



## REVISTA CUBANA DE MEDICINA DEL DEPORTE Y LA CULTURA FÍSICA

Versión On-line ISSN 1728-922X

VOLUMEN 11, NÚMERO 3, La Habana, septiembre-diciembre, 2016

### TRABAJO ORIGINAL

Título: Comportamiento de la activación cortical después de cargas de resistencia básica II en nadadores

**Title: Behavior of cortical activation after loads of basic endurance II in swimmers**

Martínez Mesa Juan Antonio\*, Suárez Rodríguez Marisol\*\*, del Monte del Monte Liliana\*\*\*.

\*Dr.C. Juan Antonio Martínez Mesa.  
Instituto de Medicina del Deporte. Cuba.  
Investigador Auxiliar  
Profesor Auxiliar  
Email: [jamm@inder.cu](mailto:jamm@inder.cu)

\*\*Dra.C. Marisol Suárez Rodríguez.  
Centro Provincial de Medicina del Deporte. La Habana. Cuba.  
Investigador Auxiliar  
Profesor Auxiliar

\*\*\*Dra.C. Liliana del Monte del Monte  
Centro de Investigaciones del Deporte Cubano

Manuscrito recibido: 5 de Dic. de 2016

Aceptado para publicación: 7 de Dic. de 2016

## Resumen

Se han encontrado diferentes tipos de comportamientos en los niveles de activación cortical por la influencia que ejercen los diferentes tipos de estímulos de carga aplicados al deportista.

Este trabajo tiene como objetivo comprobar el comportamiento que experimentan los niveles de activación cortical después del suministro de estímulos de cargas de resistencia básica II en nadadores de alto rendimiento.

A 18 nadadores se les realizaron 207 mediciones de sus niveles de activación cortical antes y después del suministro de estímulos de cargas de resistencia básica II durante un periodo preparatorio.

El diagnóstico se realizó a través del estudio de la frecuencia crítica de fusión ocular utilizando la prueba de Flicker.

Se comprobó que existe un aumento significativo en los niveles de activación cortical después del suministro de los estímulos de cargas de resistencia básica II, existiendo además una correlación alta, positiva y significativa entre los valores pre y post carga.

Palabras claves. Frecuencia crítica de fusión ocular, Flicker, estímulos de carga, resistencia básica II.

Behavior of cortical activation after loads of basic endurance II in swimmers.

## Abstract

Different types of behavior have been found in the levels of cortical activation by the influence exerted by the different types of stimuli of load applied to the athlete.

The objective of this work is to verify the behavior of the levels of cortical activation after the supply of load stimuli of basic endurance II in high level swimmers. To 18 swimmers were made 207 measurements of cortical activation levels were made to 18 swimmers before and after of the supply of load stimuli of basic endurance II a preparatory period. The diagnosis was made through the study of the critical frequency of ocular fusion using the Flicker test.

It was verified that there is a significant increase in the levels of cortical activation after the supply of load stimuli of basic endurance II, also a high correlation, positive and significant between the values pre and post load.

Keywords. Critical frequency of ocular fusion, Flicker, load stimuli, basic endurance II.

## Introducción

El organismo humano reacciona de manera diferente de acuerdo a los diferentes estímulos que inciden sobre él. De la misma forma diferentes tipos de trabajo provocan en los sujetos diferentes respuestas adaptativas en dependencia de la magnitud del trabajo realizado. Lo mismo ocurre con las cargas de entrenamiento que se les suministran a los deportistas. Ellas provocan respuestas muy específicas a todos los niveles de su psicofisiología. Para una mejor comprensión de la incidencia que tienen las cargas de entrenamiento, así como para su estandarización en la aplicación, se han clasificado en estímulos de carga, según criterios citados por Martínez en el 2009<sup>1</sup>, y también en diferentes denominaciones con el objetivo de identificarlos, de acuerdo a las agrupaciones que han realizado en la teoría y metodología del entrenamiento deportivo autores como Hohmann, Lames y Letzelter en el 2005 y Hamlin, Draper, y Kathiravel, en el 2013<sup>2,3</sup>.

