

ELECTROESTIMULACIÓN CON EJERCICIOS FÍSICOS PARA AUMENTAR LA FUERZA RÁPIDA DEL CUÁDRICEPS.

ELECTRONIC STIMULATION WITH PHYSICAL EXERCISES TO INCREASE QUADRICEPS FAST GROWING FORCE.

Alexandro Santamaría Damián¹
Claudia Elma Pacheco Soto²

- ¹ Ciencias de la salud. Mtro. en Ciencias del Deporte. Lic. en Terapia Física. Universidad Tecnológica de Pachuca, México. alestama@hotmail.com
² Ciencias de la salud. Lic. en Terapia Física. Centros de Rehabilitación Infantil Teletón, Pachuca, México claupeps@hotmail.com

Resumen

La electroestimulación como técnica de fisioterapia, es utilizada como analgésico y fortalecimiento muscular tanto en personas pre-post cirugía así como en deportistas, complementando otras técnicas de tratamiento o de entrenamiento físico. Diversos electroestimuladores prometen alentadores resultados, además, no describen sus parámetros. El propósito es valorar la eficacia de la combinación de electroestimulación con ejercicios físicos para aumentar la fuerza rápida del cuádriceps, haciendo énfasis en sus parámetros y colocación de electrodos. Concluyó en diciembre del 2008. Método: 6 sujetos deportistas sanos (18-20 años) con medición pre-post test en salto vertical, longitudinal y pliométrico, así como medición del tiempo en banco de cuádriceps. Resultados: La electroestimulación combinada con ejercicios físicos aumenta la fuerza rápida del cuádriceps, pero en mayor proporción en sujetos menos entrenados.

Palabras Clave: Electroestimulación, ejercicios físicos, fortalecimiento, fuerza rápida, cuádriceps.

Abstract

Electro stimulation as a physiotherapy technique is used as an analgesic and muscular strengthening so in pre-post surgery as in sportsmen or sportswomen, complementing other treatment techniques or physical training.

Diverse electro stimulators promise encouraging results, besides that, do not describe their parameter. The purpose is to assess the efficiency of the combination of electro stimulation with physical exercise to increase the quadriceps quick strength, emphasizing its parameters and electrode collocation. It concluded in December 2008.

Method: 6 healthy sportsmen (18-20 years) measured with a pre-post test en vertical jump, longitudinal and plyometric, so as a measure in time of quadriceps bank. Results: Electro stimulation combined with physical exercise increases the quick strength of quadriceps, but in high proportion to non trained individuals.

Key words: *Electro stimulation, physical exercise, strenghtening, quick force, quadriceps.*

La electroestimulación ha sido utilizada con fines terapéuticos desde hace muchos años

en personas con ataques de gota. Con el avance de la ciencia y la tecnología, la aplicación de estímulos eléctricos con dichos fines se ha hecho más sencilla, incluso su uso ha pasado a tomar parte no sólo en el ámbito de la salud, sino también al deportivo (Boschetti, 2004; Martínez, 1998). Así mismo, comercialmente se manejan diversos electroestimuladores argumentando que su uso es para fortalecer los músculos del cuerpo (Herrero, 2003). Más recientemente, la electroestimulación ha seguido utilizándose para mejorar la condición física y el rendimiento deportivo obteniendo ganancias de la fuerza que van desde el 5 al 10%. También se registra aumento del perímetro muscular (Herrero, 2003; De Hoyo, 2006; Fernández, 2004).

Cabe mencionar que la intensidad es manejada subjetivamente por parte del paciente midiéndola entre un 60 al 87% (Linares, 2004). Por otro lado, para Manno (1999) la fuerza muscular es aquella capacidad que se utiliza con el objetivo de vencer u oponerse a una resistencia; Vasconcelos (2005) considera que la fuerza es una capacidad fundamental para el movimiento humano y el rendimiento deportivo. Del entrenamiento de esta capacidad se obtienen diversos beneficios, entre estos se encuentran el aumento de tamaño muscular, de la fuerza y de la potencia, mejoría en la función neuromuscular, resistencia ósea, equilibrio, de ligamentos y tendones (Bemben, 2000).

Así, la fuerza se divide en fuerza máxima, fuerza explosiva y fuerza resistencia (Ehlerz, 1990). Sale (1992) menciona que “el incremento de la fuerza como adaptación neuromotriz podría deberse al reclutamiento de fibras de umbral muy alto y que anteriormente no estaban activas, por lo que se deduce que si por algún medio se puede aumentar esta activación de fibras, la fuerza responderá favorablemente”.

Existe una gran diversidad de aparatos eléctricos que proporcionan estos estímulos, sin embargo en algunos de ellos no son modificables sus parámetros, por lo que en el presente estudio, estos son mencionados.

