose por la heterogeneidad en los protocolos de EENM, manifestaciones de la fuerza valoradas y grupos musculares electroestimulados. En este estudio se pretenden cuantificar los efectos a corto y medio plazo de la EENM sobre el cuádriceps en un grupo de estudiantes de educación física.

MATERIAL Y MÉTODO: 18 estudiantes ($19,4 \pm 0.1$) conformaron un grupo experimental (GE, $n=9$) y un grupo control (GC, $n=9$). El protocolo de EENM del GE fue de 15 sesiones (4 sesiones/semana) con 40 contracciones/sesión (frecuencia de estimulación 90 Hz, intensidad máxima tolerable, 4s contracción/27s relajación). Se valoró a los sujetos antes, al finalizar y dos semanas después del programa mediante medición de perímetros (PD/PI) y pliegues (PLD/PLI) de ambos muslos, batería de saltos verticales (SV), fuerza máxima isométrica (FMI) y máximo número de repeticiones (MNR) de extensión de cuádriceps al 80 % del peso corporal.

RESULTADOS: El GE mejoró la FMI ($p<0.05$), PD/PI ($p<0.05$) y MNR ($p<0.05$), no así el SV ($p>0.05$). Existió una tendencia a que los mayores aumentos en FMI se manifestasen en los sujetos con un nivel inicial de FMI más bajo ($r=0.52$ y $p<0.05$). El GC no mejoró en ninguna de las variables analizadas.

CONCLUSIONES: Este programa de EENM mejoró algunas manifestaciones de la fuerza dentro de las que no se encontraba la fuerza explosiva. Futuras investigaciones deben encaminarse a la combinación de programas de EENM y ejercicios de transferencia.

Palabras clave: Electroestimulación, fuerza, estudiantes,

1.- INTRODUCCIÓN

A partir de finales del siglo XVIII empiezan a surgir los primeros estudios científicos en el ámbito de la electroterapia (2). En 1971 Y.M. Kotz utiliza por primera vez la EENM como complemento de los métodos tradicionales de trabajo de la fuerza muscular (12). Desde Kotz hasta nuestros días se ha estudiado la influencia de la EENM en las diferentes cualidades físicas.

Pérez y Álamo (2001) obtuvieron mayores ganancias en la *flexibilidad* musculoesquelética utilizando EENM de baja frecuencia (21) que con el uso de estiramiento muscular con tensión activa. Asimismo las ganancias obtenidas con EENM perduraron más tras el tratamiento.

Gauthier y cols. (1992) estudiaron los efectos de la EENM de baja frecuencia sobre el perfil metabólico. En seis semanas de trabajo, se constataron incrementos significativos en el potencial aeróbico oxidativo (*resistencia*) de la musculatura esquelética en sujetos sedentarios. Vaquero y cols. (1998) obtuvieron mejoras en el pico de $VO_{2máx}$ tras ocho semanas de entrenamiento con EENM.

Son pocos los estudios de los efectos de la EENM sobre la *velocidad*. Pichon y cols. (1995) constataron una disminución en los tiempos de nado en 25 y 50 metros, tras nueve sesiones de estimulación del dorsal ancho. Karba y cols. (1990), tras quince sesiones de EENM obtuvieron incrementos de un 15% en la velocidad de contracción muscular del bíceps braquial.

La *fuerza* y sus diferentes manifestaciones son la cualidad física donde más estudios se han realizado. La EENM produjo incrementos en la fuerza máxima isométrica (*FMI*) del cuádriceps (26) y del bíceps braquial (6) en sujetos sedentarios, y del tríceps sural en deportistas (7). También se han constatado incrementos tras entrenamiento con EENM en la *fuerza concéntrica* y *excéntrica* (6,16). En cuanto a la *explosividad*, Maffiutelli y cols, (2000), obtuvieron mejoras solo en el SJ. Cuatro semanas después de las sesiones de EENM se obtuvieron mejoras también en el CMJ. Kotz, en 1971, constató incrementos significativos del salto vertical con brazos libres en 37 luchadores de sambo que se estimularon el tríceps sural durante un total de 19 días (7). Taillefer (1996) obtuvo beneficios en el SJ, CMJ, y DJ (20-40-60cm) utilizando diferentes métodos de EENM del cuádriceps y el tríceps sural. Por último, varios estudios obtuvieron *hipertrofia muscular* tras el periodo de entrenamiento con EENM (7,8).