Una de las clasificaciones realizadas es denominar al estímulo de carga utilizado, por la incidencia psicofisiológica que tiene en el área funcional donde debe actuar, logrando un determinado funcionamiento energético en el organismo. De esta forma se describen diferentes estímulos de carga de entrenamiento que su medida depende del nivel de estimulación logrado a diferentes niveles de la psicofisiología atlética.

En el trabajo para lograr un aumento de la cualidad de resistencia del organismo deportivo, se han descrito las áreas funcionales de Resistencia Básica I, II y Máximo Consumo de Oxígeno. Se ha descrito que el estímulo de carga que desarrolle la resistencia básica I, debe producir en el deportista una frecuencia cardiaca que se encuentre en el rango aproximado de 150 a 168 pulsaciones por minuto y la cantidad de ácido láctico que se debe acumular en la sangre por el suministro de este estímulo es de 2 a 4 milimoles. De acuerdo con de Hegedus<sup>4</sup> en el 1996, en la resistencia básica II, un ejercicio más intenso que la resistencia I, el estímulo de carga aplicado debe producir una frecuencia cardiaca aproximada de 168 a 180 pulsaciones por minuto y una acumulación de ácido láctico en sangre de 4 a 6 mmols/l.

Al igual que el comportamiento fisiológico, Martínez en el 2011<sup>5</sup>, ha encontrado diferentes tipos de comportamientos en los niveles de activación cortical del cerebro por la influencia que pueden tener los diferentes tipos de estímulos de carga aplicados al deportista.

Este trabajo tiene como objetivo comprobar el comportamiento que experimentan los niveles de activación cortical después del suministro de estímulos de cargas de resistencia básica II en

nadadores de alto rendimiento y la relación de este comportamiento antes y después del suministro de estas cargas.

## Materiales y Métodos

### Participantes

En este estudio participaron 18 nadadores de alto rendimiento quienes constituían la generalidad de la preselección nacional de natación de Cuba. A este grupo se les midió En 207 ocasiones sus niveles de activación cortical antes y después del suministro de estímulos de carga de resistencia básica II. La edad cronológica promedio del grupo fue de 20 años y la experiencia deportiva promedio de 12 años. Todos los deportistas estudiados eran sujetos sanos desde el punto de vista físico y psicológico.

### Herramientas

La medición de los niveles de activación cortical, se realizó a través del estudio de la frecuencia crítica de fusión ocular a partir de la prueba de Flicker. Se utilizó un Flicker digital o Fatigtest, Modelo USB, instrumento construido y diseñado por el Instituto de Investigaciones del Transporte de Cuba que mide la frecuencia crítica de fusión ocular en un rango entre 10 y 60 hertzios.

De acuerdo con Romero, García, García, y Beltrán, en el 1996<sup>6</sup>, la frecuencia crítica de fusión constituye una medida que analiza aspectos temporales en la percepción visual e informa de la respuesta del sistema visual en la percepción de un estímulo de corta duración que se repite.

### Procedimiento

Se empleó un diseño cuasiexperimental pre-post, ya que se hizo una medición antes y otra después de la intervención a la misma muestra de deportistas. En la medición se utilizó la variante descendente para tres ensayos de percepciones umbrales, según la metodología descrita por Martínez en el 2011<sup>7</sup>. La generalidad del grupo de deportistas escogidos en este estudio fue familiarizado en la realización de la prueba de Flicker.

El diseño adoptado presupone una hipótesis alterna que considera que deben producirse diferencias en los niveles de la activación cortical postcarga como producto de la influencia del trabajo realizado. De no cumplirse este comportamiento se asume la hipótesis nula, que no existen variaciones en el comportamiento de la variable dependiente por el trabajo efectuado.

