

## ESTIMULACIÓN MUSCULAR, CAPACIDAD DE SALTO, TRIBULACIONES, ESTUDIANTES DE DOCTORADO Y LA CALIDAD DEL TRABAJO CIENTÍFICO

JAL Calbet;  
 Arteaga  
 Ortiz R.

Laboratorio de  
 Rendimiento  
 Humano y  
 Biomecánica.  
 Universidad  
 de Las Palmas  
 de Gran  
 Canaria.

Sr. Editor:

Si no se establecen claramente los objetivos del estudio, el experimento resulta en un caos imposible de defender. Recientemente se ha publicado en AMD el artículo: *Efecto del trabajo de estimulación muscular con cargas elevadas sobre la capacidad de salto de sujetos medianamente entrenados* (AMD, 2001, 82:135-142) en el que concurren múltiples errores conceptuales y una interpretación incorrecta de fenómenos fisiológicos y biomecánicos básicos, cuyo análisis pormenorizado creemos conveniente, no sólo desde el punto de vista académico, sino también porque de la discusión científica surgen muchas veces las ideas que permiten mejorar el diseño de nuevos experimentos y promover el avance del conocimiento científico.

El primer aspecto que nos ha sorprendido de este trabajo es que los autores afirman que una contracción muscular voluntaria máxima previa a otra contracción voluntaria máxima permite incrementar el rendimiento en la segunda contracción voluntaria máxima, esto no debería ser así si la primera contracción voluntaria máxima va precedida de un calentamiento adecuado. Para sostener esta hipótesis hacen referencia a la potenciación postetánica. Pero no explican adecuadamente qué es y en qué consiste la potenciación postetánica. La potenciación postetánica es el aumento de la fuerza y de la velocidad a la que se produce la fuerza ("rate of force development") en "una sacudida muscular" (contracción muscular producida por un estímulo aislado) cuando ésta ha sido precedida por una contracción muscular máxima o submáxima. Es decir, en la sacudida muscular aislada se desarrolla menos fuerza y la fuerza aumenta más lentamente que en la sacudida muscular precedida por otra contracción muscular. Este efecto es debido a la fosforilación de cadenas ligeras de la miosina, la cual provoca un aumento de la sensibilidad actomiosínica al aumento de calcio sarcoplásmico durante la contracción muscular. No es lo mismo una sacudida muscular aislada que una contracción voluntaria máxima. Para alcanzar la fuerza máxima es

necesario que haya tetanización (sumación de los efectos de varias estímulos y que estos se encadenen con una frecuencia óptima). La potenciación postetánica no provoca un aumento de la fuerza voluntaria máxima tal y como insinúan los autores, pero si puede haber un aumento de la fuerza submáxima si la contracción utilizada para producir la potenciación vaya seguida inmediatamente de la contracción muscular potenciada. En el salto vertical el fenómeno de potenciación permite generar fuerza más rápidamente y así conseguir un impulso mecánico superior en menos tiempo y saltar más alto. Aún así, en un salto vertical, con o sin contramovimiento, nunca se alcanza la fuerza isométrica máxima.

A continuación los autores afirman que la potenciación postetánica tiene que ver con el reflejo-H. Esto tampoco es correcto. La potenciación postetánica tiene nada o poco que ver con mecanismos reflejos, pues se produce también en preparaciones musculares denervadas e incluso en fibras musculares aisladas, pero sí tiene que ver con alteraciones en la concentración intracelular de calcio y la sensibilidad actomiosínica al calcio, tal y como hemos señalado antes. El reflejo-H es un reflejo miotático inducido eléctricamente descrito originalmente por Paul Hoffmann en 1910, (por lo también recibe el nombre de reflejo de Hoffmann) que puede ser útil para evaluar la excitabilidad de las motoneuronas alfa medulares, aunque es posible que utilice vías sensoriales diferentes a las del reflejo patelar. Si las motoneuronas alfa medulares están inhibidas o disfacilitadas, la amplitud del reflejo-H disminuye y viceversa. Por eso el reflejo-H se ha utilizado en neurofisiología para estudiar lo fácil o difícil que puede resultar en un momento dado activar a las motoneuronas alfa medulares. No obstante, el reflejo-H solo da una idea aproximada del estado de excitabilidad de las motoneuronas alfa, puesto que está sometido a modulación por impulsos de origen periférico, supraespinal y al efecto de la inhibición presináptica. Los comentarios que efectúan los autores acerca del reflejo-H en la introducción del artículo y que ocupan unas 38 líneas (4 párrafos) llevan al

