

EFECTO DEL TRABAJO DE ESTIMULACIÓN MUSCULAR CON CARGAS ELEVADAS SOBRE LA CAPACIDAD DE SALTO DE SUJETOS MEDIANAMENTE ENTRENADOS

THE EFFECT OF MUSCULAR STIMULATION USING HEAVY-WEIGHTS ON THE JUMPING CAPACITY OF MODERATELY TRAINED SUBJECTS

RESUMEN

Diferentes estudios han sido utilizados para determinar los efectos de cortos e intensos entrenamientos en las propiedades mecánicas y biológicas de los músculos. Incrementos de la fuerza muscular tras estimulaciones musculares mediante contracciones máximas podrían estar motivados por efecto de la inhibición de mecanismos reflejos. El efecto que tiene este tipo de activación sobre los mecanismos de reflejos musculares, muestra diferentes resultados, dependiendo de la forma en la que el músculo haya sido efectuado. El propósito de nuestro estudio, fue comprobar si la estimulación previa con cargas de alta intensidad resulta eficaz para mejorar el rendimiento cuando son utilizadas con sujetos jóvenes de ambos sexos con un nivel medio de condición física. Para ello, se utilizó una muestra de 32 estudiantes de educación física (22 hombres y 10 mujeres), con una edad de 23.5 +/-2.2 años, que eran estimulados con cargas máximas dinámicas (80% y 90%-1RM) y evaluadas con el test de contramovimiento (CMJ). Los resultados permiten afirmar que, en los sujetos de nuestra muestra, cuando se utilizan bajos volúmenes de cargas intensas de estimulación previa de la fuerza (fuerza máxima neuromuscular), se puede mejorar el rendimiento en acciones explosivo-balísticas como el salto con contramovimiento. Los datos indican que al menos se producen dos mecanismos, una disminución de los rendimientos seguida por una mejora superior a los niveles anteriores a la potenciación. Sin embargo, estimamos que la intensidad de las cargas empleadas para la estimulación, deben ser diferentes según el nivel de rendimiento del deportista. Se pudo comprobar que, en sujetos de poco nivel de entrenamiento, cargas del 80% del 1-RM son más eficaces que la estimulación con cargas del 90%-1RM. No encontramos diferencias importantes en cuanto a los efectos que este tipo de trabajo tiene cuando es empleado por las mujeres, salvo en que los efectos pueden desaparecer antes que en los varones.

Palabras clave: Fuerza; cargas máxima; estimulación previa; rendimiento; Test de Hoffmann.

SUMMARY

Different studies have been carried out to establish the effects of short intense training sessions on the mechanical and biological properties of muscles. An increase in muscular strength following muscular stimulation by means of maximum contraction could occur due to the inhibition of reflex mechanisms. The effects that this kind of stimulation has on muscular reflex mechanisms vary depending on the way the muscle is activated. The purpose of our study was to evaluate whether prior high weight intensity stimulation proves effective in improving efficiency when applied to young subjects of both sexes and average physical condition. 32 P.E. students (22 male and 10 female), aged 23.5 +/- 2.2, were stimulated with dynamic maximal weights (80% and 90% -1 RM) and evaluated according to a countermovement test (CMJ). The results allow us to state that, in our sample group, when prior low weight volume strength stimulation (highest neuro-muscular strength) is used, the subjects were able to improve their performance in ballistic-explosive actions, such as countermovement jumping. The same results also suggest that at least two different processes take place: a slight decrease in performance, followed by a larger increase in muscular power with respect to levels previous to the training. However, we estimate that the weight intensity used should vary according to the performance level of each sportsman. It was seen that 80% -1 RM weights proved more effective than 90% -1RM when used by subjects with lower levels of training. We were unable to identify significant differences regarding the effects of this kind of training when carried out by females, except that its effects disappear faster than in male subjects.

Key words: strength, maximal weights, prior stimulation, performance, H-reflex.

Melián Vega,
Francisca.
García Manso,
Juan Manuel
Quintana
Sánchez,
Margarita
Hernández
Rodríguez,
Roberto
Alamo
González,
Heriberto José
Centro de
Trabajo:
Departamento
de Educación
Física de la
U.L.P.G.C.

CORRESPONDENCIA:

Departamento de Educación Física. Edificio de Educación Física. Campus Universitario de Tafira.
35017 Las Palmas de Gran Canaria. España.

