

FATIGA DEL SISTEMA NERVIOSO DESPUÉS DE UNA PRUEBA INCREMENTAL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

FATIGUE OF THE NERVOUS SYSTEM AFTER AN INCREMENTAL TEST TO MAXIMAL OXYGEN UPTAKE

Vicente J. Clemente

Suárez

Asunción Martínez

Víctor E. Muñoz

José M^a. González-Ravé

Laboratorio Entrenamiento Deportivo.

Grupo Investigación Rendimiento Deportivo

Facultad CC. Deporte

Universidad Castilla la Mancha Toledo. España

RESUMEN

Varios autores han estudiado la influencia del ejercicio sobre el sistema nervioso y el funcionamiento cognitivo en sujetos desentrenados (Bobon, *et al.*, 1982, Li, *et al.*, 2004) y ante diferentes estímulos de ejercicio desde ejercicios anaeróbicos intensos hasta el agotamiento a ejercicios de resistencia submáximos (Davranche y Audifren, 2004; Gibson y Noakes, 2004; Presland, *et al.*, 2005) mediante los Umbrales Flicker Fusión (UFF). Aunque el efecto en el sistema nervioso central de estímulos en los que se alcance el VO_{2max} no está muy estudiado. El presente trabajo de investigación pretende estudiar los cambios en los umbrales Flicker Fusión antes y después de realizar una prueba incremental hasta la extenuación en la que se logra el Consumo Máximo de Oxígeno (VO_{2max}), como medio para valorar la fatiga del sistema nervioso central.

La muestra la componen 30 ciclistas (71.6 ± 8.6 kg, 175.8 ± 8.1 cm, 25.2 ± 9.5 años, $14.7 \pm 4.3\%$ grasa, VO_{2max} relativo 60.8 ± 6.5 ml/kg/min, VO_{2max} absoluto: $4.3 \pm .5$ l).

Se realizó un test incremental para determinar el VO_{2max} en cicloergómetro, comenzando en 100w con incrementos de 50w cada minuto hasta la fatiga completa, previamente los sujetos realizaban un calentamiento de 5' a 75W. Previo al test y al finalizar éste, se realizaron las mediciones de los UFF ascendente, descendente y clásico, el criterio subjetivo y la sensibilidad sensorial. Cada sujeto realizó el test de UFF en tres ocasiones obteniéndose un valor promedio.

Los resultados muestran cómo los UFF prácticamente no se modifican, por lo tanto no existe una disminución en la sensibilidad sensorial y un incremento del nivel de activación cortical. Con estos resultados podemos concluir que una prueba incremental hasta alcanzar el VO_{2max} en cicloergómetro no parece que generen fatiga en el Sistema Nervioso Central medida con el sistema Flicker Fusion, ni altere la función cognitiva al no modificarse los distintos UFF.

Palabras clave: Sistema nervioso central. Fatiga. Umbrales Flicker Fusion. Cicloergómetro. Consumo Máximo de Oxígeno.

SUMMARY

Several authors have studied the influence of exercise on the nervous system and cognitive functioning in untrained subjects (Bobon, *et al.*, 1982, Li, *et al.*, 2004) and different exercises from anaerobic exercise intense exercise to exhaustion at submaximal endurance exercise (Davranche and Audifren, 2004, Gibson and Noakes, 2004; Presland, *et al.*, 2005) using the Flicker Fusion Threshold (UFF). No studies have investigated the effects of exercises in which VO_{2max} is reached on the central nervous system. The purpose of this study is examine changes in Flicker Fusion thresholds before and after perform an incremental test to exhaustion on that reached the maximum oxygen consumption (VO_{2max}) as a means to evaluate the central nervous system fatigue.

30 cyclists (71.6 ± 8.6 kg, 175.8 ± 8.1 cm, 25.2 ± 9.5 years, $14.7 \pm 4.3\%$ fat, VO_{2max} on 60.8 ± 6.5 ml/kg/min VO_{2max} absolute: $4.3 \pm .5$ l) were tested in an incremental test to determine VO_{2max} in cycle ergometer (starting at 100W with 50W increments every minute until complete fatigue, subjects performed warming from 5' to 75W). The variables (UFF upward, downward and classic, the subjective test and sensory sensitivity) were measured pretest and posttest. Each subject performed the test three times and obtaining an average value.