lector a pensar que en el artículo se va medir el reflejo-H. Luego más adelante, se observa que no se midió en este trabajo el reflejo-H. De cualquier modo, la medición del reflejo-H no habría permitido saber si se ha producido o no potenciación postetánica. Como colofón a la confusión generada en la introducción entorno a la potenciación postetánica y el reflejo-H, los autores nos plantean el objetivo de su estudio:

*“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”.*

Es muy importante que los autores antes de llevar a cabo un estudio definan claramente el objetivo, este un ejemplo de objetivo poco claro (al menos nosotros no lo hemos entendido). Hay que huir de la actitud contraria: recoger unos cuantos datos y después escribir un trabajo.

Siete son las líneas que integran la sección de resultados y sólo se hace referencia en esas líneas a las Tablas y a las Figuras. Ningún comentario sobre si los efectos fueron o no estadísticamente significativos. Por otro lado, los resultados presentados no demuestran nada, si hubiera diferencias significativas entre los valores de salto antes y después de las “semisentadillas”, indicarían en todo caso, que inmediatamente después de hacer 3 series de 3 repeticiones al 80-90% de 1RM con recuperaciones de 3 minutos la altura de salto disminuye. Este resultado no sugiere en absoluto que exista potenciación por el trabajo previo, si no todo lo contrario, puesto que no ha habido cambios estadísticamente significativos en la altura de vuelo dentro de cada grupo (esto lo hemos determinado usando los datos publicados en ese estudio y aplicando la prueba “t de Student para datos apareados y corrigiendo el error debido a las comparaciones múltiples mediante el procedimiento de Newman-Keuls). Este u otro tipo de análisis estadístico como ANOVA, para medidas repetidas, con el sexo y los niveles de intensidad de esfuerzo como factores, habría permitido llegar a la conclusión correcta, que es la contraria a la publicada y la que aceptan la mayoría de los investigadores de prestigio (veáanse las comunicaciones de Schmidtbleicher y otros, presentadas en el último Congreso

Europeo de Ciencias del Deporte, celebrado en Julio de 2001 en Colonia).

Peor todavía es que los autores afirmen que sus resultados coinciden con los anteriormente publicados en un “abstract” presentado en el Congreso del ACSM de 1996 por Radcliffe y Radcliffe, cuando en realidad los resultados de Radcliffe y Radcliffe son opuestos a los obtenidos en el trabajo dirigido por García Manso. Lo que indica este trabajo de Radcliffe y Radcliffe, tan comentado en el estudio dirigido por García Manso es, simplemente, que el tipo de calentamiento efectuado antes de realizar tests de salto puede influir en el rendimiento alcanzado en el test de salto. También indica, contrariamente a lo defendido por García Manso, que incluso trabajando con cargas del 75- al 85 % de 4RM, o simplemente realizando varios saltos antes de efectuar un test de CMJ se consiguen las condiciones ideales para alcanzar el máximo rendimiento.

Finalmente vale la pena comentar que no existen datos publicados que demuestren que las mujeres normales tienen menos fuerza máxima que los hombres porque las mujeres son menos agresivas que los hombres, debido a que las mujeres tienen menos testosterona, tal y como defienden los autores en la discusión de su controvertido estudio. En cambio, sí se han publicado otros trabajos que demuestran que el principal factor que contribuye a las diferencias en fuerza muscular entre sexos, entre niños y adultos, o entre adultos de distintas edades, es el área de sección transversal muscular y la masa muscular. Estudios recientes realizados por los estudiantes de doctorado de nuestro grupo de investigación demuestran, además, que la masa muscular de las extremidades inferiores es una de las variables con mayor poder predictivo de la capacidad de salto vertical, tanto en atletas de élite como en sujetos no entrenados (Ara Royo, no publicado). No se entiende porque los autores argumentan en contra la evidencia experimental que se deriva de los resultados realmente obtenidos en su estudio, llegando a conclusiones imposibles y que no encajan el conocimiento científico establecido. La investigación debe ser un proceso tutorizado por la lógica, en el que el investigador se enfrenta honestamente a un problema, contrastando sus resultados con el conocimiento científico previamente establecido por otros investigadores con prestigio científico. Hoy en día, es fácil saber