Aceptado:
19.09.2000

INTRODUCCIÓN

Recientemente se viene estudiando el efecto que podría tener la estimulación previa de un músculo mediante cargas elevadas de tipo neuromuscular y su posterior transferencia hacia acciones de tipo explosivo. Con esta forma de trabajo se pretende lograr una elevada estimulación del sistema nervioso central mediante una contracción intensa de los grupos musculares específicos antes de llevar a cabo una acción específica o semi-específica. Este tipo de trabajo previo trata de conducirnos, a corto plazo, a "despertar" el sistema neuromuscular, crear una *huella* en el sistema nervioso según Verjoshanski (20), incrementando la posibilidad de reclutar de forma sincronizada un mayor número de Unidades Motoras. Güllich y Shmidtbleicher (6), demuestran que existe un efecto postetánico positivo tras realizar contracciones máximas, de alta velocidad de sollicitación, que facilita la activación muscular, permite alcanzar niveles más altos de fuerza explosiva máxima contra una misma resistencia.

En animales, se ha podido comprobar que tras efectuar estimulaciones tetánicas, *la efectividad de transmisión del estímulo nervioso a través de las sinapsis entre células nerviosas, puede mantenerse incrementada durante varios minutos después de haberse estimulado*, tal y como han comprobado Hennemann y Mendell (8) y Hutton (11). Este fenómeno tiene relación con el comportamiento de la onda-M y el reflejo-H (reflejo de Hoffmann) propuesto por Hoffmann (10). El reflejo-H es descrito por Eyzaguirre y Fidone, (4) y Morin (14), como aquel que resulta de estimular las vías fusaes aferentes, de gran tamaño y bajo umbral, de los husos musculares (fibras del grupo Ia) sin llegar a activar los mismos.

Según nos indica Somjen, (19), un estímulo pequeño estimulará únicamente las fibras Ia, provocando estímulos que se dirigirán hacia la médula y excitarán las alfa-motoneuronas a través de las conexiones monosinápticas y, posteriormente, por medio de los axones motores alfa llevará la descarga refleja hacia las fibras musculares por él inervadas generando así el llamado reflejo-H. En el caso de que el estímulo generado, para provocar el reflejo-H, sea demasiado intenso, se provocará una estimulación paralela de los axones motores, dando lugar a una modificación

previa del registro eléctrico denominado onda-M. De continuar aumentándose la fuerza de estimulación, la amplitud de la onda-M podría incrementarse porque las membranas de más axones de alfa-motoneuronas podrían ser despolarizadas, mientras que la amplitud del reflejo-H incrementaría algo y posteriormente disminuiría (Latash, 12).

Todo parece indicar, que el hombre puede llegar a modular indirectamente la amplitud de reflejos monosinápticos como el reflejo-H mediante la activación de determinados grupos musculares, ya que en estos casos puede quedar una excitación postsináptica de motoneuronas agonistas y una inhibición de motoneuronas antagonistas. Así mismo, Latash (12) señala que la activación voluntaria de un músculo antagonista produce un efecto contrario en la musculatura agonista disminuyendo la amplitud del reflejo-H.

La amplitud de la respuesta refleja antes descrita, depende de alto número de variables, entre las cuales algunas están muy íntimamente relacionadas con las diferentes metodologías de entrenamiento que se emplean durante el trabajo de fuerza, como son los casos del nivel de atención o estado de alerta que posea el sujeto descritos por Hodes, (9), la influencia de áreas supraespinales indicada por Milner y Cols., (13), el nivel de alargamiento muscular estudiado por Patikas y Cols., (16) o el nivel y especificidad de entrenamiento o actividad física desarrollada y que ha sido estudiado por Rochkongar y Cols., (18); Nielsen y Cols., (15); Casabona y Cols., (3) y Voigt y Cols., (21).

Se ha podido comprobar, en otras investigaciones, que el rendimiento deportivo puede verse influenciado por la estimulación previa de la musculatura mediante la utilización de cargas de orientación neuromuscular. Los trabajos de Baker (1), Güllich y Shmidtbleicher (6), Radcliffe y Radcliffe (17) y Verjoshanski (20) demuestran que entrenamientos que empleen dicho protocolo de trabajo, mediante la utilización de sobrecargas de alta intensidad ó acciones explosivo excéntricas, permiten mejorar el resultado en acciones que dependen de la fuerza y/o la velocidad.