También existen referencias donde la EENM no fue eficaz (25). Venable y cols. (1991) constataron que un entrenamiento con pesas produce mayores ganancias en el salto vertical que el mismo entrenamiento con pesas y EENM. Hortobágyi y cols. (1991) constataron que la EENM superpuesta sobre la máxima contracción voluntaria isométrica (MCVI) produjo menos fuerza que la MCVI sola. Poumarat y cols. (1992) tampoco obtuvieron mayores niveles de fuerza comparando contracciones isocinéticas solas con las mismas contracciones más EENM. Sin embargo existen estudios en los que la EENM superpuesta a una MCVI obtuvo mayores ganancias de fuerza que la MCVI aislada (28,31).

La heterogeneidad en los resultados y conclusiones de todos estos estudios puede explicarse por el hecho de que muy pocas veces se utilizaron los mismos protocolos de EENM. Los parámetros esenciales de la corriente son:

a) **El impulso eléctrico:** Es de forma rectangular bifásica y simétrica (6,15,17,18,20,24,30). Se diferencian:

x Amplitud del impulso: representa la intensidad (mA). A mayor amplitud mayor reclutamiento de fibras musculares.

x Anchura del impulso: representa su duración (i s). Debe ser por lo menos igual al coeficiente de excitabilidad del nervio motor que da la orden al músculo que se desea estimular (cronaxia). Si el ancho de impulso es mayor a la cronaxia muscular producirá contracciones más intensas (5). De hecho, debería ser bastante mayor, ya que los últimos estudios en este campo han reflejado que la cronaxia muscular incrementa en relación a la mayor intensidad del esfuerzo (4).

b) **Frecuencia del impulso:** Número de veces que se repite el impulso en un segundo (Hz). Frecuencias elevadas (100Hz) estimulan las fibras rápidas y por lo tanto producen más fuerza que frecuencias bajas (20Hz), que tiene un mayor efecto sobre las fibras lentas (3).

c) **Duración de la contracción:** Tiempo durante el cual se mantienen los impulsos eléctricos a una determinada frecuencia (s).

d) **Duración del reposo:** Tiempo que transcurre entre cada dos contracciones consecutivas (s). Tiempos de recuperación cortos (10s) con frecuencias medianamente elevadas (40Hz) producen una mayor fatiga durante el periodo de EENM, posiblemente como resultado de una mayor acidosis intracelular y una reducida disponibilidad de los fosfatos de alta energía (18).

e) **Número de repeticiones:** Número de ciclos “contracción-reposo”.

Los resultados obtenidos con el uso de la EENM también dependen de las características de la muestra sometidas a EENM (sedentarios, estudiantes, deportistas), el grupo muscular electroestimulado, el ángulo de la articulación de la musculatura a estimular (19), la frecuencia de entrenamiento semanal (normalmente 3 sesiones/semana) y el número de sesiones de EENM (entre 9 y 30). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es cuantificar los efectos a corto y medio plazo de la EENM sobre diferentes manifestaciones de la fuerza (FMI, hipertrofia, explosividad y resistencia a la fuerza máxima) en el cuádriceps de un grupo de estudiantes de educación física.

2.- METODOLOGÍA:

Sujetos

La muestra estaba compuesta por 17 estudiantes masculinos de educación física (19,4±0.1años). Ninguno de los sujetos realizó entrenamiento físico durante la fase experimental. Los sujetos se distribuyeron en dos grupos: grupo que se sometió a un entrenamiento de EENM (GE, n=9), y grupo control (GC, n=8).

Materiales

- Plataforma de fuerzas extensiométrica Dinascam 600M®.
- Plataforma de contactos Ergo Jump Bosco/System®.

- Báscula digital Tefal Sensitive Computer® (precisión 100 g).
- Estimulador Compex Sport-2®, con cuatro canales, intensidad máxima de 120 mA, precisión de 1 mA y electrodos adhesivos de 10x5 y 5x5 cm².
- Estimulador Compex Sport-P® con software de programación en CD-ROM, interfaz para PC, adaptador para el interfaz, cuatro canales, intensidad máxima de 120 mA, precisión de 1 mA y electrodos adhesivos de 10x5 y 5x5 cm².
- Goniómetro de dos ramas de acero inoxidable Therapeutic Instruments® (rango de medición 180° y precisión 1°).
- Cinta métrica inextensible Holtain® (precisión 1 mm).
- 2 soportes de barra olímpica Salter® regulables en altura.
- Máquina de extensión de cúadriiceps Salter® (resistencia máxima 75 kg y precisión 5 kg).