Se sabe que un atleta de alto rendimiento necesita realizar una serie de entrenamientos para mejorar su forma física y con ello el rendimiento deportivo. Actualmente, en la Real Federación Española de atletismo, se lleva a cabo la combinación de electroestimulación combinándola con ejercicios físicos con el fin de fortalecer la musculatura (Basas, 2001; Basas y cols.,2003). De esta forma de aplicación, se retoman algunos puntos.

Se han llevado múltiples investigaciones con el fin de conocer el entrenamiento adecuado, sin embargo aún no se logra determinar la manera más óptima.

Por otro lado, se sabe de métodos de entrenamiento para mejorar las capacidades físicas del individuo, como lo es la resistencia, la velocidad y la fuerza.

Pero los principios del entrenamiento marcan que es necesario un descanso, ya que al no respetar dicho principio, el atleta no llega a las óptimas condiciones físicas (Volkov, 1997). En este contexto, el descanso entre las sesiones de trabajo es importante para permitir la recuperación del músculo y del tejido conectivo (Pincivero, 1997); Stone (1988) considera de 48 a 72 horas, por lo que el trabajo semanal permite las sesiones desde una sola vez (McLester, 2000) hasta 2-3 sesiones (De Michele, 1997) para mantener o para maximizarla respectivamente.

Es importante siempre tener presente que un individuo que esté desentrenado tiende a ganar fuerza mucho más rápido que aquel que esté mejor entrenado, sin embargo, el primero también la pierde en menor tiempo al interrumpir su entrenamiento (Bloomfield, 1997). Existen diferentes tipos de contracción, uno es mediante contracciones isométricas. Por medio de un entrenamiento con este tipo de contracción con duración de 3-10 segundos en el transcurso de 3-15 semanas, la ganancia obtenida solo es moderada (Always, 1998).

Estas formas de entrenamiento son muy comunes en tratamientos fisioterapéuticos, sobre todo cuando está contraindicado un recorrido articular. Así mismo, son utilizados otros métodos como el de DeLorme (DeLorme 1948), el de Oxford (Zinovieff, 1951), por series únicas (Kraemer, 2000), o con contracciones concéntrica y excéntricas (Close, 1972). Para obtener ganancia en la fuerza rápida, es necesario realizar ejercicios veloces con cargas entre moderadas y altas, donde se reclutan mayor número de fibras de contracción rápida que fibras de contracción lenta (Hakkinen, 1995).

Para que la contracción muscular se lleve a cabo, es necesario que se genere cierto voltaje en la membrana muscular, si este está por debajo del su umbral, no habrá contracción (Guyton, 1987), por lo que un estímulo debe ser lo suficientemente alto. Mediante la electroestimulación (con los parámetros adecuados), el voltaje que se genera es lo suficientemente alto para reclutar el músculo y determinado tipo de fibras (Kolt, 2004). Para fortalecer un músculo, la electroestimulación neuromuscular proporciona mejores resultados que la aplicación de solo ejercicios después de una ligamentoplastia del cruzado anterior de la rodilla (Delito, 1988) ya que puede activar mayor número de fibras musculares, pero por otro lado, hay quien menciona que la primera es irrelevante (Paternostro-Sluga, 1999).

En el cuerpo humano, existen tres tipos de fibras musculares, las tipo I, tipo 2 y tipo 2X (Bruton, A. 2002), su reclutamiento depende de la intensidad, en otras palabras, si una actividad es poco intensa se solicitan las fibras tipo I, si es más intensa se solicitan las fibras tipo 2, pero si la actividad es muy intensa como sucede en la final de una carrera de 100 metros en los juegos olímpicos, el reclutamiento principal de fibras será del tipo 2X.

Sin embargo, el orden de reclutamiento de neuronas motoras durante la electroestimulación es de la de mayor tamaño a la menor (Kolt, 2004) y la estimulación eléctrica neuromuscular con pulsos bifásicos es más eficaz que con el uso de pulsos monofásicos, frecuencia media y corrientes interferenciales (Coarasa, 2001). Cuando

comienza a activarse una unidad motora, el estímulo tiene una frecuencia máxima de 10 Hz, a partir de aquí aumenta su actividad conforme también lo hace la frecuencia apareciendo la sumación temporal (aumento de las descargas de las unidades motoras) y la sumación espacial (activación de otras unidades motoras).

La sumación espacial es el aumento sucesivo en la activación de fibras musculares.

La sumación temporal es el aumento en la frecuencia de descargas al músculo que eleva la fuerza ejercida por este (Plaja, 2002).