El motivo de nuestro trabajo, fue comprobar si la estimulación previa con cargas de alta intensidad,

también resultan eficaces cuando son utilizadas con sujetos jóvenes de ambos sexos pero que presentan un nivel medio de condición física.

MATERIAL Y MÉTODO

Muestra: La investigación se realizó en 32 estudiantes de educación física (22 hombres y 10 mujeres), con edades comprendidas entre los 20 y los 27 años (23.5 +/-2.2) de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física de la U.L.P.G.C., que aceptaron de forma voluntaria participar en el proyecto, después de haberseles explicado los objetivos del mismo y los procesos de investigación a los que serían sometidos. Los varones fueron organizados aleatoriamente en dos grupos de 13 y 9 sujetos, los cuales eran sometidos a protocolos de estimulación diferentes (cargas del 90 ó 80% del 1-RM), mientras que las 10 mujeres constituían un solo grupo de trabajo (90% del 1-RM). En nuestro caso, al tratarse de una muestra de sujetos poco entrenados, pensamos que las escasas mejoras experimentadas por efecto de la estimulación de fuerza máxima podrían estar motivadas por el empleo de cargas demasiado elevadas para las características físicas de los sujetos de nuestra muestra. Por tal motivo, se planteó la hipótesis de que si se utilizasen cargas de intensidad inferior podrían encontrarse resultados diferentes y más próximos a los reportados por otras investigaciones. Para ello, se modificó el trabajo previo empleando cargas de un 80% del 1RM, y nuevamente se utilizó una muestra similar, en edad, nivel de entrenamiento y actividad diaria, de sujetos (9 estudiantes de educación física de la misma Universidad).

Metodología. En una sesión previa, los sujetos, después de 30' de calentamiento general y específico, fueron evaluados para el test en el ejercicio de media sentadilla. Los sujetos debían realizar el mayor número posible de repeticiones, hasta alcanzar

una flexión de rodillas de 90°, con una carga que fuesen capaces de mover, como máximo, entre 4-7 repeticiones. Para la estimación del 1-RM, se utilizó la ecuación propuesta por Brzycki (1993) (% de carga = 102.78 - N° repeticiones x 2.78).

El segundo día (2-3 días después de realizar el test de media sentadilla) se evaluaba el salto con contramovimiento (CMJ), al mejor de dos intentos, y se iniciaba el proceso de entrenamiento con cargas elevadas. El trabajo de estimulación previa con cargas de alta intensidad, se realizaba con tres series de tres repeticiones con el 80-90% del 1-RM (3 series de 3 repeticiones del 80% ó 90% del 1RM de ½ sentadilla) y recuperaciones de 3' entre cada una de ellas. Inmediatamente que finalizaba la fase inicial del protocolo de entrenamiento, el sujeto era evaluado nuevamente en su capacidad de salto (CMJ), siempre al mejor de dos intentos, repitiendo el proceso cada dos minutos hasta llegar a los 12', lo que obligaba a los sujetos de la muestra a realizar un total de 14 saltos durante la fase de recuperación.

Materiales. Para la evaluación de los tests de media sentadilla y salto con contramovimiento, se utilizó un carro de pesas (barra olímpica y discos de 1.25, 2.5, 5, 10, 15 y 20 kilos) para el trabajo de activación, y una plataforma de contacto (Sistema Ergojump de Bosco System) para evaluar la capacidad de salto (CMJ).

RESULTADOS

Los datos de la investigación quedan reflejados en las tablas y gráficas siguientes, las cuales representan a cada uno de los grupos de la muestra: varones que trabajaron con cargas del 90% del 1-RM, varones que trabajaron con cargas del 80% del 1-RM y mujeres que trabajaron con el 90% 1-RM del ejercicio de media sentadilla.

CMJ / Toma	Inicial	Final	2'	4'	6'	8'	10'	12'
Media (cm)	30,30	28,78	30,01	30,24	30,42	29,82	29,67	29,51
D.T.	+/- 4,93	+/- 5,24	+/- 5,39	+/- 5,47	+/- 6,02	+/- 4,97	5,59	5,30
Variaciones	--	-5.02%	-0.96%	-0.20%	+0.40%	-1.54%	-2.08%	-2.61%

TABLA 1.- Evolución del test de contramovimiento durante la recuperación entre los varones que realizaron un trabajo de estimulación con el 90% del 1-RM (3 series x 3 repeticiones).