Métodos

El entrenamiento con EENM duró cuatro semanas (15 sesiones de 20 minutos; 40 contracciones/sesión) (30,34). Se aplicó una onda rectangular, bifásica y simétrica con un ancho de impulso de 400 μ s a 90 Hz (20) con un tiempo de contracción/reposo de 4s y 7s respectivamente. La intensidad de EENM fue la máxima tolerada por el sujeto (5,9,15,20,26,29). Se utilizaron electrodos adhesivos de dos tipos: dos de 10x5 cm que se situaban unos 15 cm por debajo de cada espina iliaca anterosuperior; y cuatro de 5x5 que se situaban sobre la parte más prominente del vasto interno y del vasto externo cuando estos se encontraban en tensión (foto1)(17). La EENM se realizaba de modo isométrico manteniendo la rodilla con una angulación de 120° en cada sesión (foto2) ya que con esta angulación se obtuvieron los mejores resultados en la bibliografía consultada (16,26,30). En cada sesión los sujetos se tumbaban sobre una colchoneta, colocando sus pies encajados en unas espalderas (fotos 3 y 4). Durante cada sesión se anotaron las intensidades toleradas por cada uno de ellos.



Foto 1.- Colocación de los electrodos durante las sesiones de EENM.



Foto 2.- Ángulo de la rodilla durante las sesiones de EENM.



Fotos 3 y 4.- Posición de los sujetos durante las sesiones de EENM.

Todos los participantes (GE y también GC) fueron evaluados mediante una batería de tests en tres momentos distintos: 1) antes de las sesiones de EENM; 2) al acabar las sesiones de EENM (4ª semana); 3) dos semanas después de haber terminado las sesiones de EENM (6ª semana). La batería de tests se aplicó en el siguiente orden:

Medición de perímetros del muslo derecho (PD) e izquierdo (PI): Se tomaban a una distancia fija (foto 5) del borde superior de la rótula para cada sujeto, estando éste de pie (foto 6).



Foto 5.- Punto de referencia para medir el perímetro.

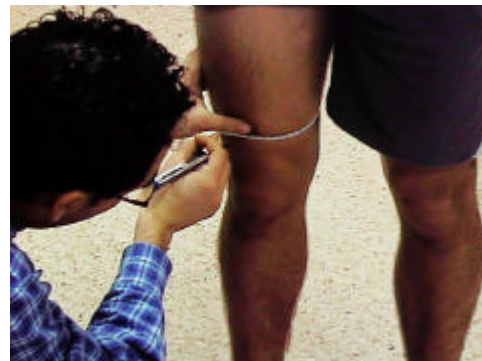


Foto 6.- Medición del perímetro del muslo.

Tests de salto vertical (7,33): SJ y CMJ sobre plataforma de contacto, atendiendo al protocolo de saltos verticales descrito por Bosco, sin estandarizar el grado de flexión de rodillas (Foto 7). Test de Abalakov (ABK) sobre plataforma de contacto, realizando un salto vertical con brazos libres. Todos los saltos verticales fueron realizados 3 veces en el orden inverso al que se exponen, tomando el salto máximo como valor a analizar.

Test de Fuerza Máxima Isométrica (FMI): Este test se realizó sobre dos plataformas de fuerza y con el soporte de barra olímpica fijo y anclado en el suelo (Foto 8). La altura de la barra se reguló libremente para cada sujeto dependiendo de la comodidad de la postura, pero manteniendo la altura dentro de la misma sesión y en las diferentes sesiones de tests. En cada una de las series de tests se realizaron dos intentos, de una duración de 6 segundos almacenados para su posterior tratamiento con una frecuencia de muestreo de 100Hz. Se tomó como intento válido el mayor de los dos ensayos. La FMI se expresa en Kg. (sin considerar el peso corporal)



Foto 7.- Saltos verticales en plataforma de contactos.

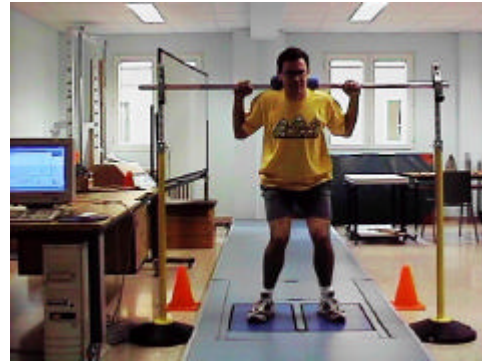


Foto 8.- Test de FMI sobre plataforma de fuerzas.

Test de Resistencia a la Fuerza Máxima (RFM): Se realizó en una máquina de extensión de cuádriceps. Cada sujeto debía de realizar el máximo número de repeticiones posibles con el 80% de su peso corporal. En cada repetición debía partir de una flexión de 90° y lograr la extensión completa (180°) de rodilla.

Tratamiento gráfico y estadístico

Se utilizó la Hoja de Cálculo Excel-v7.0 para el registro de los datos y su tratamiento gráfico, y el programa SPSS-v6.0 para Windows, para el tratamiento estadístico. Los resultados se muestran como valores medios y error estándar de la media.