The results showed no significant differences in UFF; therefore there is no decrease in sensory sensitivity and an increased level of cortical activation. These results suggest that an incremental test to reach VO_{2max} cycle ergometer does not generate fatigue in the central nervous system evaluated with Flicker Fusion and don't alter cognitive function.

Key words: Central Nervous System. Fatigue. Flicker Fusion Threshold. Cycle Ergometer. Maximal Oxygen Uptake.

CORRESPONDENCIA:

Vicente Clemente Suárez
Laboratorio Entrenamiento Deportivo. Facultad CC. Deporte. Módulo Acuático. Avda Carlos III s/n. 45004 Toledo. España.
E-mail: vicente.clemente@uclm.es

Aceptado: 08.02.2010 / Original nº 568

INTRODUCCIÓN

Al revisar la literatura científica referente a la influencia del ejercicio sobre el sistema nervioso y el funcionamiento cognitivo, se observa que existen diferentes respuestas a diferentes ejercicios. Podemos realizar tres grandes distinciones en cuanto al tipo de ejercicios y a su influencia sobre el SNC. Los ejercicios anaeróbicos intensos hasta el agotamiento y ejercicios hasta alcanzar el VO_{2max} parecen no afectar a la función cognitiva, mientras que ejercicios aeróbicos de corta duración y anaeróbicos producen una mejora del rendimiento cognitivo general. Finalmente, los ejercicios submáximos que conducen a la deshidratación y/o el agotamiento de los sustratos energéticos desminuyen tanto el procesamiento de la información como las funciones de la memoria¹.

Uno de los métodos más utilizados para medir la fatiga del sistema nervioso central y la función cognitiva ha sido la utilización de los Umbrales Flicker Fusion (UFF)²⁻⁴. Ya en 1952 Simonson y Brožec⁵ mostraron la relación que existía entre los UFF, el nivel de activación cortical y la fatiga del sistema nervioso central (SNC), postulando que una disminución en los UFF entraría relacionada con un aumento en la fatiga del SNC, aunque recientes investigaciones plantean que los UFF únicamente son válidos para medir el nivel de activación cortical⁶. La valoración de los UFF ha sido utilizada para la valoración de la fatiga central por diversos autores⁶⁻¹⁰. Considerando, dentro del ámbito deportivo y de la psicología, los UFF un sistema válido para este cometido.

Además de los tres grupos de ejercicios que postuló Tomporowski¹, varios autores han estudiado los UFF en sujetos desentrenados^{2,8} aunque este grupo guarda poca relación con el estudio realizado, al revisar la literatura científica de trabajos realizados en sujetos entrenados y en ejercicio encontramos relacionado con el primer grupo de ejercicio (estímulos anaeróbicos intensos hasta el agotamiento y ejercicios hasta alcanzar el VO_{2max}), únicamente el estudio de Davranche y Pichon⁶, que al estudiar los cambios en los UFF en 7 sujetos físicamente activos al finalizar un test

de VO_{2max} en cicloergómetro pudieron comprobar como la sensibilidad sensorial aumentaba después de este test. Sin embargo no observaron diferencias significativas en el criterio subjetivo.

El segundo grupo de ejercicios (ejercicios aeróbicos de corta duración y anaeróbicos) sólo hallamos el trabajo de Presland, *et al.*¹¹ que estudiaron a 15 sujetos sanos después de realizar una prueba de ciclismo hasta la extenuación al 70% del VO_{2max} comprobaron como existía un aumento significativo ($p < 0.05$) de los UFF (39.2 ± 2.3 vs 41.7 ± 3.0 Hz) También dentro de esta línea podemos considerar el estudio realizado sobre 12 sujetos (6 hombres y 6 mujeres) que pedalearon en un cicloergómetro durante 15' con una carga del 50% de su potencia aeróbica máxima mostraba como la sensibilidad sensorial aumentaba de 33.01 ± 4 a 34.45 ± 4 Hz¹².