TABLA 2.- Evolución del test de contramovimiento durante la recuperación entre los varones que realizaron un trabajo de estimulación con el 80% del 1-RM (3 series x 3 repeticiones).

CMJ / Toma	Inicial	Final	2'	4'	6'	8'	10'	12'
Media (cm)	35,97	34,07	36,222	36,80	36,19	36,411	35,77	35,32
D.T.	+/- 8,10	+/-6,33	+/- 7,28	+/- 7,34	+/- 7,74	+/- 7,52	+/- 7,09	+/- 6,51
Variaciones	--	-5.28%	+0.70%	+2.31%	+0.61%	+1.22%	-0.56%	-1.81%

TABLA 3.- Evolución del test de contramovimiento durante la recuperación entre las mujeres que realizaron un trabajo de estimulación con el 90% del 1-RM (3 series x 3 repeticiones).

CMJ / Toma	Inicial	Final	2'	4'	6'	8'	10'	12'
Media (cm)	29,05	27,89	29,60	29,49	29,43	29,72	28,93	28,60
D.T.	+/- 2,94	+/- 3,61	+/-3,09	+/- 2,82	+/- 2,93	+/- 2,89	+/- 3,52	+/- 3,38
Variaciones	--	-3.99%	+1.89%	+1.51%	+1.31%	+2.31%	-0.41%	-1.55%

DISCUSIÓN

A diferencia de lo que ocurre en otras investigaciones, como las efectuadas por Radcliffe y Radcliffe, (17); Güllich y Schmidtbleicher, (6); Verjoshanski, (20) y Young, (22), en nuestro estudio la capacidad de salto no se vio beneficiada cuando los sujetos eran previamente estimulados con cargas de muy alta intensidad. Entre los varones, aquellos que emplearon cargas más elevadas (90%-1RM) empeoraron su rendimiento durante los minutos posteriores a la culminación del trabajo con sobrecargas elevadas, llegando a valores inferiores al 5.02% respecto a los niveles iniciales de salto que ellos poseían antes de la supuesta activación, no recuperando los rendimientos de partida hasta el minuto seis después haber finalizado el trabajo con sobrecargas.

Lo sucedido entre los sujetos de nuestro grupo podría relacionarse con los mecanismos observados por Rochkongar y Cols. (18), Nielsen y Cols. (15) o Casabona y Cols. (3), cuando estudiaron la respuesta del reflejo-H en poblaciones de diferente nivel de rendimiento físico y/o nivel y tipo de entrenamiento. Casabona y Cols. (3) estudiaron, mediante el análisis del reflejo-H de los gemelos y sóleo, la eficacia de las sinapsis tipo Ia en alfa-motoneuronas de sujetos con

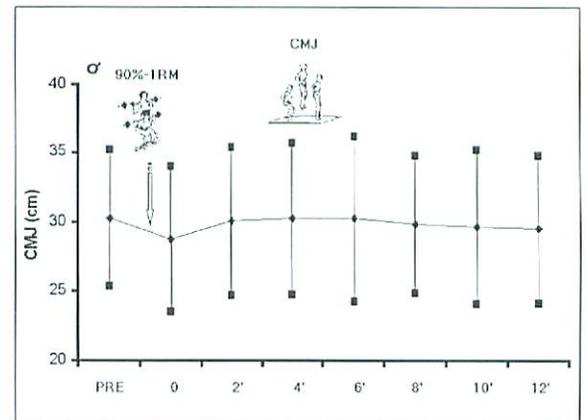


FIGURA 1.- Evolución de la capacidad de salto (CMJ) en 13 hombres después de realizar 3 series de 3 repeticiones de media sentadilla con el 90% del 1RM.

diferente nivel de rendimiento físico (velocistas y jugadores de voleibol vs sujetos sedentarios), observando que el ratio $H_{m\acute{a}x}/M_{m\acute{a}x}$ (máxima respuesta refleja/máxima respuesta obtenida por estimulación eléctrica) es significativamente más pequeño, en ambos músculos, entre los sujetos sometidos sistemáticamente a entrenamiento de carácter explosivo, debido a una menor amplitud de $H_{m\acute{a}x}$ y no a una mayor amplitud de $M_{m\acute{a}x}$ del registro, pero no observándose diferencias entre los sujetos que entrenaban velocidad o voleibol. Los autores sugieren, que los sujetos entrenados en acciones explosivas,

presentan una respuesta menor del reflejo-H por poseer una mayor proporción de fibras tipo-II en su musculatura, aunque tal opinión no está totalmente contrastada. En cualquier caso, este comportamiento neuromuscular, en las que se ve beneficiado el orden de reclutamiento de unidades motoras rápidas, se adapta a las necesidades mecánicas que se precisa en las acciones de tipo explosivo.

