

Influencia de un programa de electroestimulación sobre el rendimiento en el salto vertical en jugadores de baloncesto

R. ZUECO ALMENARA, A. GARCÍA FOJEDA.

Laboratorio de Biomecánica del Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña, centro de Lleida.

Resumen

Este trabajo muestra los resultados obtenidos de las variables rendimiento, pico máximo de fuerza normalizado con el peso corporal, y altura de vuelo del CdG de dos grupos de jugadores de baloncesto de categoría cadete y junior, que han sido sometidos a un entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior con ejercicios de alta transferencia al salto, y además uno de estos grupos ha estado sometido a un entrenamiento adicional con electo estimulación (EMM). La duración total del programa de entrenamiento fue de 12 semanas. Para evaluar la fuerza y la altura del salto se utilizó una plataforma de fuerzas extensométrica Dinascan. Después de finalizar la fase experimental, los resultados nos indican que no han existido mejoras estadísticamente significativas, en ninguna de las variables estudiadas, en ningún de los dos grupos estudiados. Se sugiere para futuros trabajos el control de la motivación en los tests, y el estudio de fase de la temporada más apropiada para realizar este tipo de trabajo.

Palabras clave: Electroestimulación, baloncesto, fuerza explosiva, impulso vertical.

Introducción

Este trabajo muestra los resultados obtenidos de las variables rendimiento, pico máximo de fuerza normalizado con el peso corporal, y altura de vuelo del CdG de dos grupos de jugadores de baloncesto, que han sido sometidos a un entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior con cargas tradicionales y ejercicios pliométricos de alta transferencia al salto, y además uno de estos grupos ha estado sometido a un entrenamiento adicional con electo estimulación (EMM). La duración del programa de entrenamiento fue de 12 semanas.

En la actualidad, el entrenamiento de electro estimulación (EEM) es una herramienta que muchos entrenadores y preparadores físicos utilizan con el objetivo de conseguir mejoras del rendimiento en sus deportistas. Esta tecnología proviene del campo de la medicina y la rehabilitación, en el que

ya se ha comprobado su utilidad para el aumento del tono y masa muscular en pacientes lesionados (Matthew, Morrissey et al., 1985), (Valls et al. 2003).

El Baloncesto es un deporte colectivo de situación en donde la capacidad de salto del jugador se convierte determinante en el logro del éxito deportivo. Es fácil entender que a mayor impulso de piernas de un jugador sobre otro, más facilidad para recoger rebotes o para entrar a canasta encestando y evitando la oposición del rival. Por este motivo, la mejora de fuerza explosiva del tren inferior, se ha convertido en uno de los objetivos de los técnicos en este deporte. El uso de EEM en el campo deportivo no es algo nuevo, ya que en los años 70 el ex soviético Kotz consiguió incrementar la fuerza de deportistas en bíceps y tríceps sural en un 38 % y 50 % respectivamente con tan solo 19 sesiones de 10 minutos. (Iogna, 2000). Además, son varias las investigaciones que demuestran mejoras de la hipertrofia y fuerza con deportistas (Selkowitz, 1985), (Karba et al. 1990), (Pichon, et al. 1995), (Brocherie, et al. 2005). Incluso hay

Correspondencia:

E-mails autores por orden según el artículo:
rzueco@poliedrics.com, agfojeda@inefc.es.

trabajos científicos que ponen de manifiesto que el EEM, puede mejorar no solo la fuerza sino el impulso vertical de las piernas después de 8 semanas de entrenamiento (Taillefer, 1996) o mejoras de 13 centímetros en el salto, con el mismo periodo de entrenamiento, en jugadores de Voleibol. (Portmann 1991).