Para el estudio de las diferencias entre los valores de las 3 sesiones de tests se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos apareados. Para el análisis de las diferencias entre el GE y el GC se utilizó la prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney.

3.- RESULTADOS

La prueba U de Mann-Whitney refleja que no existen diferencias significativas entre el GE y el GC en los resultados del test 1 para ninguna de las variables analizadas.

El gráfico 1 muestra que el entrenamiento con EENM supuso una hipertrofia de ambos perímetros derecho (PD), 1,56 cm (3,6%), e izquierdo (PI), 2,25 cm (5,17%), tras las cuatro primeras semanas ($p < 0,05$). Dos semanas después del entrenamiento con EENM los valores descienden significativamente en el muslo derecho ($p < 0,05$). Pese a este descenso y a la tendencia que muestra el muslo izquierdo a disminuir tras las sesiones de EENM, existen diferencias significativas entre los valores iniciales y los obtenidos en la sexta semana ($p < 0,05$) siendo estas diferencias de 0,7 cm (1,6%) (PD) y de 1,19 cm (2,74%) (PI). En el GC (gráfico 2) no se manifiestan diferencias significativas entre ninguno de los tests.

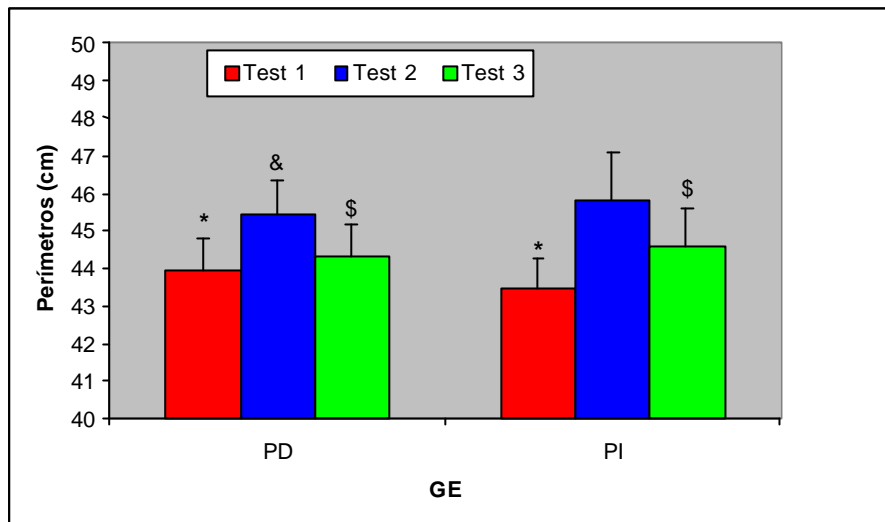


Gráfico 1.- Perímetro de ambos muslos en estudiantes del GE. Diferencias entre el 1º y 2º test (*) entre el 2º y el 3º (&), y entre el 1º y el 3º (\$). Niveles de significación: *,&,\$ = $p < 0,05$; **,&&,\$\$\$ = $p < 0,01$; ***,&&&,\$\$\$\$ = $p < 0,001$.

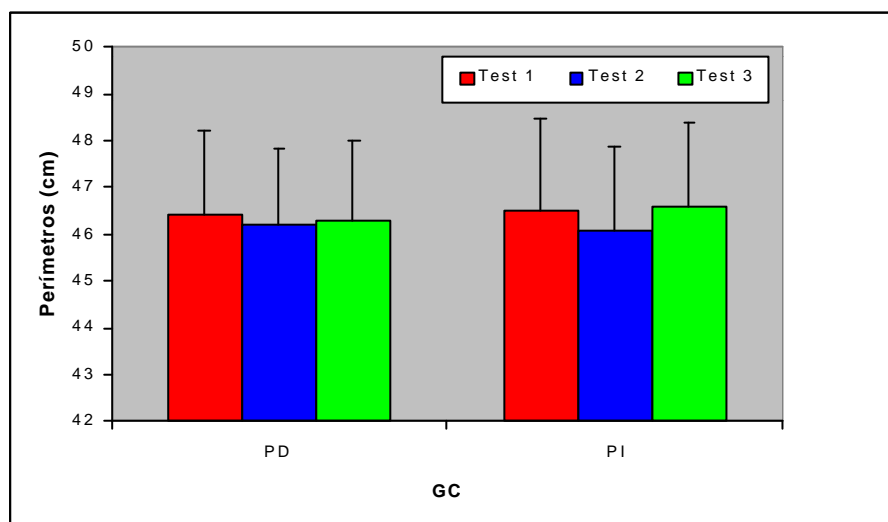


Gráfico 2.- Perímetro de ambos muslos en estudiantes del GC. Diferencias entre el 1º y 2º test (*) entre el 2º y el 3º (&), y entre el 1º y el 3º (\$). Niveles de significación: *,&,\$ = $p < 0,05$; **,&&,\$\$\$ = $p < 0,01$; ***,&&&,\$\$\$\$ = $p < 0,001$.

