

Núm. Orden: 0304

Título: LA ELECTROESTIMULACIÓN COMO SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN BALONCESTO

Autores: Rafael Domínguez González M^a Jesús Encinas Cubos, M^a Pilar Domínguez González

1.- INTRODUCCIÓN.

La electroestimulación es usado principalmente como método de rehabilitación cuando la función nerviosa ha sido afectada, por ejemplo como resultado de una lesión. Es considerado como un buen complemento o suplemento al entrenamiento. En los tiempos actuales ha sido también usado por los atletas en programas de entrenamiento de la fuerza y mejora física.

Estudios de su eficacia han sido llevados a cabo en ciclistas, nadadores y levantadores. Sin embargo, ninguno fue realizado en deportes de equipo como el baloncesto. El cuádriceps, el tríceps sural, el dorsal largo y el bíceps braquial han sido previamente electroestimulados. Muchas diferencias en la ganancia de fuerza (del 0% al 44%) han sido evaluadas en los diferentes estudios investigados.

Diferentes métodos de entrenamiento de electroestimulación, tests de protocolo, niveles de preentrenamiento, variaciones individuales de los deportistas pueden dar lugar a algunas discrepancias en los estudios.

Sólo un estudio (de los investigados por estos autores) ha examinado si el entrenamiento de electroestimulación tiene un efecto en la mejora del salto vertical. Estos autores demuestran que un programa específico de entrenamiento en el que se incluye la electroestimulación mejora la altura del salto vertical en un grupo de instructores profesionales de tenis y de deportistas eventuales.

Un típico partido de baloncesto supone un total de 46 ± 12 saltos por jugador, con o sin ciclo de estrechamiento acortamiento. Hubley y Wells han demostrado que la activación del cuádriceps femoral contribuye con el 50 % al trabajo desarrollado en un salto vertical. Similares hallazgos han sido realizados por Bosco para el Squat y el contramovimiento, aunque la activación muscular desarrollada sea diferente

Un estudio realizado con jugadores y jugadoras de baloncesto ha mostrado que el Squat y el contramovimiento correlaciona significativamente la máxima extensión de la fuerza isométrica de la pierna. Así, el papel de la fuerza máxima, puede ser importante para el desarrollo de la fuerza explosiva.

Por otro lado, Amiridis ha demostrado que la práctica regular del baloncesto no tenía efectos beneficiosos sobre la fuerza.

Ante todo esto, el principal objetivo de este estudio era determinar si o no un entrenamiento de cuatro semanas de electroestimulación añadido al entrenamiento convencional de jugadores de baloncesto, podría afectar a la fuerza del cuádriceps y la mejora del salto vertical en un grupo de 20 jugadores de baloncesto. Una propuesta secundaria sería

determinar si los efectos del entrenamiento podrían mantenerse o incrementarse por más de cuatro semanas de entrenamiento exclusivo de baloncesto.

2.- MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1.- SUJETOS.

20 jugadores de baloncesto que competían en la 2ª División Nacional de la Federación Francesa de Baloncesto tomaron parte en este estudio (edad 24.7 ± 3.9 ; altura 193.9 ± 6.9 cm; peso 87.7 ± 8.9 kg). Ellos fueron asignados al azar en el grupo de electroestimulación (ES, n= 10) y el grupo control (C, n=10). Todos los jugadores habían entrenado y competido regularmente en baloncesto durante un periodo comprendido entre 6 y 10 años. Ninguno de ellos había previamente mantenido un entrenamiento de fuerza sistemático o experiencia con electroestimulación. Todos los jugadores del estudio nunca habían sufrido lesión de gravedad, y estuvieron de acuerdo en participar en el estudio de forma voluntaria.

2.2.- ENTRENAMIENTO DE ELECTROESTIMULACIÓN.

Una semana antes del inicio de los periodos de estimulación el grupo ES participó en dos sesiones prácticas para conocer por si mismos las sensaciones de la estimulación. La tabla 1 muestra el programa de entrenamiento de cuatro semanas.