Dentro del estudio de los UFF en esfuerzos de larga duración y baja intensidad (tercer grupo de ejercicios), podemos observar el realizado por Davranche y Audifren¹³ que comprobaron al analizar a 16 sujetos con experiencia específica en deportes con toma de decisiones (fútbol, balonmano, baloncesto y tenis) como la realización de estímulos de 20' al 20% y al 50% de la potencia aeróbica máxima en cicloergómetro mejoran su rendimiento cognitivo. En otro estudio realizado con ciclistas se pudo comprobar como después de 120' de pedaleo al 60% del VO_{2max} se producía un descenso significativo de los UFF¹⁴.

Desligado de los efectos agudos de diferentes ejercicios sobre el SNC Dustmand, *et al.*¹⁵ realizaron un estudio a largo plazo sobre los efectos de un programa de entrenamiento aeróbico sobre los UFF. Este estudio mostró cómo los valores en los UFF tanto en hombres como en mujeres fueron mejores que los obtenidos antes de realizar el programa de entrenamiento aeróbico. Estos sujetos realizaron un entrenamiento aeróbico durante cuatro meses (3 sesiones/semana 1 h andando). También Raghuraj y Telles¹⁶ en comprobaron en un grupo de 30 mujeres jóvenes como después de 6 meses de practica de yoga los valores de los UFF disminuían respecto a un grupo que no realizó yoga.

El presente trabajo de investigación pretende continuar el estudio de los cambios en los UFF en diferentes tipos de estímulos deportivos y cubrir la falta de trabajos de investigación realizados en ejercicios totalmente anaeróbicos y aquellos en los que se alcanza el VO_{2max} . Por ello se plantea como objetivo de estudio analizar los cambios en los UFF después de realizar en una prueba incremental en cicloergómetro en la que se logra el Consumo Máximo de Oxígeno (VO_{2max}).

MATERIAL Y MÉTODO

La muestra la componen 30 sujetos varones (71.6 ± 8.6 kg, 175.8 ± 8.1 cm, 25.2 ± 9.5 años, $14.7 \pm 4.3\%$ grasa) pertenecientes a una población de ciclistas entrenados (VO_{2max} [ml/kg/min] 60.8 ± 6.5 , VO_{2max} [l]: $4.3 \pm .5$). Los resultados completos se muestran en la Tabla 1. La altura se midió con un tallímetro SECA 222 (Apling, Barcelona, España), para la medición del peso y el % de grasa se utilizó un método de impedancia bioeléctrica multifrecuencial directo a través del sistema Inbody 720 (Biospace, Seoul, Korea). Todos los sujetos fueron informados de los riesgos de la investigación y firmaron un documento de consentimiento informado antes de realizar el estudio. Se realizó un test incremental para determinar el VO_{2max} en cicloergómetro (Lode Excalibur, Lode BV, Groningen, Holanda). El protocolo constaba de un calentamiento de 5' a 75W, el comienzo del test se realizaba a 100W y posteriormente se aumentaban 50W cada minuto hasta la extenuación del sujeto. La frecuencia de pedaleo fue de entre 90 y 105 rpm. El VO_{2max}

se determinó a través del sistema de análisis de gases CPX Ultima (Medical Graphics Corporation, St. Paul MN, 55127). Todos los sujetos de estudio lograron el VO_{2max} según lo definido por los siguientes criterios¹⁷:

- Observación de una meseta en los valores de VO_2 a pesar de un aumento de la carga de trabajo.
- Relación de intercambio respiratorio VCO_2/VO_2 mayor de 1,10.

Previo al test y al término de éste, se realizaron las mediciones de los UFF mediante el sistema Lafayette Instrument Flicker Fusion Control Unit (Model 12021).