En cuanto a la explosividad, no se observan diferencias significativas en el GE (gráfico 3) entre ninguno de los tests. Tan solo se observa una disminución significativa ($p < 0,05$) en el CMJ entre el test 2 y el test 3. Esta disminución es de 1,61 cm (4,5%). En el GC tampoco se observan diferencias significativas entre ninguno de los tres tipos de saltos.

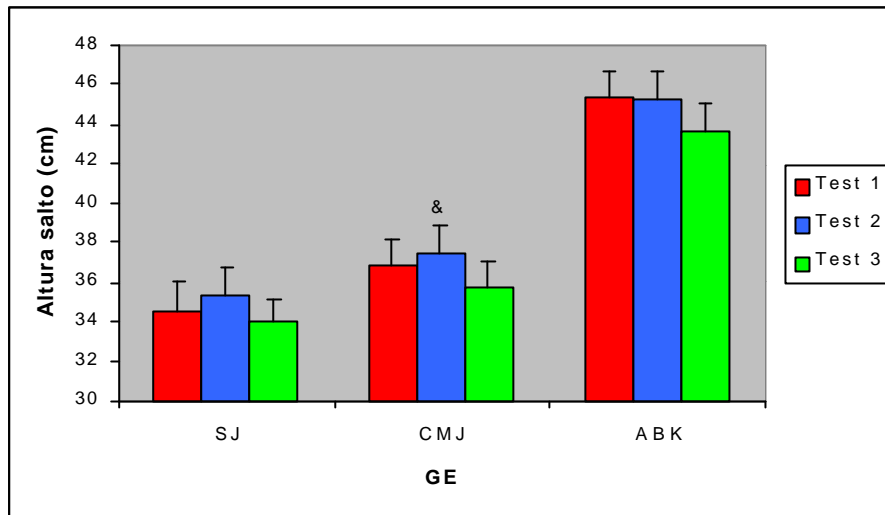


Gráfico 3.-Alturas de salto vertical en estudiantes del GE en cada uno de los tres tests. Diferencias entre el 1º y 2º test (*) entre el 2º y el 3º (&), y entre el 1º y el 3º (\$). Niveles de significación: *,&,\$ = $p < 0,05$; **,&&,\$\$ = $p < 0,01$; ***,&&&,\$\$\$ = $p < 0,001$.

La FMI aumentó en 30,93 Kg (10,7%) tras las sesiones de EENM. Entre el test 2 y el test 3 se constató un aumento ($p < 0,05$) de 37,58 Kg (11,7%). El incremento obtenido entre los test 1 y 3 ($p < 0,01$) es de 68,51 Kg (23,7%). No se constataron modificaciones en el GC. En el test 2 se encuentran diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0,064$). Estas diferencias entre el GE y el GC también se manifiestan en el test 3 ($p = 0,031$).

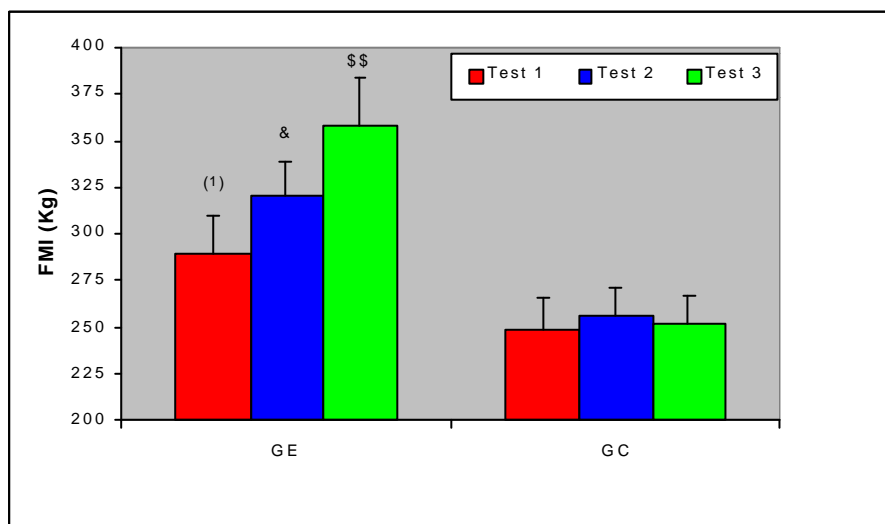


Gráfico 4.- Fuerza máxima isométrica en estudiantes del GE y del GC. Diferencias entre el 1º y 2º test (*) entre el 2º y el 3º (&), y entre el 1º y el 3º (\$). Niveles de significación: *,&,\$ = $p < 0,05$; **,&&,\$\$ = $p < 0,01$; ***,&&&,\$\$\$ = $p < 0,001$. (1) $p = 0,06$.