Concretamente en el deporte del baloncesto encontramos una investigación con 20 jugadores que siguen un entrenamiento con cargas idéntico de 5 sesiones a la semana. La mitad se les aplicó, además, EEM en los cuádriceps. Los jugadores que han seguido el protocolo de EEM progresaron en fuerza y en el salto vertical (14%) mientras que los otros jugadores no aumentaron ni la fuerza ni el salto. (Maffiuletti, et al. 2000). Por otra banda, es

abundante la controversia sobre la EEM y el escepticismo de muchos sobre el tema. Quizás se deba a la heterogeneidad en las investigaciones sobre aspectos clave como los parámetros de la corriente eléctrica y el uso de forma poco sistematizada por parte de entrenadores y preparadores físicos. Hay investigaciones que arrojan que el EEM no tiene mejoras sobre la mejora de la fuerza y el impulso vertical (Venable y Collins, 1991); (Rich, 1992). Un trabajo realizado por el laboratorio de Biomecánica de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León, explica que las mejoras sobre algunas manifestaciones de la fuerza no nos significativas respecto al trabajo voluntario con cargas cuando hablamos de Fuerza explosiva

Cat	Gr	Suj	Alt. Prom. 1	Alt. Prom 2	PMF 1	PMF 2
c	e	1	0,43	0,44	2,49	2,45
c	e	2	0,46	0,49	2,41	2,42
c	e	3	0,37	0,38	2,64	2,61
c	e	4	0,48	0,46	2,54	2,42
c	e	5	0,43	0,41	2,73	2,86
j	e	6	0,48	0,46	2,72	2,84
j	e	7	0,39	0,42	2,73	3,54
j	e	8	0,36	0,32	2,13	2,15

Cat	Gr	Suj	Alt. Prom. 1	Alt. Prom 2	PMF 1	PMF 2
j	e	9	0,43	0,41	2,61	2,96
j	e	10	0,40	0,41	2,58	2,50
c	c	11	0,40	0,41	2,32	2,63
c	c	12	0,47	0,43	2,39	2,75
c	c	13	0,38	0,40	2,27	2,23
c	c	14	0,42	0,40	2,32	2,30
j	c	15	0,43	0,41	2,60	2,71
j	c	16	0,35	0,35	2,08	2,24

Tabla 1.

(Herrero y García- López, 2003). Otros estudios realizados sobre deportistas de taekwondo tampoco revelan mejoras de la fuerza explosiva mediante la electroestimulación (Sánchez y Pablos, 2002). Como podemos observar, estamos ante un escenario científico de incertidumbre en el que el conjunto de conclusiones no tienen la fuerza como para probar el beneficio EEM sobre jugadores de baloncesto en la mejora de la fuerza explosiva.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos de las variables rendimiento también con un grupo de jugadores de baloncesto. Por este motivo los objetivos de este trabajo son:

- Comprobar la influencia de un programa de electro estimulación sobre el rendimiento en el impulso de salto vertical en los jugadores de Baloncesto de un grupo experimental.

- Conseguir información útil para los técnicos y aplicable al día a día del entrenamiento de la fuerza explosiva en jugadores de Baloncesto.

Métodos

Muestra: La muestra inicial estuvo compuesta por 20 jugadores de baloncesto de las categorías Cadetes y Junior. La edad media de la muestra fue de 16.7 años, la talla media fue de 1.87 m y el peso medio fue de 80.9 kgr. Los sujetos eran personas entrenadas con una media de 5,4 años de experiencia y que en la actualidad realizan 4 sesiones a la semana de entrenamiento; por este motivo entendemos que el gesto de saltar es un movimiento natural y automatizado por todos los jugadores, y que el factor aprendizaje, que no debe influir en los

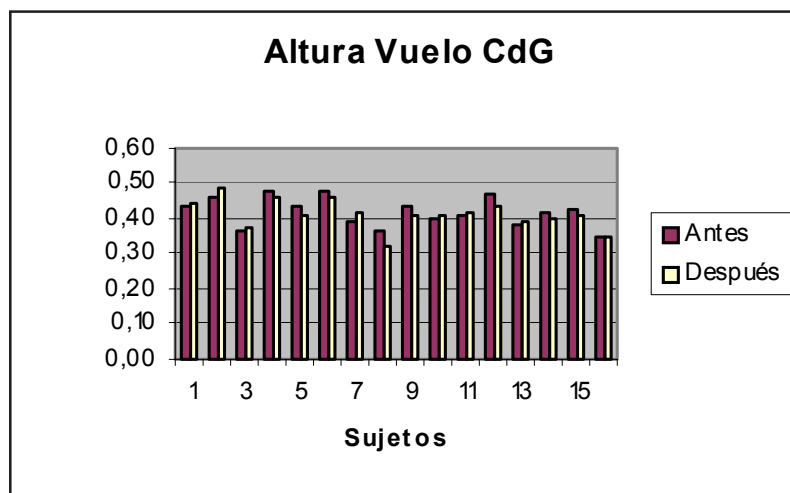


Figura 1. Resultados de la altura de vuelo del CdG antes y después de la realización del programa de entrenamiento