cuál es la solvencia científica de un autor, basta con acudir a las bases de datos informatizadas y ver si publican en revistas de alto factor de impacto (indexadas en el Science Citation Index) o no. Esos son los estándares establecidos en los países Occidentales. En nuestro país mismo trabajan varios Licenciados en Educación Física, algunos estudiantes de Doctorado, que investigan en este campo científico de la fuerza muscular y publican parte de sus resultados en inglés. No vale citar a cualquier autor de cualquier fuente, aunque su apellido sea de lo más exótico o conocido. Afortunadamente cada vez se realiza mejor Ciencia en el ámbito del deporte español. Aún mejoraremos más en los años futuros, especialmente si ayudamos y motivamos a los estudiantes de Doctorado, los cuáles representan el futuro. ¿Qué futuro cabe si en lugar de ayudar a que los mejores hagan carrera científica sólo se les ponen trabas y cortapisas? Hay que competir haciendo la mejor Ciencia posible no a base de utilizar cargos y triquiñuelas, para impedir que los grupos rivales puedan desarrollarse y hacer su trabajo. Eso no es Universitario ni científico. El liderazgo científico debe desarrollarse a partir de los resultados del trabajo científico, a partir de la calidad de la investigación realizada y NO desde la

imposición y la prepotencia de quien ostenta un cargo de poder. En este proceso el debate científico es un aspecto ineludible.

Señor Director de AMD, al hacer esta revisión sólo hemos tratado de transmitir un mensaje, especialmente a los estudiantes de doctorado, a los que se inician en el mundo fascinante de la investigación y a los que ostentan cargos de poder en el ámbito de la Ciencia: hay que ser rigurosos y serios. No se confundan estas críticas con un exceso de perfeccionismo, simplemente el trabajo científico, tanto durante su ejecución como a la hora de presentar los resultados y escribir los artículos, debe ser perfeccionista (aunque en realidad nunca sea perfecto). Creo que el ejemplo elegido es muy ilustrativo y aborda un tema en el que hemos acumulado una importante experiencia en nuestro laboratorio, en todos los sentidos. Será muy interesante ver dónde nos encontramos dentro de 5 o 10 años, con la aplicación de la Nueva Ley de Ordenación Universitaria.

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

- 1 **CALBET, J. A. L., JÍMENEZ RAMÍREZ, J., ARTEAGA ORTÍZ, R.:** «Factores estructurales determinantes de la fuerza muscular: métodos de estudio», en «Biomecánica de la fuerza muscular y su valoración. Análisis cinético de la marcha, natación gimnasia rítmica, badminton y ejercicios de musculación», de Ferro, A. Pag. 27-55. Consejo Superior de Deportes. Madrid, 1999.
- 2 **FERRAGUT FIOL, C., CORTADELLAS IZQUIERDO, J., ARA ROYO, I., ARTEAGA ORTÍZ, R., CALBET, J. A. L.:** «¿Por qué saltan más los jugadores de voleibol?». Archivos de Medicina del Deporte: En Prensa, 2002.
- 3 **MISLER, S., FALKE, L., MARTIN, S.:** «Cation dependence of posttetanic potentiation of neuromuscular transmission». Am J Physiol, 252: C55-62, 1987.
- 4 **PALMER, B. M., MOORE, R. L.:** «Myosin light chain phosphorylation and tension potentiation in mouse skeletal muscle». Am J Physiol, 257: C1012-1019, 1989.
- 5 **RADCLIFFE, J. C., RADCLIFFE, L.:** «Effects of different warm-up protocols on peak power output during a single response jump task». Med Sci Sports Exerc, 28: S189, 1996.
- 6 **SVANTESSON, U., GRIMBY, G., THOMEE, R.:** «Potentiation of concentric plantar flexion torque following eccentric and isometric muscle actions». Acta Physiol Scand, 152: 287-293, 1994.
- 7 **VERGARA, J. L., RAPOPOT, S. I., NASSARGENTINA, V.:** «Fatigue and posttetanic potentiation in single muscle fibers of the frog». Am J Physiol, 232: C185-190, 1977.