En la RFM (gráfico 5) el incremento para el GE fue de 5,33 repeticiones (27,9%) ($p < 0,05$) tras las sesiones de EENM. Dos semanas después el incremento medio fue de 5,89 repeticiones (24,18%) ($p < 0,01$). Los progresos obtenidos tras las seis semanas de fueron de 11,22 repeticiones (58,6%)

($p < 0,05$). En el GC no se observaron modificaciones significativas. En el test 2 se constatan diferencias significativas entre el GC y el GE ($p = 0,053$). Estas diferencias también se obtienen entre ambos grupos en el test 3 ($p = 0,053$).

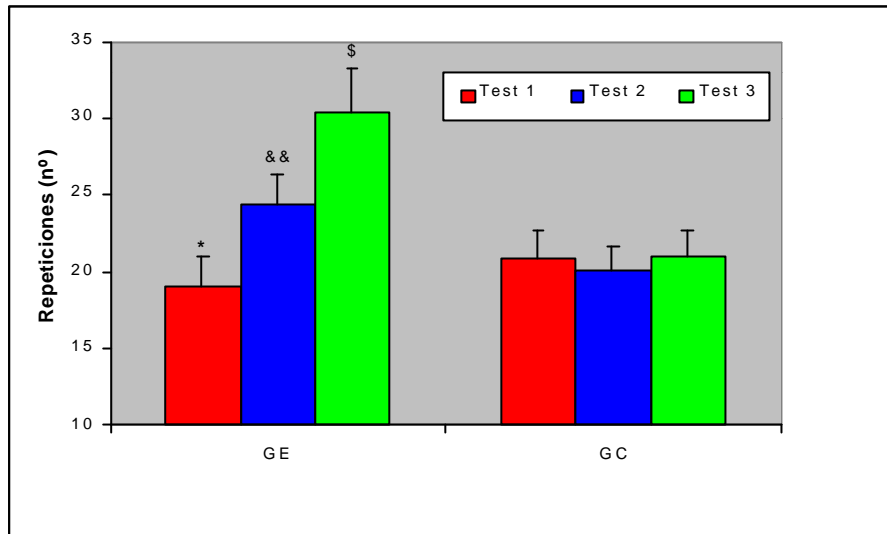


Gráfico 5.- Máximo número de repeticiones de extensión de cuádriceps con el 80% del peso corporal en estudiantes del GE y el GC. Diferencias entre el 1º y 2º test (*), entre el 2º y el 3º (&), y entre el 1º y el 3º (\$). Niveles de significación: *,&,\$ = $p < 0,05$; **,&&,\$\$ = $p < 0,01$; ***,&&&,\$\$\$ = $p < 0,001$. (1) $p = 0,06$.

En el gráfico 6 se muestran los niveles de intensidad medios tolerados por los sujetos durante las sesiones de EENM. Se observa una progresiva mayor tolerancia a la intensidad eléctrica.

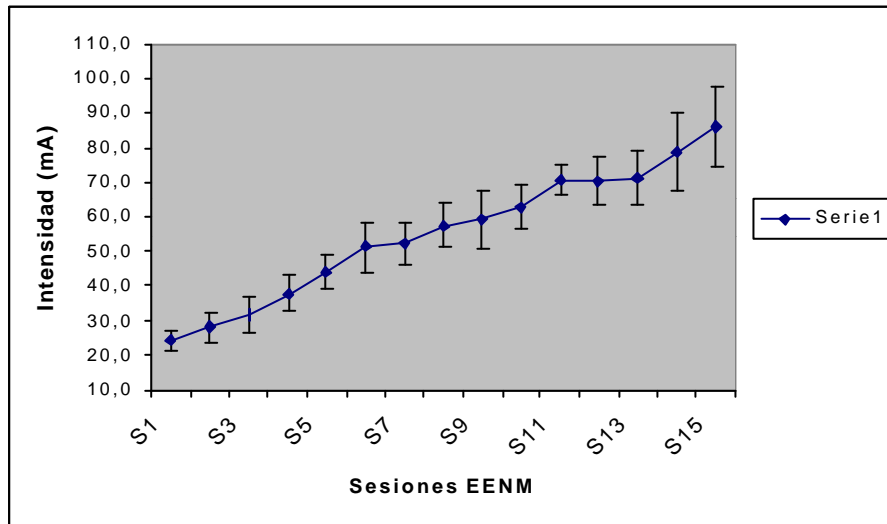


Gráfico 6.- Niveles de intensidad tolerados por los estudiantes del GE en las sesiones de EENM.