El programa consistía en doce sesiones de 16 minutos, con tres sesiones por semana. Durante la estimulación los sujetos eran sentados en una máquina usada para el entrenamiento de fuerza de los cuádriceps con la rodilla fijada en un ángulo de 60° (0° corresponde a la extensión total de la pierna) . El vasto lateral y el vasto medio, ambos músculos pueden ser estimulados simultáneamente.

Tres tiras de 2mm y electrodos adhesivos fueron colocados sobre cada muslo. Los electrodos positivos (medían 5cm x 5cm) fueron colocados tan cerca como fue posible del punto motor de los músculos vasto lateral y vasto medio, y cerca de la inserción proximal de cada músculo. El electrodo negativo (medía 10cm x 5cm) fue colocado cerca del triangulo femoral, a 1-3 cm por debajo del ligamento inguinal. Descargas de 100 Hz con una duración de 400 ms fueron utilizadas. Cada 3 segundos de contracción era seguido de 17 segundos de pausa.

Durante las sesiones de entrenamiento cada músculo realizaba 48 contracciones. La intensidad era monitorizada en línea y determinada para los jugadores al inicio de la sesión de electroestimulación para producir una fuerza de un 80 % del resultado de su pre-test de contracción máxima voluntaria (MVC). Este nivel tenía que ser alcanzado al inicio de la estimulación y mantenido durante 3 segundos. En cada caso, el nivel de fuerza era medido con un dinamómetro miostático y verificado por el examinador.

La máxima intensidad tolerada variaba entre 60 y 100 mA dependiendo de la diferencia entre jugadores y su umbral de dolor. Ningún jugador declaró serias molestias durante la prueba. El grupo ES precedía cada medición de MVC y cada sesión de electroestimulación con 10 contracciones submáximas voluntarias (de 30 % al 80% de la máxima).

2.3.- ENTRENAMIENTO DE BALONCESTO.

Durante el experimento, los jugadores tomaron parte en sesiones de baloncesto, que fueron supervisadas por el mismo entrenador (5 sesiones por semana de 90 ± 5 minutos por sesión, tabla 1). La típica sesión en calentamiento, parte principal y periodo de recuperación.

El calentamiento duraba alrededor de 25 minutos e incluía carreras a diferentes velocidades, ejercicios con balón de técnica individual, lanzamientos a canasta en suspensión y 10 minutos de estiramientos estáticos.

La parte principal de la sesión implicaba una variedad de ejercicios con diferente objetivo: fundamentos ofensivos, fundamentos defensivos, ataques contra diferentes defensas, defensa colectiva, situaciones especiales.

El ratio trabajo/descanso era cercano a 1. El periodo de recuperación era cercano a 20 minutos e incluía carrera a baja intensidad, y estiramientos estáticos durante 10 minutos.

2.4.- TEST DE FUERZA.

Una semana antes de realizar el test los sujetos de ambos grupos fueron familiarizados con el dinamómetro isocinético durante una sesión completa del procedimiento experimental. El día que los jugadores realizaron el test calentaron realizando 5 contracciones submáximas en cada velocidad angular experimental. La medida de la fuerza consistía en la realización de 3 extensiones máximas de la pierna derecha desde 90° de flexión a la extensión total 0° , realizadas a 8 angulaciones, concéntrica: 60 , 120 , 180 , 240 , 300 y 360 , y excéntrica: 60 y 120 , y 5 contracciones isométricas a 45 , 55 , 65 , 75 y 85 . Un descanso de 4 minutos fue permitido entre pruebas para eliminar el efecto de la fatiga. Para el trabajo isométrico el esfuerzo duraba 3 segundos con 2 minutos de recuperación entre sucesivos esfuerzos. Las pruebas isocinéticas e isométricas fueron realizadas al azar y sólo las mejores ejecuciones fueron incluidas en los análisis. Para minimizar el movimiento de la cadera y el muslo durante las contracciones unas tiras fueron colocadas alrededor del pecho, pelvis, medio muslo y extremo inferior de la pierna. Los brazos fueron colocados cruzados sobre el pecho con cada mano agarrando el hombro opuesto. Para todos los jugadores, los test fueron realizados antes y después de cada entrenamiento y en el mismo momento del día y en cada ocasión.