A similares conclusiones llegaron Rochcongar y Cols. (18) y Nielsen y Cols. (15). Los primeros observaron que el ratio $H_{m\acute{a}x}/M_{m\acute{a}x}$ era más pequeño en un grupo de velocistas que en otro compuesto por corredores de larga distancia. Por su parte, Nielsen y Cols. (15) compararon el reflejo-H de sujetos con diferente nivel de actividad física (bailarines del Royal Danish Ballet, atletas bien entrenados, sujetos con algún nivel de actividad física y sujetos sedentarios), comprobando que el comportamiento del reflejo-H de su muestra tenía un comportamiento similar al anteriormente descrito, demostrando que el nivel de entrenamiento y las características del mismo son un parámetro determinante en la respuesta refleja muscular. Los autores opinan que tal comportamiento se debe a las diferencias existentes en la transmisión a través de las sinápsis de las vías aferentes la, haciendo especial hincapié en la incidencia que, en la modulación de la transmisión, tiene la inhibición presináptica.

En una aplicación más directa a lo que es el entrenamiento deportivo, Verjoshanski (20) señala que se pueden lograr mejoras en el tiempo necesario para alcanzar la fuerza máxima de una contracción isométrica, si antes se estimula el sistema nervioso que interactúa sobre un grupo muscular determinado. Los comportamientos encontrados por el autor, muestran una disminución del rendimiento del 2.6% inmediatamente después de la estimulación, seguido de mejoras de hasta el 5.6% entre los 3'-4' posteriores a la finalización de la estimulación. Entre los sujetos de nuestra muestra, en cualquiera de los tres grupos, se pudo ver como los rendimientos también se veían afectados negativamente inmediatamente después de realizar el trabajo de estimulación nerviosa, lo que denota la existencia de una sensible fatiga que debería ser considerada a la hora de aplicar protocolos.

Realmente, existe poca documentación relativa a la forma concreta que se debe realizar este tipo de

activación, pues en la misma hay que dejar bien claro que se deben tener en cuenta aspectos como la carga de trabajo a realizar en la fase inicial, el tiempo de recuperación entre el trabajo de elevado reclutamiento neural y el trabajo de carácter explosivo específico, el nivel de elongación muscular, etc... Respecto al primer punto, elevada sollicitación neuromuscular, es lógico pensar que se necesiten cargas de alta intensidad pero de bajo volumen que impida fatigas acumulativas negativas. Los esfuerzos dinámicos (concéntricos o excéntricos) o estáticos de alta relación con los máximos niveles de fuerza parecen ser los más indicados para ocupar el contenido de esta parte del trabajo, aunque los efectos positivos de este tipo de trabajo son cortos y desaparecen a los pocos minutos de ejecutarse. Verjoshanski (20) señala que los máximos rendimientos de la fuerza de salto (6.8%), tras un esfuerzo previo elevado con sobrecargas, se producen a los tres-cuatro minutos de realizarse, manteniéndose estable durante tres-cuatro minutos más y empezar a disminuir lentamente a partir de este momento. Sin embargo, si el trabajo previo es de alto componente reactivo, trabajo pliométrico intenso, la máxima altura de salto (Δ del 8%) se consigue entre los ocho a diez minutos posteriores a la realización.

Respecto al nivel de elongación del músculo merece la pena destacar el estudio efectuado por Patikas y Cols., (16). Los autores sugieren que el reflejo-H no es constante durante el cambio de longitud del músculo, reflejando en cada caso variaciones en la excitabilidad de las motoneuronas. Los mecanismos de inhibición presináptica son algunos de los argumentos utilizados para explicar las modulaciones en el reflejo-H durante diferentes tareas musculares. El estudio, realizado sobre el sóleo, demuestra que cuando la longitud del mismo es grande, la disminución de la inhibición presináptica debe contribuir al incremento de la fuerza desarrollada por los músculos de la pantorrilla en esa posición, mientras que cuando el músculo está acortado, se podría pensar que contribuye negativamente en el comportamiento mecánico de dicha musculatura, limitando la contribución de sus componentes elásticos. Por el contrario, el aumento de la inhibición presináptica se produce a una longitud media (95°).