Por último, cabe destacar que existe una tendencia ($r = -0,527$ y $p < 0,05$) por la cual las personas que parten de un nivel de FMI menor, son las que mayores incrementos de FMI tienen tras las sesiones de EENM.

4.- DISCUSIÓN

El aumento de los perímetros derecho (1,56 cm) y izquierdo (2,25) del GE es similar al obtenido por Cometti y Cottin (8), en el que tras un periodo de EENM del cuádriceps de 3 semanas, 3 sesiones/semana, se constataron incrementos en el perímetro del muslo de 2 cm en ambas piernas. Martin y cols. (1994) valoraron la posible hipertrofia de un programa de EENM del tríceps sural mediante la técnica de tomografía axial computerizada. No observaron aumentos en el área de sección transversal de este grupo muscular, sin embargo sí se produjeron aumentos en la fuerza muscular en flexión plantar ($10,3 \pm 4,2$ N·m) y en flexión dorsal ($33,8 \pm 10,2$ N·m). Estos autores explican los incrementos de fuerza por las posibles adaptaciones nerviosas inducidas por la EENM. Delitto y cols. (1989) constataron un incremento en el número de fibras tipo II pese a un descenso en su área en biopsias pre- y post-EENM de un halterófilo. Esta posible conversión de fibras podría explicarse por el reclutamiento preferente de las fibras tipo II con la EENM (27).

Taillefer (1996), tras la fase de entrenamiento estático del cuádriceps con EENM, obtuvo mejoras de un 14% en el SJ y un 18% en CMJ. El elevado número de sesiones de EENM (30 sesiones) puede justificar estos incrementos. Maffiuletti y cols. (2000) obtuvieron mejoras de un 14% en el SJ tras cuatro semanas de EENM mientras que el CMJ permaneció invariable. En nuestro estudio la EENM no produjo mejoras en la explosividad ya que como comenta Cometti (7), la EENM produce una disminución de la elasticidad en un primer término, por lo que habría que hacer un trabajo de transferencia con multisaltos. A medida que los saltos tienen un mayor componente elástico (1,33)-SJ, CMJ, DJ, ABK- su ejecución se ve más perjudicada tras un periodo de EENM. Puede que no obtuviésemos incrementos en el salto vertical debido a que nuestros sujetos no realizaron ningún tipo de ejercicios de transferencia, mientras que en el estudio de Maffiuletti y cols. los sujetos utilizados eran jugadores de baloncesto que se siguieron entrenando durante las cuatro semanas siguientes al periodo de EENM, por lo que se beneficiaron de un trabajo de transferencia.

La FMI aumentó un 10,7% tras las sesiones de EENM, siendo estos incrementos similares a los obtenidos por Miller y cols. (1993). Estos autores utilizaron un protocolo de EENM muy parecido al nuestro. Consistía en 15 sesiones, con una frecuencia de estimulación de 90 Hz. El músculo que estimularon fue el bíceps braquial. La FMI de este grupo muscular incrementó de forma significativa en un 15,6% ($p < 0,05$), mientras que en el GC no se constató incremento alguno. Estas ganancias quedan muy lejos de las obtenidas por Selkovitz (1985), quien describió incrementos de un 44% en la FMI de sujetos sedentarios de ambos sexos que se estimularon el cuádriceps durante 12 sesiones. Ningún estudio de los consultados en la bibliografía realizó tests de FMI tras las sesiones de EENM para conocer sus efectos a medio plazo. En nuestro estudio la FMI sigue aumentando hasta un 23,7% con respecto a los valores iniciales. Este aumento tras las sesiones de EENM puede deberse a que este tipo de entrenamiento produce una supercompensación que se manifiesta a medio plazo.

Ningún estudio de los consultados ha utilizado un test de resistencia a la fuerza máxima, y el único en el que se valora la fuerza resistencia tras un entrenamiento con EENM empleaba una carga equivalente al 50% de la MCVI

del bíceps braquial o tríceps braquial que debía mantenerse durante el mayor tiempo posible (25). Tras 18 sesiones de EENM la fuerza resistencia disminuyó en ambos grupos musculares. Sin embargo nuestros resultados reflejan mejoras del 27,9% tras 4 semanas y del 58,6% tras seis semanas. Estos incrementos podrían justificarse por el hecho de que la fuerza máxima también aumentase de forma significativa tras las sesiones de EENM.