2.5.- TEST DE SALTO VERTICAL.

Cada jugador realizó saltos verticales en una plataforma de Bosco; un medidor digital conectado al sistema medía el tiempo de vuelo de los saltos. El ángulo de las rodillas unidas era medido desde un electrogoniometro fijado en la pierna derecha de los sujetos. La calibración del goniometro fue realizada al comienzo de cada test.

El squat jump (SJ) fue medido desde una posición de inicio estática de semiflexión (rodillas en un ángulo de 90°) y sin movimiento previo. El contramovimiento (CMJ) se realizó empezando desde una posición de pie, flexionando las rodillas a un ángulo de 90° y extendiendo las rodillas en un movimiento continuo. Durante la ejecución de ambos movimientos los brazos se colocaron en la posición de *akimbo* para minimizar su contribución. La posición de la parte superior del tronco también fue estandarizada para

evitar la flexión o extensión del tronco durante la ejecución. Los jugadores debían intentar saltar lo más posible realizando tres intentos anotándose el mejor de los mismos.

2.6.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Técnicas de análisis estadístico fueron utilizadas para calcular la media, desviación típica, error típico de la media, coeficiente de correlación lineal. Los grupos ES y C y el tiempo (inicio, 4 semanas y 8 semanas) fueron variables independientes.

3.- RESULTADOS.

Antes del entrenamiento no había diferencias significativas entre el grupo ES y el grupo control en características físicas, fuerza de los extensores de rodilla y salto vertical.

3.1.- EFECTO EN LA FUERZA.

En el grupo ES (gráfica 1) la fuerza isocinética se incrementó significativamente ($p < 0.05$) a las cuatro semanas bajo condiciones excéntricas y bajo condiciones concéntricas a alta velocidad, también de forma significativa ($p < 0.01$). El entrenamiento de electroestimulación no causó un incremento significativo de la fuerza isocinética a baja velocidad.

En el grupo control (gráfica 2) no hubo cambios significativos en la fuerza isocinética e isométrica después de 4 semanas de entrenamiento. A las 8 semanas los valores en ambos grupos eran similares a los observados a las cuatro semanas. Para la totalidad del grupo no se encontraron coeficientes correlaciones significativas entre las medidas de fuerza y el salto vertical antes y después del entrenamiento.

3.2.- EFECTO SOBRE EL SALTO VERTICAL.

En el grupo ES el squat jump (SJ) se incremento de forma significativa ($p < 0.01$) un 14 % después de cuatro semanas de entrenamiento con el programa de electroestimulación, y no se produjeron cambios en el contramovimiento (CMJ). En el grupo control ningún cambio se observó tras las 4 semanas. (Tabla 2)

El squat jump a las 8 semanas no mostró diferencias significativas en ambos grupos respecto a las 4 semanas.

El contramovimiento se incrementó de forma significativa ($p < 0.01$) a las 8 semanas en un 17%, mientras en el grupo control no se observaron diferencias significativas. (Tabla 2)

4.- DISCUSIÓN.

Los principales resultados de este estudio indican que 4 semanas de un programa de electroestimulación, añadido a un programa de entrenamiento de baloncesto: 1) incremento de la fuerza de los extensores de rodilla de forma concéntrica, excéntrica e isométrica; 2) la fuerza isocinética se incrementa de forma concéntrica y excéntrica para ejercicios realizados a alta velocidad, no en condiciones de baja velocidad; 3) la fuerza isométrica se incrementa sólo en dos angulaciones; 4) la ejecución del squat jump mejoró en un 14 %.

Los datos también indican que las 4 semanas siguientes sólo con entrenamiento específico de baloncesto: 1) mantiene la ganancia de fuerza isocinética e isométrica, así como la

ejecución del SJ, producido por el entrenamiento de electroestimulación; 2) incremento en la ejecución del CMJ de un 17 %.