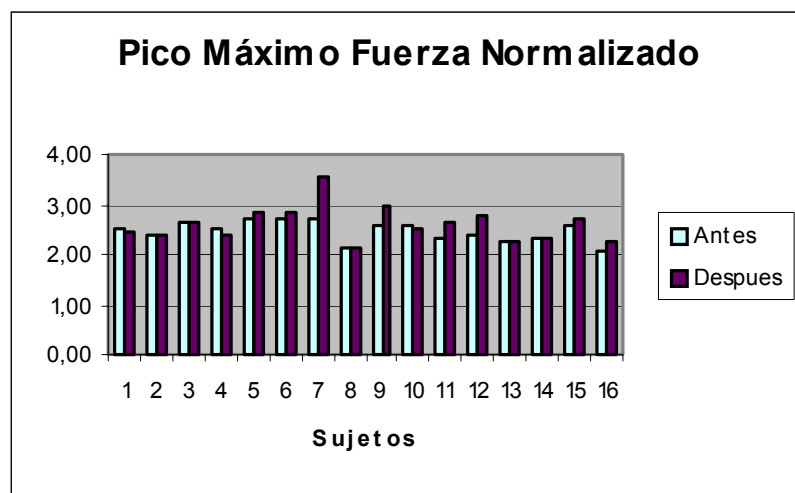


Figura 2. Resultados del pico máximo de fuerza normalizado, antes y después de la realización del programa de entrenamiento

del salto. De la muestra inicial $n = 20$, finalizaron todo el proceso 16 sujetos.

La muestra fue dividida en dos grupos, uno experimental y otro control. El grupo experimental (GE) fue de 10 sujetos y el grupo control (GC) de 10 sujetos. Los dos grupos realizaron un programa voluntario con cargas de mejora de la fuerza explosiva y saltos pliométricos de alta transferencia y el GE además un programa de EEM. La formación de los dos grupos se realizó de forma aleatoria con la única premisa de que cada grupo tendría que estar formado por 50 % de sujetos de cada categoría con el fin de minimizar la contaminación que pudiera ocasionar la variable edad. Todos ellos fueron informados previamente de los objetivos y duración del estudio, dando su consentimiento por escrito para participar de forma voluntaria en el mismo.

Materiales: (a) Plataformas de fuerza extensiométricas (Dinascan 600M®) con una precisión de 0,1 N y una frecuencia máxima de muestreo de 1000 Hz, conectadas a una unidad electrónica externa que introduce los datos a un ordenador donde son tratados con el software Dinascan- v 8.0. (b) Cinco estimuladores Compex Sport-2®, con cuatro canales, una intensidad máxima de 120 mA, una precisión de 1 mA y electrodos adhesivos de 10x5 y 5x5 cm. (c) Un tallímetro.

Procedimientos: La semana anterior al inicio del programa, todos los sujetos fueron sometidos al test de salto abalakov en el que se registraron con la plataforma dinamométrica 3 saltos con contramovimiento e impulso de brazos. Antes de efectuar cada uno de los saltos a cada sujeto se le dio la consigna de intentar alcanzar la máxima altura posible, explicándoles que cada salto era un test

máximo, y que en cada salto deberían intentar mejorar la marca del salto anterior, todo ello para estimular la motivación, y favorecer le máximo rendimiento motor (García-Fogeda 2001). Antes del inicio del test todos los sujetos realizaron un calentamiento previo de 15' y antes de cada salto cada sujeto realizó ejercicios de activación. Entre salto y salto se dejaron una recuperación de 5' para garantizar la total recuperación entre ellos. Antes de la realización de cada salto, los sujetos fueron pesados.

Una vez concluido el programa de entrenamiento, de nuevo todos los sujetos fueron testados de nuevo, siguiendo el mismo procedimiento que en el test inicial.