El diferente grado de activación nerviosa según el nivel de entrenamiento del sujeto es algo que también

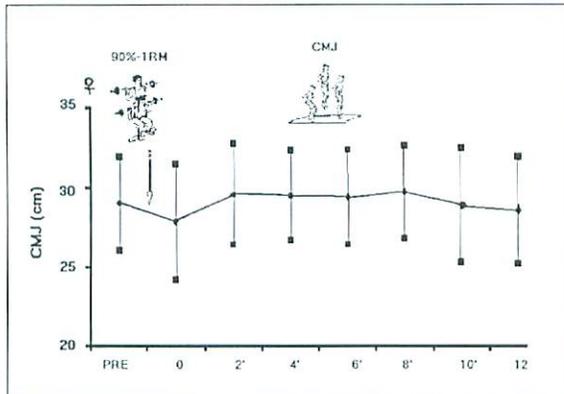


FIGURA 2.- Evolución de la capacidad de salto (CMJ) en 10 mujeres después de realizar 3 series de 3 repeticiones de media sentadilla con el 90% del 1RM.

fue constatado por Güllich y Schmidtbleicher (6). Los autores comprobaron que atletas entrenados obtienen una respuesta más amplia ($p < 0.05$) del reflejo de Hoffman del músculo gastrocnemio (1.42 ± 0.17 vs 42%) que estudiantes de educación física (1.11 ± 0.25 vs 11%). También pudieron comprobar, que la duración de la potenciación nerviosa era superior (8.1 ± 3.6 minutos vs 5.9 ± 3.8 minutos).

Cuando decidimos modificar el protocolo bajando la carga de trabajo, los sujetos mejoraron su capacidad de salto un 2.31% ($p < 0.05$) cuatro minutos después de haber realizado la estimulación, manteniendo un rendimiento incrementado durante los primeros ocho minutos de la recuperación y disminuyendo posteriormente. Estos datos coinciden con los encontrados por Güllich y Schmidtbleicher (6), Radcliffe y Radcliffe (17) y Young (22).

Güllich y Schmidtbleicher (6) estudiaron el efecto que podría tener sobre los tests de contramovimiento y drop jump (32 centímetros) después de realizar una contracción isométrica máxima, concluyendo que la fuerza explosiva se ve ligeramente mejorada (CMJ: 2.7% y DJ: 3.2%) tras el trabajo de estimulación. Los autores señalan que las mejoras se producen por acción de cambios enzimáticos generados en las células musculares activadas y/o aumentos de la actividad neuromuscular. También se ha comprobado que se puede mejorar la fuerza de aceleración, determinada sobre una carrera de 30 metros, tras estímulos máximos de fuerza realizados antes de la ejecución de dicha actividad.

Young y Cols. (22), estudiaron el efecto que sobre el test de contramovimiento con sobrecarga tiene la realización previa ($4'$) de una serie de media sentadilla

con el 5-RM, comprobando que se podía conseguir mejoras estadísticamente significativas ($p < 0.05$) de un 2.8% (39.0 ± 3.3 vs 40.0 ± 3.5). Por su parte, Radcliffe y Radcliffe (17) consiguen efectos similares al estudiar diferentes modelos de calentamiento, con y sin sobrecarga, antes de efectuar un test de salto de longitud a pies juntos. Los autores vieron que al calentar haciendo 4 series de 4 repeticiones de arrancadas se conseguían 3.9 centímetros más que haciendo cualquier otro tipo de calentamiento.

No obstante, en el futuro se debería considerar otros aspectos que pudieran explicar los motivos por los que la estimulación mediante el empleo de cargas muy elevadas en sujetos poco entrenados, pueda no conducir a la mejora posterior del rendimiento. En otros estudios llevados a cabo por miembros de nuestro grupo, G^a-Manso (5), se pudo comprobar como sujetos de bajo nivel de fuerza necesitaban más de un intento para alcanzar los máximos niveles de fuerza isométrica en el movimiento de sentadilla, lo que nos hace pensar que, además de la intensidad de la carga utilizada para la activación, se debe tener en cuenta el volumen total de trabajo y la forma en la que el mismo es organizado.