4.1.- EFECTO DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE ELECTROESTIMULACIÓN.

Este programa de entrenamiento permitió mejorar el trabajo concéntrico, excéntrico e isométrico, así como la ejecución del SJ. Ello sugiere que el entrenamiento de electroestimulación puede ser útil para el desarrollo de la fuerza y la mejora del salto vertical sin ciclo de estiramiento acortamiento en un grupo de jugadores de baloncesto. Estos hallazgos coinciden con estudios previos confirmando que breves periodos de entrenamiento de electroestimulación tienen efectos beneficiosos en la fuerza muscular.

En baloncesto un incremento significativo en la fuerza máxima puede ser también importante para el desarrollo de la fuerza explosiva. Esto fue confirmado por la correlación positiva obtenida entre la mejora en la altura del SJ y el incremento de la fuerza isométrica del cuádriceps para el grupo ES. La ejecución del Squat Jump mejoró un 14 %, demostrando que el entrenamiento de electroestimulación puede ser usado para incrementar las cualidades contráctiles del músculo bajo condiciones dinámicas e isométricas.

4.2.- EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE BALONCESTO ESTANDARIZADO.

El periodo de 4 semanas de entrenamiento sistematizado de baloncesto mantuvo la ganancia de fuerza isocinética e isométrica y la ejecución del SJ, conseguida con el programa de entrenamiento de electroestimulación. El mismo programa de entrenamiento fue también seguido por el grupo control durante las 8 semanas con ninguna ganancia en la fuerza ni en el salto vertical, ya que no se trata de un entrenamiento específico para el desarrollo de la fuerza muscular ni el salto vertical (Amiridis, 97).

Un programa de entrenamiento específico, como por ejemplo, entrenamiento con pesas o la electroestimulación, deben ser recomendados a los jugadores de baloncesto, para el desarrollo de su fuerza.

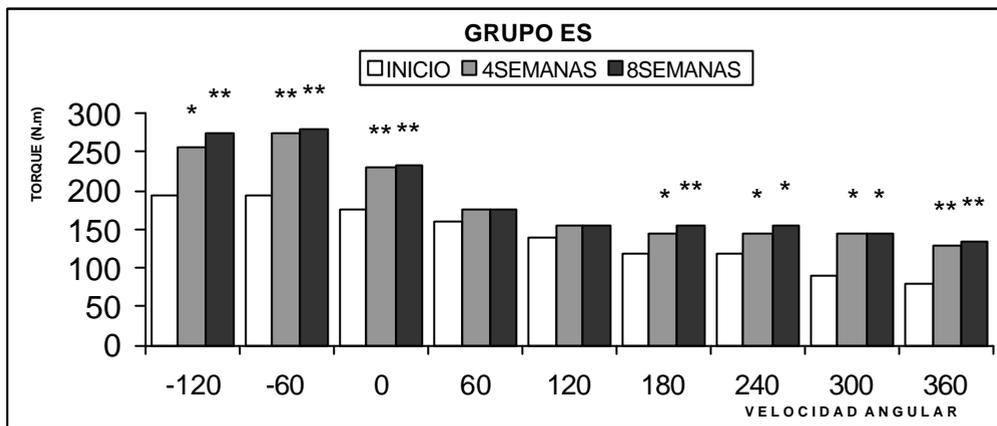
Otros estudios (Hakkinen 91) realizados obtuvieron resultados inferiores en cuanto a la altura de los saltos tal vez debido a la utilización de test diferentes para el control de los mismos.

Como recomendación práctica para los jugadores de baloncesto sugerimos que el entrenamiento de electroestimulación debiera ser utilizado a lo largo de la temporada con dos fines: primero, incremento de la fuerza y el salto vertical sin interferencias en el entrenamiento específico de baloncesto. Segundo, las habilidades de los jugadores pueden ser mantenidas a un nivel alto hasta el final de la temporada por medio de entrenamiento específico de baloncesto exclusivamente.