Gianpaolo Boschetti (2004) dice que “para estimular eléctricamente las fibras Tipo I se necesitan impulsos con frecuencias de 20 – 50 Hz y para las Tipo IIa y IIb las frecuencias usadas oscilan de los 50 a los 120 Hz”. Así mismo, una fibra rápida responde más rápido que una fibra lenta, por lo que un estímulo con tiempo de impulso largo (más de 300 microseg.) responderá la fibra lenta, y al contrario, con estímulos de impulsos cortos las respuestas serán de las fibras rápidas (menor de 300 microseg.) (Basas, 2003).

Este mismo autor (2003, p. 67) menciona que “La electroestimulación activa de forma artificial la musculatura, imitando las condiciones fisiológicas de la contracción voluntaria”. Lo que ayudaría que el músculo se contraiga con mayor intensidad y fuerza tanto en procesos de rehabilitación como ayuda para tonificar y fortalecer. Además, si se toleran intensidades más altas, las contracciones serán más fuertes, esto se traduce en la mejoría de la fuerza (Snyder-Mackler, 1991).

La electroestimulación repetida origina mayor fosforilación de la subunidad de la cadena ligera de miosina. La miosina tiene una cadena pesada y una ligera, la última tiene su unidad principal y la sub-unidad.

En ésta se une el calcio a la calmodulina, después el complejo Ca.Calmodulina se une a la cadena ligera Kinasa de miosina (MLCK) iniciando la actividad kinasa (Klug, 1982) por lo que habrá un aumento en la sensibilidad de los puentes transversos de calcio, lo que se refleja en una economía del sistema nervioso central (obtención de un mayor grado de fuerza y un aumento de la explosividad) con el mismo número de potenciales de acción. Con respecto a la fuerza explosiva, de acuerdo a la relación que guarda con la contracción excéntrica y con la contracción concéntrica, se obtiene más ganancia en aquella, no sucede así en la fuerza isométrica, en la que la ganancia es menor (Close, 1972).

La corriente utilizada en este trabajo será bifásica simétrica con un intervalo de fase de 100 microsegundos (Manual de usuario, 2005).

A pesar de lo ya mencionado, es importante considerar que la articulación de la rodilla, no solo la constituye el músculo cuádriceps, hay diversos músculos que también aportan fuerza y estabilidad a esta articulación.

En el presente estudio, se reclutaron sujetos que estuvieran inscritos en la licenciatura en educación física en la Universidad del Fútbol (UNIFUT), Pachuca, México, que pertenecieran al modelo Alto Rendimiento Tuzo (ART) y que estuvieran activos en los entrenamientos de fútbol soccer. Se formaron tres grupos, y a uno se les aplicó electroestimulación aislada, a otro se les aplicó electroestimulación y realizaron ejercicios físicos y el último grupo solo sirvió como grupo control para conocer cuál de los tres grupos mejoraba más su fuerza rápida del músculo cuádriceps. El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo experimental.

Método

Se utilizaron las siguientes herramientas:

Electroestimulador, prueba de salto vertical, prueba de salto longitudinal, saltos pliométricos, flexo-extensión en banco de cuádriceps.

Se utilizó un electroestimulador con corriente bifásica simétrica, forma de onda cuadrangular con duración de 300 microsegundos y una frecuencia de 120 hercios.

Electrodos autoadheribles colocados en el vasto medial, vasto lateral, recto anterior y próximo al nervio crural.

Se reclutaron 6 estudiantes masculinos de la UNIFUT pertenecientes al ART que desearan entrar al estudio, con edad de 18-20 años que entrenaran fútbol. Aquellos con previa historia de lesión en cualquiera de los miembros, así como los que estuvieran sometidos a un programa externo de mejoramiento de la fuerza fueron excluidos. Los sujetos con lesión y/o inasistencia a cualquiera de las sesiones fueron eliminados. Todos ellos seguirán realizando su entrenamiento habitual.

El estudio se realizó durante 12 sesiones, 2 por semana, Las pruebas de medición se realizarán en la sesión 1, y 12 a todos los atletas.

El primer grupo solo llevará a cabo su entrenamiento habitual. Al segundo grupo se le aplicará la electroestimulación aislada. El tercer grupo recibirá electroestimulación (Ee) y realizará ejercicios físicos (Ej).

El primer grupo llevará solo el entrenamiento habitual (Grupo control). Al segundo grupo se le aplicará la electroestimulación aislada. (Grupo experimental 1). El tercer grupo combinará Ee. y Ej en banco de cuádriceps. (Grupo experimental 2).

El atleta en posición de sentado con flexión de rodilla a 120°, realizará una contracción isométrica durante 5 segundos y al mismo tiempo se le proporcionará electroestimulación, Al término de ésta, se harán 10 extensiones hasta llegar a 0°. 2 series de 10 repeticiones. La intensidad será la máxima que tolere el atleta.