Variable independiente: Estímulos de carga de resistencia básica II. Teóricamente definida como el estímulo externo de carga que se le suministra al deportista produciendo un ritmo aproximado entre 168 y 180 pulsaciones por minuto y acumulando en sangre una cantidad de ácido láctico

entre 4 y 6 mmols/l. Las cargas de trabajo suministradas fueron concebidas en el plan de entrenamiento previamente diseñado por Colectivo Técnico del Equipo Nacional de Natación y revisado y aprobado por el Departamento Técnico Metodológico del Instituto Nacional de Deportes y Educación Física de Cuba.

Desde el punto de vista operacional, los estímulos de carga suministrados se definen como el trabajo desempeñado en los entrenamientos para desarrollar la resistencia básica II.

Variable dependiente. Nivel de activación cortical. Teóricamente definido como la medida del estado de activación que existe en la corteza cerebral. En esta investigación ha sido diagnosticado a partir del comportamiento de la frecuencia crítica de fusión ocular de la retina. Operacionalmente esta variable se le consideró como la valoración de los niveles de activación cortical medidos a través de un flicker digital cuyos resultados expresan las mediciones en un rango de 10 a 60 hertzios.

Las mediciones de la variable dependiente fueron realizadas antes y después del suministro de los estímulos de carga de resistencia básica II.

## Resultados

Para el análisis de los resultados se construyó un fichero con todos los datos obtenidos en cada una de las mediciones. Se realizaron 207 mediciones de la variable estudiada antes y después del suministro de cargas planificadas. En el procesamiento de estos datos se utilizó el sistema de procesamiento estadístico SPSS. El nivel de significación adoptado fue de  $\alpha = .05$

Se comprobó la existencia de diferencias significativas en el comportamiento de los niveles de activación cortical postcarga utilizando la Prueba t de Student para muestras relacionadas, la cual se utilizó para contrastar la hipótesis nula que la muestra procede de una población en la que las medias son iguales y por lo tanto con el objetivo de evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias. Esta prueba de significación estadística permitió además conocer los valores de tendencia central de los datos estudiados.

La Tabla I (Ver anexos) muestra los resultados arrojados por la Prueba t de Student en el comportamiento de los niveles de activación cortical antes y después del suministro de estímulos de carga de resistencia básica II durante todo el macrociclo de entrenamiento.

En la Tabla se observa un aumento significativo en el comportamiento de los niveles de activación cortical después del suministro de los estímulos de carga de resistencia básica II. Los niveles de

activación aumentan de 32.69 a 33.26, dando una diferencia de medias de -.5715, significativa al nivel de significación escogido.

En la tabla II (Anexos) se observa que existe una correlación alta y positiva (.893) en el comportamiento de los niveles de activación cortical antes y después del suministro de estímulos de carga de entrenamiento de resistencia básica II. Por lo que de experimentarse cambios en las mediciones antes del suministro de cargas podrían esperarse comportamientos similares en las mediciones post-carga.

## Discusión

Se comprobó que existe un aumento significativo en los niveles de activación cortical, en el grupo de nadadores estudiados, después del suministro de los estímulos de carga de resistencia básica II durante todo un periodo preparatorio.

Vuelve a comprobarse el efecto tonificante que poseen los estímulos de carga de entrenamiento sobre el Sistema Nervioso Central de los deportistas en caso que estos estímulos de carga estén bien planificados y acordes a los umbrales de respuestas adaptativas que posean los sujetos a los cuales se les suministran. Resultados similares encontró Martínez<sup>8</sup>, en el 2008, en un estudio que comprobó el efecto general de cargas de entrenamiento planificadas durante todo un periodo preparatorio. En un estudio realizado por Clemente<sup>9</sup> en el 2012, donde midió los niveles de activación cortical antes y después de realizar una prueba de resistencia de contrarreloj simulada, de 30 minutos de máximo consumo de oxígeno, a ciclistas entrenados de categoría cadete, encontró también aumentos en los niveles de activación cortical. En el 2013, Martínez y Suárez<sup>10</sup> comprueban nuevamente aumentos significativos en los niveles de activación cortical en diferentes etapas de un periodo de preparación en judocas femeninas de alto rendimiento deportivo. En el 2015, estos autores<sup>11</sup> al estudiar la influencia de diferentes cargas de entrenamiento en los niveles de activación cortical de las judocas, observaron diferencias significativas muy grandes (2.2118 hertzios) después de efectuados toques de entrenamiento modelados para la competencia.