El entrenamiento voluntario con cargas consistió en un programa de Fuerza explosiva de 8 semanas de duración con tres ejercicios, que se suponen de alta transferencia al gesto estudiado. Estos ejercicios fueron, ½ sentadilla con el 25% de sobrecarga del peso corporal, mas salto, ½ sentadilla con el 25% de sobrecarga del peso corporal, mas salto con rebote y ½ sentadilla continuada con el 25% de sobrecarga del peso corporal, más rebote. De cada ejercicio se realizaron 4 series de 4 repeticiones (Velez, 1992).

El programa de EEM duró 8 semanas, con 2 sesiones a la semana separadas con un mínimo de 48 horas. Cada sesión tenía una duración de 10 minutos dentro del nivel V del programa de Fuerza explosiva además del tiempo de calentamiento y recuperación; éste consistía en 16 contracciones con una onda cuadrangular bifásica y simétrica con un ancho de banda de 400 microsegundos y una frecuencia de 120 Hz. La intensidad fue la máxima tolerada por los sujetos alcanzando una media entre 60 y 80 mA.. La relación tiempo de contracción /

Tabla 2. Estadística descriptiva del GE y GC antes y después del entrenamiento								
	Alt cg GE		PMF GE		Alt cg GC		PMF GC	
	antes	después	antes	después	antes	después	antes	después
MEDIA	0,4239	0,419	2,5596	2,6749	0,4075	0,3998	2,3307	2,4769
MEDIANA	0,432	0,417	2,5975	2,554	0,4115	0,4043	2,3203	2,4687
DESVIACION ESTANDAR	0,0428	0,048	0,1844	0,3927	0,0401	0,0278	0,1698	0,2432

Tabla 2. Resultados de las estadística descriptiva de la altura de vuelo y del pico máximo de fuerza normalizado del grupo experimental y grupo control, antes y después del programa de entrenamiento

tiempo de recuperación fue de 3" / 34", siendo la intensidad durante la recuperación de 1 Hz. El periodo de realización del programa fue durante los meses de marzo y abril. Previamente al programa de entrenamiento con EMM, se realizaron 4 semanas (mes de febrero) de adaptación, ya que nunca antes los jugadores habían sido sometidos a dichos programas. Se realizaron 2 semanas dentro del programa de Fuerza Resistencia (70 Hz.) con una duración de 5' y 2 semanas dentro del programa de Hipertrofia (100 Hz.) con una duración de 7'. El EEM se realizó después del entrenamiento de cargas en la misma sesión.

Basándonos en el protocolo de (Valls, et al. 2003), se utilizaron electrodos adhesivos de dos tamaños: dos de 10x5 cm que se situaban 10 cm por debajo de cada espina iliaca anterosuperior (Koutedakis et al., 1995); y cuatro de 5x5 que se situaban sobre la parte más prominente del vasto interno y del vasto externo cuando éstos se encontraban en tensión (Martin et al., 1994), coincidiendo aproximadamente esta última colocación con los puntos motores de ambos músculos (Plaja, 1999). El EEM se realizaba de modo isométrico manteniendo la rodilla en un ángulo de 90° en cada sesión. Se utilizó este ángulo debido a que fue el más efectivo en la bibliografía consultada (Herrero y García 2002). Se realizó un análisis intergrupo para comparar al GE con el GC y análisis intrasujeto para observar las mejoras de cada jugador.

Las variables dependientes a observar fueron: pico máximo de fuerza normalizado con el peso corporal, y la altura de vuelo alcanzada por el CdG durante el salto. La altura alcanzada por el CdG durante el salto fue obtenida a partir del cálculo de los impulsos mecánicos aplicados en la batida, y de la masa corporal. Con los datos obtenidos (pico máximo de fuerza normalizado con el peso, y la altura de vuelo del CdG), en el conjunto de los tres saltos previos al entrenamiento y con los tres saltos post entrenamiento, se calculó la media y con estas medias, se realizó una estadística descriptiva, y una

prueba t para medias con dos muestras emparejadas, con la hoja de cálculo Excel.