Se utilizó un diseño un diseño multigrupo pre-post. Esta estructura nos permitirá realizar comparaciones entre los 3 grupos y entre cada uno de ellos, por lo que se conocerá:

La equivalencia inicial entre los grupos y la evolución dentro de cada grupo. Efecto de la variable independiente (comparación entre grupos del posttest).

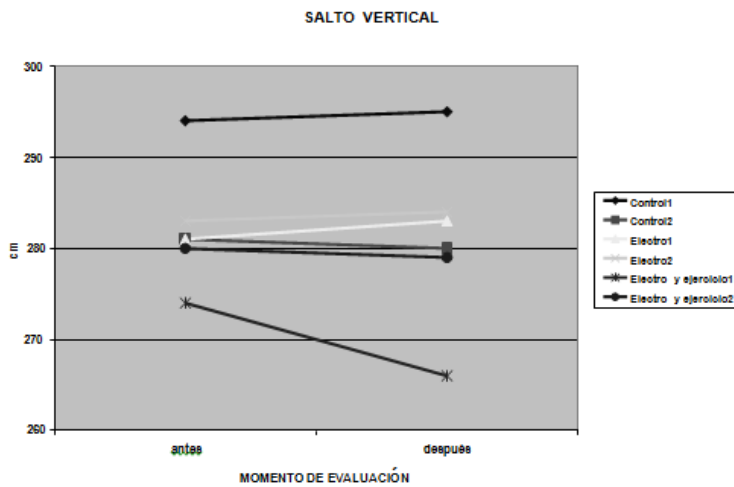
La prueba de salto vertical se hará junto a la pared con los dedos de la mano pintados con un gis; el atleta saltará con los dos pies y se marcará lo más alto que se llegue.

La prueba de salto longitudinal se hará en una superficie horizontal, el atleta saltará con los dos pies a lo largo y se medirá a donde llegue.

Los saltos pliométricos se harán junto a la pared con un gis en la mano, el atleta caerá de una altura de 35 cm e inmediatamente saltará y marcará lo más alto que llegue. La flexo-extensión en el banco de cuádriceps será medida con el tiempo que marque un reloj digital al realizar 10 repeticiones con el 80% de la RM.

Resultados

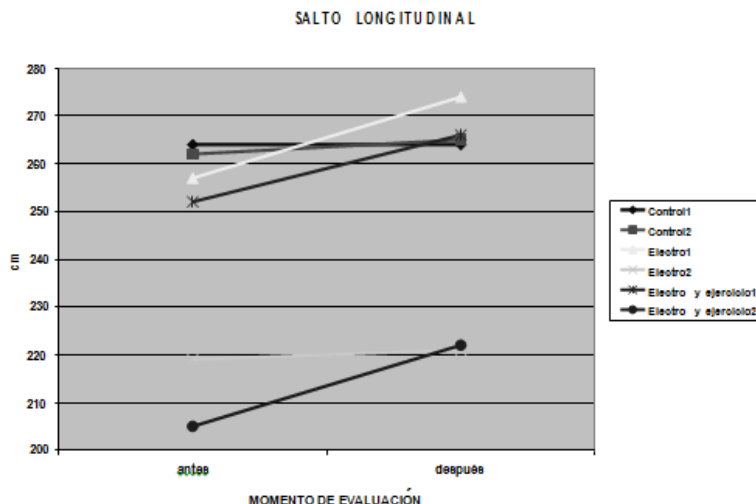
Gráfica 1. Salto vertical.



En las mediciones del salto vertical iniciales y finales los sujetos no tuvieron cambios notables. En el grupo control, sin una diferencia marcada, un sujeto mejoró y el otro empeoró. En el grupo que recibió electroestimulación, los dos sujetos

tuvieron mejoría mínima. Y en lo que consta al tercer grupo, que es el que recibió electroestimulación y realizó ejercicio, empeoraron sus mediciones, sobre todo uno de ellos, en el que la disminución es muy marcada y evidente.

Gráfica 2. Salto longitudinal.



En lo que respecta al salto longitudinal, la gráfica nos muestra como todos los sujetos de los tres grupos mejoraron en su medición final con respecto a la inicial, donde algunos muestran una diferencia más evidente