Como se ha podido observar, durante las sesiones de EENM los sujetos toleran cada vez mayores niveles de intensidad, algo que ha sido constatado en otros estudios (20,26). Sin embargo, el parámetro determinante en la eficacia de la EENM no parece ser el nivel de intensidad tolerado, sino la fuerza generada por ese nivel de intensidad en cada sesión (20).

5.- CONCLUSIONES

- 1) Un programa de 4 semanas de EENM, con un total de 15 sesiones, mejora la hipertrofia, la FMI y la resistencia a la fuerza máxima del cuádriceps en un grupo de estudiantes de educación física, no así la explosividad.
- 2) Los resultados parecen indicar que la EENM puede ser un método eficaz para el desarrollo de la fuerza en personas con bajos niveles de forma física.
- 3) Es necesario realizar estudios con un mayor número de sujetos donde se combinen las variables “transferencia” y “características de la corriente” para poder generalizar estos resultados.

6.- BIBLIOGRAFÍA

1. Bobbert, M.F. y cols.(1996) *Med.Sci.SportExerc.* 28(11): 1402-1412
2. Boschetti, G.(2002) ¿Qué es la electroestimulación? Teoría, práctica y metodología del entrenamiento. *Ed. Paidotribo.* Barcelona.
3. Child, R.B., y cols.(1998) *Int.J.SportsMed.* 19: 468-473
4. Coarasa Lirón De Robles, A., y cols.(1995) *Archivos de Medicina del Deporte.* 12(48): 263-268
5. Coarasa Lirón De Robles A., y cols.(2000) *Archivos de Medicina del Deporte.* 17(79): 405-412
6. Colson S., y cols.(2000) *Int.J.Sports.Med.* 21: 281-288
7. Cometti, G. (1998) La Pliometría. Capítulo X: Pliometría y electroestimulación. *Ed. INDE.* Barcelona
8. Cometti, G. (1998) Los Métodos Modernos de Musculación. Capítulo 6: La electroestimulación. *Ed. Paidotribo.* Barcelona.
9. Delitto A., y cols.(1989)*Int.J.SportsMed.* 10: 187-191
10. Des Lions, J.A., y cols.(1999)*Sci.Sports.* 14(2): 88-93
11. Gauthier, J.M., y cols.(1992)*Med.Sci.SportExerc.* 24(11): 1252-1256.
12. Hainaut K. Y cols.(1992)*SportsMed.*14 (2): 100-113
13. Hortobágyi, T., y cols.(1991)*Med.Sci.SportsExerc.* 24(6): 702-707.
14. Karba R., y cols.(1990)*Ann.Biomed.Eng.* 18: 479-490.
15. Koutedakis Y., y cols.(1995)*Med.Sci.SportExerc.* 566-572
16. Maffiuletti N.A., y cols.(2000)*Int.J.SportsMed.* 21: 437-443
17. Martin L., y cols.(1994)*J.Sports.Sci.*12: 377-381
18. Matheson G.O.M., y cols.(1997)*Scand.J.Rehab.Med.* 29: 175-180
19. Mela, P., y cols.(2001) *J.Electromoygr.Kinesiol.* 11(1): 53-63.

20. Miller C., y cols.(1993)*Int.J.Sports.Med.*14: 20-28
21. Pérez Lugo, J.M. (1994)*Fisioterapia.* 16: 35-41.
22. Pérez Machado, J.L., y cols.(2001)*Fisioterapia.* 23(1): 10-14.
23. Pichon F., y cols.(1995)*Med.Sci.SportExerc.* 27(12): 1671-1676
24. Poumarat, G.,y cols.(1992)*J.SportsMed.Phys.Fitness.* 32(3): 227-233
25. Rich, N.C. (1992)*J.SportsMed.Phys.Fitness.* 32(1): 19-25
26. Selkovitz D.M. (1985)*Phys.Ther.*65(2): 186-196
27. Sinacore D.R., y cols.(1990)*Phys.Ther.* 70(7): 416-422
28. Stephenson, L.W., y cols. (1987)*J.Thorac.Cardiovasc.Surg.* 94: 702-709
29. Taillerfer F. (1996) Évolution de L'impulsion verticale à cours defférents types d'entraînement par électrostimulation. Tesis doctoral.
30. Vanderthommen M., y cols.(1999)*Int.J.Sports.Med.* 20: 279-283
31. Van Gheluwe, y cols.(1997)*Ann.Kinésither.* 24(6): 267-274.
32. Vaquero, A.F., y cols.(1998)*Int.J.SportsMed.* 19: 317-322.
33. Vélez, M. (1992)*Apunts* 29(112): 139-156.
34. Venable M.P., y cols.(1991)*J.Appl.Sport.Sci.Res.* 5(3): 139-143.