En un reciente trabajo Martínez y Suárez<sup>12</sup> estudiaron los niveles de activación cortical después de la ejecución de un test de máximo consumo de oxígeno en nadadores, encontrando igualmente aumentos significativos en el comportamiento de los niveles de activación cortical después del suministro de estímulos de carga de máximo consumo de oxígeno. En este trabajo se comprobó además que el comportamiento de los niveles de activación cortical antes del suministro de los

estímulos de carga de resistencia básica II tiene una relación alta, positiva y significativa con el comportamiento de esta variable después del suministro de los mismos. Por lo que de experimentarse cambios en las mediciones antes del suministro de cargas deben esperarse comportamientos similares en las mediciones postcarga.

De acuerdo a estos resultados se concluye que: existe un aumento significativo en los niveles de activación cortical después del suministro de los estímulos de cargas de resistencia básica II, existiendo además una correlación alta, positiva y significativa entre los valores pre y postcarga.

## Referencias Bibliográficas

1. Martínez JA. Comportamiento de la resistencia eléctrica de la piel ante diferentes estímulos de carga de entrenamiento. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2009; 4(2). ISSN: 1728-922X
2. Hohmann A, Lames M, Letzelter M. Introducción a la ciencia del Entrenamiento. Badalona, España Editorial Paidotribo.2005.
3. Hamlin M, Draper N, Kathiravel Y. Current Issues in Sports and Exercise Medicine. Croatia Janeza Trdine. 2013; 9, 51000 Rijeka. ISBN 978-953-51-1031-6.
4. de Hegedus J. El entrenamiento por áreas funcionales. Lecturas: Educación Física y Deportes. 1996; 1(3).
5. Martínez JA. Comportamiento de los niveles de activación cortical después del suministro de cargas de entrenamiento. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2011; 6(2). ISSN: 1728-922X
6. Romero J, Garcia JA, Garcia A. Beltrán A. Aspectos temporales en la visión: resolución, efectos y percepción del movimiento. 1996. Curso introductorio a la Óptica Fisiológica. (Sup). 240-43.
7. Martínez JA. Psicofisiología de la fatiga II. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2011; 6(3). ISSN: 1728-922X
8. Martínez JA. Diferencia entre los niveles de fatiga central antes y después del suministro de cargas de entrenamiento. 2008. Informativos/Revista IMD. Recuperado noviembre del 2015 de <http://www.inder.cu/portal>
9. Clemente VJ. Efectos agudos en el sistema nervioso central después de realizar una contrarreloj simulada en ciclistas cadetes. Rev Andal Med Deporte. 2012. 5(1):8-11
10. Martínez JA, Suárez M. Comportamiento de la activación cortical en las diferentes etapas del periodo preparatorio. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2013; 8(3). ISSN: 1728-922X.
11. Martínez JA, Suárez M. Comportamiento de los niveles de activación cortical en topes de judo durante el periodo preparatorio. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2015; 10(1). ISSN: 1728-922X
12. Martínez JA, Suárez M. Activación cortical en la ejecución de un test de máximo consumo de oxígeno en nadadores. . Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2016; Vol. 11, Núm. 2. ISSN: 1728-922X.

## Anexos

Tabla 1. Resultados de la Prueba t Student en el comportamiento de los niveles de activación cortical antes y después del suministro de estímulos de carga de resistencia básica II durante todo el macrociclo de entrenamiento.

Mediciones	Medias	Diferencia	Significativo
Antes	32.69		
Después	33.26	-5715	0.00

Fuente: base de datos del autor

Tabla 2. Resultados del Coeficiente de Correlación Lineal Simple en el comportamiento de los niveles de activación cortical antes y después del suministro de estímulos de carga de resistencia básica II durante todo el macrociclo de entrenamiento.

Mediciones	Correlación	Significativo
207	.893	0.00

Fuente: base de datos del autor