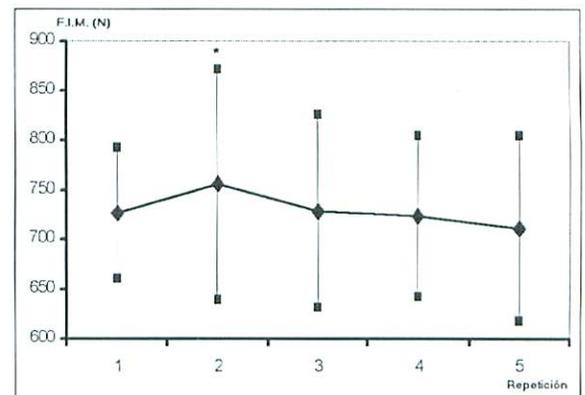


FIGURA 3.- Evolución de la fuerza isométrica máxima, en el gesto de sentadilla de 90° , en cinco repeticiones ejecutadas con $1'$ de recuperación por diez sujetos con bajo nivel de fuerza.

Llama la atención el resultado observado en el grupo de mujeres. En este caso, pese a utilizar cargas de muy alta intensidad, tras el deterioro inicial, se consiguieron mejoras del 2.31% ($p < 0.05$) a los dos minutos de la recuperación. Este comportamiento podría justificarse en el test de determinación del 1-RM y en la posibilidad de que realmente no refleje el valor máximo potencial de los sujetos. Häkkinen (7) y G^a-Manso (5), estiman que las menores concentra-

ciones de testosterona que presentan las mujeres, podrían incidir sobre la menor "agresividad" mostrada durante la ejecución de ejercicios de fuerza de muy alta intensidad, algo que pudo suceder en la estimación del 1-RM.

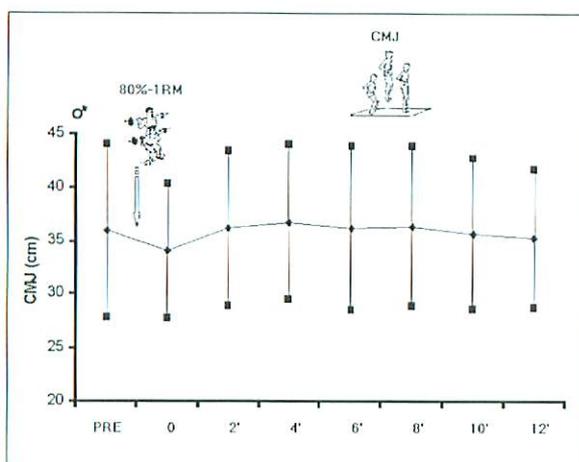


FIGURA 4.- Evolución de la capacidad de salto (CMJ) en 9 hombres después de realizar 3 series de 3 repeticiones de media sentadilla con el 80% del 1RM.

Voight y Cols. (21), comprobaron que la actividad refleja del tríceps sural de seis sujetos se modificaba

(<40% de la actividad del reflejo-H del soleo) después de entrenar durante cuatro semanas basado en tareas de saltos. Sin embargo, por sí mismas tales adaptaciones neuromusculares no garantizaran las modificaciones significativas de capacidad de salto, si las mismas no se acompañan de un dominio perfecto de una acción, en ocasiones, tan compleja.

En conclusión, podemos afirmar que, en los sujetos de nuestra muestra, cuando se utilizan bajos volúmenes de cargas intensas de estimulación previa de la fuerza (fuerza máxima neuromuscular), se puede mejorar el rendimiento en acciones explosivo-balísticas como el salto con contramovimiento. Sin embargo, estimamos que la intensidad de las cargas empleadas para la estimulación, deben ser diferentes según el nivel de rendimiento del deportista. Se pudo comprobar que, en sujetos de poco nivel de entrenamiento, cargas del 80% del 1-RM son más eficaces que la estimulación con cargas del 90%-1RM. No encontramos diferencias importantes en cuanto a los efectos que este tipo de trabajo tiene cuando es empleado por las mujeres, salvo en que los efectos pueden desaparecer antes que en los varones.