Resultados

Los resultados se muestran en la tabla 1, distribuida por columnas correspondientes a la categoría del jugador (c –cadete, j –junior) Grupo (e – experimental, c- control), Sujeto (número asignado a cada jugador), Alt. Prom.1 (Altura promedio de vuelo del CdG en los tres saltos antes del inicio del programa de entrenamiento), Alt. Prom.2 (Altura promedio de vuelo del CdG en los tres saltos después de efectuar el programa de entrenamiento), PMF1 (promedio del Pico máximo de fuerza normalizado con el peso corporal en los tres saltos antes del inicio del programa de entrenamiento), PMF2 (promedio del Pico máximo de fuerza normalizado con el peso corporal en los tres saltos después de efectuar el programa de entrenamiento).

Según los datos mostrados, podemos afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las variables analizadas, (pico máximo de fuerza normalizada, y altura de vuelo del CdG, antes y después del programa de entrenamiento tanto en el grupo experimental como en el grupo control.

Discusión

En el momento de analizar los resultados obtenidos, y compararlos con otros trabajos de características similares, observamos como muestran una gran similitud con los resultados obtenidos por otros autores como Venable y Collins, 1991, por Rich, 1992, por Herrero y García-López, 2002, Sánchez y Pablos, 2002 y por Herrero et al. 2003, los cuales tampoco encontraron mejoras significativas atribuibles a la EMM. Por lo tanto los resultados obtenidos en nuestro trabajo son discrepantes con los obtenidos por Iogna, 2000, Selkowitz, 1985, Karba et al. 1990, Pinchon, 1995,

Tabla 3. Estadística inferencial del GE y GC				
	Alt cg GE	PMF GE	Alt cg GC	PMF GC
P(T<=t) una cola	0,12346	0,11179	0,18281	0,04226

Tabla 3. Resultados de la estadística inferencial de la prueba t para medias con dos muestras emparejadas del GE y GC en las variables altura de vuelo y del pico máximo de fuerza normalizado del grupo control

Brocherie, et al. 2005, Taillefer, 1996 y por Portmann, 1985.

Dentro del grupo experimental el 50% de los sujetos mejoraron el resultado en la altura de vuelo del CdG, mientras que el otro 50% empeoró. En el grupo control la mejora solo se produce en el 33%, el 16% se mantuvo y el 50% empeoró los resultados. El comportamiento del variable pico máximo de fuerza normalizado en el grupo experimental es igual a la variable altura de vuelo del CdG. El 50% de los sujetos mejoraron, y el otro 50%, empeoró. En el grupo control el 66% mejoró el resultado, y el otro 33%, empeoró. La hipótesis inicial de este trabajo, era que al efectuar un trabajo específico de fuerza explosiva con ejercicios de alta transferencia al salto, todos los jugadores mejorarían los resultados. Al aplicar un entrenamiento adicional al grupo experimental, se podría esperar una mejora más significativa con los jugadores del grupo control. Al no cumplirse la hipótesis inicial, intentamos buscar una causa explicativa de los resultados obtenidos. Una explicación podría ser que el trabajo físico realizado, no ha sido el adecuado por volumen i/o intensidad para la fase de la temporada en la que se ha realizado este trabajo. Al indagar buscando otras posibles justificaciones de estos resultados, podríamos encontrar una, en la falta de control de una variable contaminadora como es la motivación (García-Fogeda, 2001), ya que a pesar de seguir unas pautas que intentaban controlarla dando unas orientaciones, y exigiendo que cada uno de los saltos fueran máximos, durante la segunda toma de datos, los evaluadores tuvimos la sensación de que a los deportistas, les había generado menos expectación esta segunda serie de mediciones respecto a la primera, por otra parte algunos sujetos de forma espontánea, manifestaron que creían que saltarían mas en la segunda toma que en la primera. Otra incógnita añadida a la intensidad del trabajo, que también nos hemos planteado es si la duración del entrenamiento ha sido suficiente como para producir las adaptaciones neuromusculares que pudieran producir la mejora en el resultado del salto.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos, en este trabajo, podemos concluir, con rotundidad que en la situación experimental planteada por nosotros, no han existido ningún tipo de mejoras estadísticamente significativas, ni en los picos máximos de fuerza, ni en las alturas de vuelo del CdG, tanto en el grupo control como en el grupo experimental. En futuros trabajos con características similares debería

controlarse exhaustivamente la periodización de las cargas de entrenamiento y consecuentemente el periodo de la temporada en la que este tipo de trabajo, puede producir mayores beneficios para el deportista. También creemos fundamental el control de la variable motivación, dado que esta condiciona el resultado de cualquier medición en movimientos, ya que los equipos son capaces de registrar las manifestaciones, pero no capacidades, y pudiera darse el caso que algún o algunos sujetos hubieran mejorado su capacidad, pero por una falta de motivación, no hubiera manifestado esta mejora.