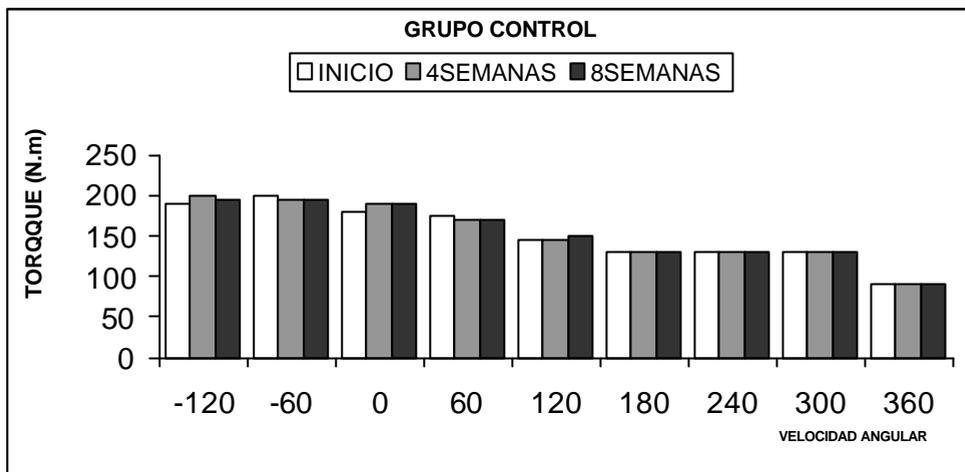
5.- TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1: Distribución del trabajo semanal de electroestimulación y baloncesto del equipo en sesiones de mañana y tarde, incluyendo el partido de competición.

	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
11,30- 12 a.m.	EMS	EMS		EMS			
7,30- 9 p.m.	SESION BASKET	PARTIDO	DESCANSO				



Gráfica 1: Efecto del entrenamiento de electroestimulación sobre la ganancia de fuerza isocinética al inicio, cuarto y ocho semanas, en las diferentes angulaciones trabajadas.



Gráfica 2: Efecto del entrenamiento en el grupo control sobre la ganancia de fuerza isocinética al inicio, cuarto y ocho semanas, en las diferentes angulaciones trabajadas.

		GRUPO ES	GRUPO CONTROL
SJ (cm)	INICIO	44.8 ± 1.0	44.1 ± 1.8
	4 SEMANAS	51.0 ± 1.3* *	46.1 ± 1.8
	8 SEMANAS	53.0 ± 2.0* *	44.9 ± 1.8
CMJ (cm)	INICIO	53.0 ± 1.3	51.0 ± 1.3
	4 SEMANAS	52.8 ± 1.1	52.5 ± 1.6
	8 SEMANAS	62.2 ± 1.2* *	51.9 ± 1.1

Tabla 2: efecto sobre el salto vertical (SJ y CMJ) en el grupo sometido a electroestimulación y en el grupo de control al inicio, cuatro y ocho semanas de entrenamiento.

6.- BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- AMIRIDIS IG, COMETI G, MORLON B. Concentric and/or eccentric training-induced alterations in shoulder flexor and extensor strength. *J.O.Sports Phys Ther* 1997; 25:26-33
- 2.- ENOKA RM, Muscle strength and its development: new perspective. *Sports Med* 1988; 6: 146-148
- 3.- HAKKINEN K. Force production characteristic of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male in female basketball players. *J.Sports Med Phys Fitness* 1991; 31: 325-331
- 4.- MAFFIULETTI N.A., COMETTI G., AMIRIDIS I.G., The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability, *Int. J. Sports Med* 2000; 21:437-443
- 5.- PICHÓN F., CHATARD J.C., COMETTI G. Electrical stimulation and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27:1671-1676
- 6.- THERIAULT R., BOULAY M.R., SIMONEAU J.A., Electrical stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscles. *Eur.J.Appl.Physiol* 1996;74:311-317