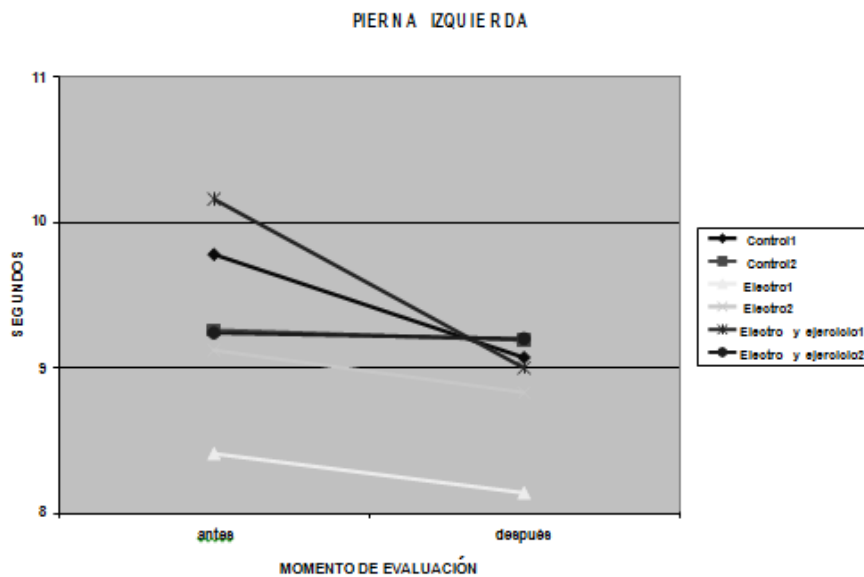
comparándolos con los otros sujetos.

En el grupo control, los dos sujetos mostraron mejoría, sin embargo, no es muy visible.

En el grupo de electroestimulación aislada, al igual que en el grupo control, hubo mejoría en sus mediciones, es importante resaltar que uno de los del primer grupo obtuvo mayor ganancia con respecto al otro.

El grupo que recibió electroestimulación y ejercicios fue el que mejores resultados obtuvo en esta prueba. Los dos sujetos saltaron más al final del estudio con respecto a los otros dos grupos.

Gráfica 3. Extensión de rodilla izquierda.



En la representación de esta gráfica, se plasma el tiempo que tardó cada uno de los sujetos en realizar extensiones de rodilla izquierda en el banco de cuádriceps durante diez segundos. Las mediciones se tomaron antes y después de la investigación.

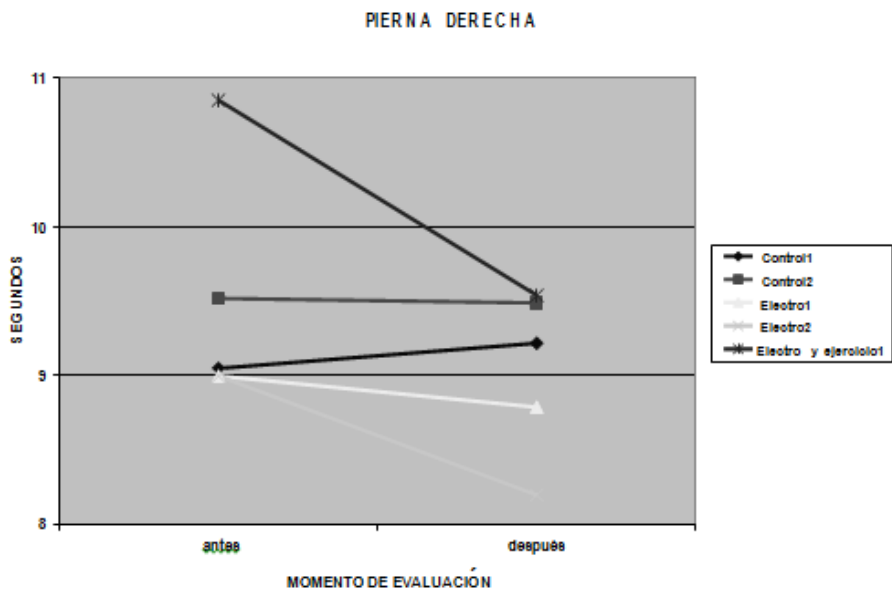
En el grupo control, uno de los sujetos se mantuvo prácticamente igual tanto al inicio como al final, sin embargo, en el otro sujeto del grupo su mejoría fue mucho más marcada.

Al pasar al grupo de electroestimulación, se puede observar como los dos sujetos mejoraron pero no con el margen de ganancia que obtuvo el sujeto del grupo control.

Por último, en el grupo de electroestimulación y ejercicios, los dos sujetos mejoraron, pero uno de ellos, fue el que más mejoró, no solo comparándolo con el otro sujeto de su

grupo, sino también con los sujetos de los otros dos grupos. En el tiempo de extensión de rodilla izquierda la ganancia es similar en los tres grupos, excepto por el sujeto del grupo de electroestimulación con ejercicios que fue el que mejoró más, con 1.16 segundos menos.

Gráfica 4. Extensión de rodilla derecha.