Bibliografía

1. **Brocherie, F; Babault, N; Cometti, G y Maffiuletti, N.** (2005). Electrostimulation Training effects on the Physical performance on Ice hockey players. *Medicine Science exercise*. Vol 37, nº 3 pp455-460
2. **García-Fojeda A.** (2001) Variación de las características mecánicas del salto vertical en función de referencias externas. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
3. **Herrero, J.A. y García-López, J.** (2002). Análisis y valoración de los efectos del entrenamiento con estimulación eléctrica neuromuscular. *RendimientoDeportivo.com*, Nº3.
4. **Herrero, J.A ; García, D. ; García, J.** (2003). Influencia de la estimulación eléctrica neuromuscular sobre diferentes manifestaciones de la fuerza en estudiantes de Educación Física. www.efdeportes.com Revista Digital de Buenos aires. Marzo
5. **Iogna, M.** (2000) *l' elettrostimolazione nell'allenamento dello sportivo*, ed. elika
6. **Karba R.; Stefansovska A.; Dordevic, S.** (1990) Human skeletal muscle: phasic type of electrical stimulation increases its contractile speed. *Ann. Biomed. Eng.* 18(5): 479-490
7. **Koutedakis Y.; Frischknecht R.; Vrbová G.; Craig Sharp N.C.; Bugdett R.** (1995) Maximal voluntary quadriceps strength patterns in olimpic overtrained athletes. *Med. Sci. Sport Exerc.* 27(4): 566-572
8. **Maffiuletti, N.A.; Cometti G.; Amiridis I.G.; Martin A.; Pousson, M.; Chatard J.C.** (2000) The effects of electroestimtion training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int. J. Sports Med.* 21(6): 437-443
9. **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
10. **Morrissey, M.C.; Brewster, C.E. ; Shields, C.L.; Brown, M.** (1985). The effects of electrical stimulation on the quadriceps during postoperative knee immobilizacion. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol 13, nº 1

11. **Pichon F. ; Chatad J.C.; Martin A.; Cometti G.** (1995) Electrical stimulation and swimming performances *Med. Sci. Sports Exerc.* 27:1671-1676
12. **Plaja, J.** (1999). Guía práctica de electroterapia. Capítulo 9: Electrodiagnóstico. Ed. CARIN-Electromedicarín, S.A. Barcelona
13. **Portmann, M. et Montpetit, R.** (1991) Effets de l'entraînement par électrostimulation isométrique et dynamique sur la force de contraction musculaire. *Science & Sport* 6 193-203
14. **Rich, N.C.** (1992) Strength training via high frequency electrical stimulation. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 32(1): 19-25
15. **Sánchez, J.V.; Pablos, C.** (2002). Los métodos de electroestimulación y de contraste como sistemas complementarios del entrenamiento de la fuerza en el taekwondo. *ReD*, 16 (2): 27-38.
16. **Selkowitz, D.M.** (1985). Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Physical Therapy* V65 n° 2
17. **Taillefer, F.** (1996) Evolution de l'impulsion vertical au cours de différents types d'entraînements par électrostimulation - université de Montreal, Monreal
18. **Turostowski, J.** (1999) Influence of EMM on humans quadriceps femoris muscle strength and muscle mass - dossier scientifique sport,
19. **Valls R.M, Cebriá I.M^a, Navarro P.M^a, Sanchez F, J.** (2003). Valoración de la fuerza resistencia del músculo cuadriceps femoris tras aplicar un programa de electroestimulación. Valencia: ed. APL sl
20. **Vélez, M.** (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. *Apunts* 29(112): 139-156
21. **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