B I B L I O G R A F I A

- BAKER, D. "Specific strength/power for elite divers: Case studies from the Australian Institute of Sport". *Strength Conditioning Coach*. 2(1): 20-26. 1994.
- BRZYCKI, M. "Strength testing: Predicting a one-rep max from repsto-fatigue". *J of Physical Education, Recreation and Dance* (Reston, Va.). 64 (1): 88-90. 1993.
- CASABONA, A., POLIZZI, MZ., PERCIAVALLE, V. "Differences in H-reflex between athletes trained for explosive contractions and non-trained subjects". *Eur J Appl Physiol* 61:26-32. (1990).
- EYZAGUIRRE, C., FIDONE, S.J. «Fisiología del sistema nervioso». Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 265-267. 1982.
- G^a-MANSO, JM. "Comportamiento de la fuerza isométrica máxima en contracciones repetidas de corta duración y recuperación semi-incompleta: incidencia del sexo, las cualidades condicionales y las características morfológicas". Tesis Doctoral. ULPGC. 1994.
- GÜLLICH, A; SCHMIDTBLEICHER, D. "MVC-induced short-term potentiation of explosive force". *New Studies in Athletics*. (Monaco): 11(4), December. 67-81. 1996.
- HÄKKINEN, K. "Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during heavy resistance exercise". *International J Sports Med*. 14(2):53-59.1993.
- HENNEMAN, E., MENDELL, LM. "Functional organization of motoneuron pool and its inputs". En Brookhart, JM, y Mountcastle, VB. "The handbook of Physiol". Capítulo-I: The nervous system. Vol.-II. Part.-2. Bethesda. 453-507. 1981.
- HODES, R. "Effects of age, conciousness, and other factors on human electrically induced reflexes (EIRs). *EEG Clin Neurophysiol. Supp* 25: 80-91. 1967.
- HOFFMANN, P. "Beitrag zur Kenntnis der menschlichen Reflexe mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Erscheinungen". *Arch Anat Physiol*. 1:223-246. 1910.
- HUTTON, RS., SMITH, JL., ELDRED, E. "Postcontraction sensory discharge from muscle and its source". *En J Neurophysiol*. 36:1090-1103. 1973.
- LATASH, ML. "Monosynaptic reflexes". En *Neurophysiological Basis of Movement*. Champaign, IL. Human Kinetics. Chapter 8:65-67. 1998.
- MILNER BROWN, HS., STEIN, RB., YEMM, R. "The contractile properties of human moto units during voluntary isometric contraction". *J Physiol (London)*. 228:285-306. 1973.
- MORIN, G., «Fisisología del sistema nervioso central». Paris. Masson. 48. 1979. Traducido por Sancho, I.

- 15 NIELSEN, J; CRONE, C; HULTBORN, H «H-reflexes are smaller in dancers from the Royal Danish Ballet than in well-trained athletes». *Eur J of Appl Physiol and occupational Physiol.* (Berlin, FRG) 66 (2): 116-121. 1993.
- 16 PATIKAS, D., KOCEJA, DM., BASSA, H., KOTZAMINIDIS, C. "Effect of muscle length changes on presynaptic inhibition of the soleus H-reflex". *J Sports Sci.* Abstract,17:588. 1999.
- 17 RADCLIFFE, JC., RADCLIFFE, L. "Effects of different warm-up protocols on peak power output during a single response jump task". *Med. Science Sport Exercise* 28(5): S189. 1996.
- 18 ROHCANGAR, P., DASSONVILLE, J., LE BARS, R. "Modification of the Hoffmann reflex in function of athletic training". *Eur J Appl Physiol.* 40:165-170. 1979.
- 19 SOMJEN, GG. *Neurofisiología*, Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 347-349. 1986.
- 20 VERJOSHANSKY, JV. "Il ruolo della preparazione fisica speciale del sistema di allenamento degli atleti di qualificazione elevata". *SdS. Rivista di Cultura Sportiva.* Anno-XV. 3623-33. 1997.
- 21 VOIGHT, M, CHELLI, F, FRIGO, C. "Changes in the excitability of soleus muscle short latency stretch reflexes during human hopping after 4 weeks of hopping training". *Eur J of Appl Physiol and occupational Physiol.* (Berlin) 78 (6), 522-532. 1998.
- 22 YOUNG, WB., JENNER, A., GRIFFITHS, K. "Acute enhancement of power performance from heavy load squats". *J Strength and Cond. Res.* 12(2):82-84. 1998.