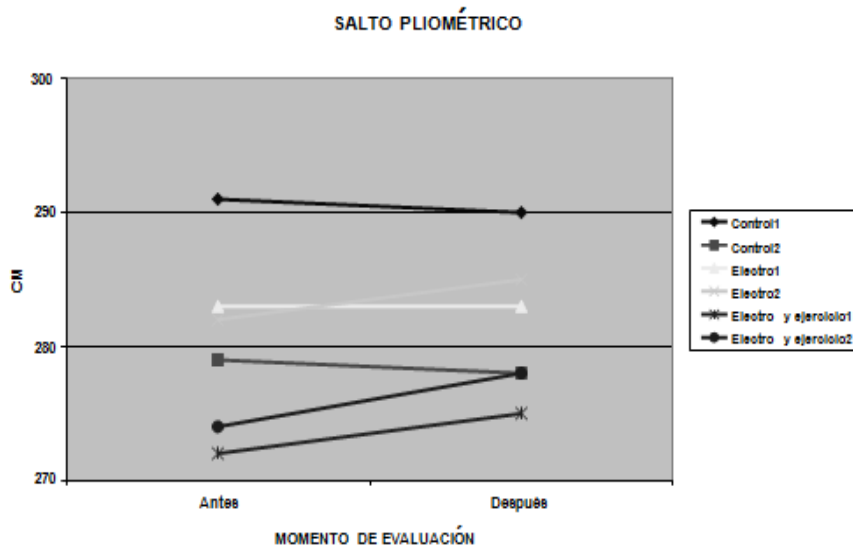
Al igual que la gráfica tres, en esta, se puede ver la ganancia en tiempo durante diez repeticiones de extensiones de rodilla, pero en este caso, solo se tomó en cuenta el lado derecho.

Con los sujetos del grupo control, podemos ver que en uno de ellos, el tiempo fue casi el mismo tanto antes como después del estudio, en el otro sujeto, incluso empeoró su medición final respecto a la inicial.

En el grupo de electroestimulación, a través de la gráfica se nota la mejoría en el tiempo, y al igual que en otras gráficas, el sujeto que representa electroestimulación 2 mejoró todavía más que el sujeto representante de electroestimulación 1.

Pasando al grupo de electroestimulación con ejercicios, solo se ve a un sujeto, este mejoró notablemente, tal y como se ve en la inclinación de la línea. Es el que obtuvo la mejor medición con respecto a los otros sujetos de los tres grupos señalados en la gráfica. Sin embargo, el otro sujeto del grupo de electroestimulación con ejercicios, no aparece porque en la prueba inicial no completo el número de repeticiones de extensiones de rodilla.

Cuando se le realizó la medición después de terminar el estudio, si completo las repeticiones.



En la gráfica puede apreciarse que ambos sujetos del grupo control saltaron menos (1 cm) en la prueba final, sin embargo, los sujetos de los otros grupos lograron mejorar sus mediciones finales; en el grupo de electroestimulación, los dos sujetos saltaron 3 cm más con respecto al inicio, así mismo, uno de los sujetos del grupo de electroestimulación con ejercicios mejoró igualmente 3 cm pero el otro sujeto alcanzó los 4 cm.

Discusión

Cuando vemos los resultados que se obtuvieron en la prueba del salto vertical la hipótesis resulta contraria.

Se podría pensar que los resultados arrojados fueran los mismos al inicio y al final pero resultaría difícil pensar que les perjudicaría, sobre todo tomando en cuenta los resultados de las otras pruebas en donde si se observa mejoría. Podría pensarse en la presencia de una lesión pero fue una situación que no se presentó.

Sin embargo, la fatiga podría jugar un papel fundamental, pero si así fuese las otras pruebas también tendrían cifras no esperadas. Es probable que los sujetos no saltaran con intención de mejorar (principalmente los que empeoraron), de cualquier forma, la motivación a todos los sujetos fue la misma, sin embargo, sería adecuado que investigaciones posteriores utilicen escalas de medición para argumentar lo mencionado. En la prueba de salto vertical, no concuerda nuestra hipótesis.

La mejoría del sujeto del grupo de electroestimulación en la prueba del salto longitudinal podría hacer pensar que ésta mejora lo mismo que la electroestimulación con ejercicios,

ya que la ganancia de centímetros saltados en los sujetos de este grupo fue la misma que en el grupo de electroestimulación. Por otro lado, en este último grupo (electroestimulación con ejercicios), los dos mejoraron y en el otro grupo, el segundo sujeto saltó solo dos centímetros más en la prueba final, cantidad muy por debajo de la registrada por los demás, por lo que la hipótesis planteada es positiva.

El sujeto del grupo control que mejoró en tiempo durante la prueba de extensión de rodilla obtuvo ganancias en solo esta prueba, en las otras no hubo algo marcado, por lo que un error en la medición pudo ser la causa. Todos los sujetos tanto del grupo con electroestimulación aislada como los de electroestimulación con ejercicios redujeron el tiempo, en este último grupo, uno de ellos fue el mejor, resultando favorable la hipótesis.

Con respecto a los sujetos del grupo que recibió electroestimulación y ejercicio la prueba que resulta contradictoria es la del salto vertical. En esta prueba los sujetos mostraron resultados a favor y en contra, probablemente no fue realizada correctamente.

En la prueba de salto pliométrico, el grupo control no tuvo mejoría, en cambio, el grupo de electroestimulación si la obtuvo, sin embargo no fue tan visible como el grupo de electroestimulación con ejercicios.

Tanto en la prueba de extensión de rodilla derecha como en la prueba del salto pliométrico, el grupo de electroestimulación con ejercicios mostró los mejores resultados por lo que deja ver que la hipótesis planteada es positiva.

Uno de los sujetos que recibieron la combinación de electroestimulación y ejercicios decía sentirse con más fuerza, teóricamente, tuvo mayor reclutamiento de fibras musculares durante más tiempo con respecto a los otros grupos, lo que llevó a que en el momento de la prueba final, el número de fibras que se contrajeron fue mayor y por lo tanto desplegaron más fuerza. El sujeto, al tener conocimiento previo de que se buscaba mejorar la fuerza rápida, le pudo haber dado confianza y estar más motivado a saltar y a realizar las extensiones.

Lo anterior deja una brecha en el conocimiento que puede ser la base para una investigación en la que se compare el efecto de un estímulo verbal con el no verbal.

Un solo sujeto fue el que obtuvo las mejores mediciones en la mayoría de las pruebas, el cual llevaba menos tiempo entrenando en el ART por lo que al estar menos entrenado su organismo respondió mejor.

Una persona sana y que no realice actividad física programada, podría beneficiarse en el aumento de la fuerza rápida ya que el estímulo eléctrico aplicado a cualquier músculo reclutará las suficientes fibras retomando la teoría mencionada. Pero con base en el principio de la sobrecarga, esta debería aumentar gradualmente para obtener resultados fidedignos.

Conclusiones

El entrenamiento físico realizado en el ART mantiene la fuerza rápida del cuádriceps.

En lo que respecta al entrenamiento habitual más electroestimulación y ejercicios físicos en el banco de cuádriceps también aumenta la fuerza rápida pero en mayor proporción.

En la prueba de salto longitudinal la mejoría de un sujeto del grupo de electroestimulación es proporcional a la mejoría que obtuvieron los dos sujetos del grupo de electroestimulación y ejercicios, lo que nos hace pensar que la electroestimulación mejora el salto longitudinal, pero por el número de sujetos no es posible que sea estadísticamente significativo.

Los sujetos que están menos entrenados y se les aplica electroestimulación con ejercicios son los que obtienen mejores resultados. Y los sujetos mejor entrenados tienen los mismos efectos cuando se les aplica electroestimulación con o sin ejercicios.

De lo anterior se propone que cuando un equipo de fútbol tiene que viajar por un tiempo prolongado y no tiene la oportunidad de realizar algún tipo de ejercicio, durante el viaje podría utilizar la electroestimulación como herramienta para evitar una disminución en la fuerza rápida.

La investigación sobre este tema deja muchas cosas para investigar y poder obtener más resultados satisfactorios, el tipo de deporte en el cual aplicarlo, la estimulación a las fibras lentas son situaciones que quedan abiertas.

FUENTES DE CONSULTA.

- ALWAYS, S. E., MacDougall J. D. & Sale D. G. (1989). Contractile adaptations in the human triceps surae after isometric exercise. *Journal of applied Physiology*, Vol.(66),pp. 2725-2732.
- BASAS, G.A. (2001). Metodología de la electroestimulación en el deporte. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*.Vol.(4), pp. 41-51.
- BASAS, G. A., Fernández de las Peñas C. y Martin, U. J. (2003). *Tratamiento fisioterápico de rodilla*. España: McGraw-Hill.
- BEMBEN, D.A, Fetters, N. L. y Bembem M. G. (2000). Musculoskeletal responses to high and low intensity resistance training in early postmenopausal women. *Medicine and Science in sports and exercise*, Vol.(32), pp. 1949-1957.
- BLOOMFIELD, S. A. (1997). Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. (29), pp. 197-206.
- BOSCHETTI, G. (2004). *¿Que es la electroestimulación?.Teoría, práctica y metodología*. Argentina: Paidotribo.

- BRUTON, A. (2002). Muscle plasticity. Response to training and detraining. *Physiotherapy*, Vol, (88), pp. 398-408.
- CLOSE, R.I. (1972). Dinamic properties of mammalian skeletal muscles, *Physiol. Rev.*, Vol.(52), pp. 129-197.
- COARASA, A., Moros, T. y Marcos, C. (2001). Fuerza muscular inducida y tolerancia en diferentes corrientes excitomotoras. *Rehabilitación*, Vol.(35),pp. 279-286.
- DE HOYO, M. y Sañudo, B. (2006). La electroestimulación como medio para la mejora de la flexibilidad. *Revista Digital - Buenos Aires*. Vol. (101). pp.1 Recuperado el 28 de agosto del 2007, <http://www.efdeportes.com/efd101/flexib.htm>
- DE MICHELE, P. L., Pollock, M. L. y Graves, J. E. (1997). Isometric torso rotation strength: effect of training frequency on its development. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. (78), pp. 64-69.
- DELITO, A., Rose, S.J., Mc Kowen, J.M. y Lehman, R.C. (1988). Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Physical Therapy*. Vol.(68),pp. 660-663.
- DELORME, T. L. y Watkins, A.L. (1948). Techniques of progressive resistance exercise. *Archives of Physical Medicine*, Vol.29, pp. 263-273.
- EHLERZ, H. Grosser, H. y Zimmerman E. (1990). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Martínez Roca.
- *Manual de usuario*. (2005). *Intelect Mobile*. México. Equipos interferenciales de México.
- FERNÁNDEZ, P., Rodríguez B., Brunet P. & Requena S. (2004). *La Electroestimulación, Entrenamiento y Periodización*. Barcelona: Paidotribo.
- GUYTON, A. C. (1987). *Fisiología humana* (6ª ed.). México: Interamericana.
- HAKKINEN, K, & Hakkinen, A. (1995). Neuromuscular adaptations Turing intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyography and clinical neurophysiology*, Vol.(35), pp.137-147.
- HERRERO, J., García, A. & López, J. (2003). Influencia de la estimulación eléctrica neuromuscular sobre diferentes manifestaciones de la fuerza en estudiantes de educación física. *Revista Digital - Buenos Aires*. Vol. 58, pp.1 Recuperado el 27 de agosto del 2007. <http://www.efdeportes.com/efd58/elect.htm>
- KLUG, G. A. (1982). The effect of low frequency stimulation on miosin light chain phosphorylation in skeletal muscle. *J. Biol Chem.*, Vol. (257), 4688-90.
- KOLT, G., & Lynn, Snyder-Mackler, L. (2004). *Fisioterapia del*

deporte y el ejercicio. Edit Elsevier.

- KRAEMER, W. J., Ratamess, N. & Fry, A. C. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis player. *American Journal of Sports Medicine*, Vol. (28), pp. 626-633.
- LINARES, F. M., Escalante, K. & La Touche, A. (2004). Revisión bibliográfica de las corrientes y parámetros más efectivos en la electroestimulación del cuádriceps. *Fisioterapia*, Vol.(26), pp. 235-244.
- MANNO, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza. Bases teóricas y prácticas*. Barcelona: INDE Publicaciones.
- MARTÍNEZ, M. (1998). *Manual de medicina física*. Madrid: Hacourt Brace.
- MCLESTER J.R., Bishop P. & Guilliams M. E. (2000). Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. *Journal of strength an conditioning research*, Vol.(14), pp. 273-281.
- PINCIVERO, D. M., Lephart, S. M. & Karunakara, R. G. (1997). Effects of rest intervalo n isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *British Journal of sports medicine*, Vol. (31),pp. 229-234.
- PLAJA, J. (2002). *Analgesia por medios físicos*. Madrid: McGraw- Hill.
- PATERNOSTRO-SLUGA, T., Fialka, C., & Alacomlioglu, Y. (1999). Neuromuscular electrical stimulation alter anterior cruciate ligamento surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol (368), pp. 166-175.
- RODRIGUEZ, J. (2000). *Electroterapia en Fisioterapia*. España: Panamericana.

Revista Xihmai V (09), 61-80, Enero-julio de 2010

- SALE, D.G. (1992). *Neural adaptation to strength training in strength and power*. Publications, Oxford.
- SNYDER-MACKLER, L. & Robinson, A. (1991). *Clinical electrophysiology: electrotherapy and electrophysiological testing*. Baltimore: Williams y Wilkins.
- STONE M. H. (1988). Implications for connective tissue and bone alterations resulting from resistance excercise training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.(20), pp. 162-168.
- VASCONCELOS, A. R. (2005). *La fuerza: entrenamiento para jóvenes. Guía teórico práctica*. España: Paidotribu.
- VOLKOV, V.M. (1997). *Le processus de recuperation en sport*.

Paris: Insep.

- ZINOVIEFF, A. (1951). Heavy resistance exercise: The Oxford Technique. *British Journal of Physical Medicine*, Vol (14), pp. 129-132.