Este sistema consta de dos diodos emisores de luz blanca (58 cd/m^2) que se exponen simultáneamente en el sistema, uno para el ojo izquierdo y otro para el ojo derecho. Los diodos están separados por 2,75 cm y una distancia entre estos y el ojo de 15 cm y un ángulo de visión de $1,9^\circ$. El fondo del interior del sistema está pintado de color negro mate para reducir al mínimo las interferencias.

Se realizaron 2 tests diferentes, uno ascendente y otro descendente. En el primero, ascendente, el sujeto debía detectar el cambio de una luz discontinua a una luz continua. En el segundo test, descendente, el sujeto debía detectar el cambio de una luz continua a una luz discontinua. Cuando se detectaba el cambio en las luces el sujeto debía activar un pulsador⁶. Los sujetos realizaban tres veces cada uno de los test con un intervalo entre cada test de 5 segundos a las siguientes frecuencias:

- 1º Test. 0 a 100 Hz: ascendente.
- 2º Test. 100 a 0 Hz: descendente.

En cada uno de los test se cuantificó el tiempo que los sujetos tardaban en detectar los cambios en las luces desde el comienzo del test hasta el momento de activar el pulsador, para poder determinar los UFF:

Características	Valores ciclistas
Edad	25.2 ± 9.8 años
Altura	175.8 ± 8.1 cm
Peso	71.6 ± 8.6 kg
% Grasa	14.7 ± 4.3
Nivel de actividad	Amateur
Organización del entrenamiento	Programa de entrenamiento organizado
Competición	Sí

TABLA 1.
Características de los sujetos de estudio

- UFFa - (Umbral Flicker Fusion ascendente), valores obtenidos en el test ascendente.
- UFFd - (Umbral Flicker Fusion descendente), valores obtenidos en el test descendente.
- UFFc - (Umbral Flicker Fusion clásico), diferencia de la suma de los valores obtenidos en el test ascendente y la suma de los valores obtenidos en el test descendente.
- CS (Criterio Subjetivo), diferencia entre la media de los valores obtenidos en el test ascendente y la media de los valores obtenidos en el test descendente.
- SS - (Sensibilidad Sensorial), suma de los valores obtenidos en los test ascendentes y descendentes.

Previo al test, los sujetos tuvieron una fase de práctica para familiarizarse con el protocolo en el cual realizaban 3 veces el test ascendente y otras tres veces el test descendente. La fiabilidad test-retest fue realizada durante esta fase utilizando el coeficiente de correlación intraclass, los resultados de los ciclistas oscilan en un rango comprendido entre 0.80 y 0.97.

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS 17.0. Primero se comprobó la normalidad de la muestra en las variables de fatiga estudiada, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se comprobó la normalidad de la muestra. Después se realizó una prueba T para muestras relacionadas cuando se asumieron la homogeneidad de varianza, la normalidad y la esfericidad. Para todas las comparaciones se aceptó el índice de significación de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los valores obtenidos por los sujetos en el test incremental para determinar el VO_{2max} se muestran en la Tabla 1. Los resultados muestran como el VO_{2max} se alcanzó con una media de 422.2 ± 50.7 W y 186.7 ± 5.5 p/min. La ventilación y la frecuencia respiratoria en ese momento fueron de

$168,1 \pm 34,9$ l/min y $58,6 \pm 8,3$ resp/min respectivamente. El VO_{2max} obtenido fue de $4,105 \pm 0,522$ ml/min y la RER de $1,3 \pm 0,0$.

Después del test incremental podemos ver cómo los UFFa y los UFFd disminuyen ligeramente (Figura 1), siendo esta diferencia no significativa. Ambos umbrales variaron un 4% respecto a los resultados del pretest (Figura 2). Los valores del UFFc aumentan un 15.1% aunque éstos no son estadísticamente significativos, como reflejan las Figuras 2 y 3. Los datos del CS muestran una disminución de un 3.5% pero al igual que los demás umbrales tampoco son estadísticamente significativos. Por último, se puede comprobar como los valores de la SS aumentan ligeramente (1.9%) pero no de forma significativa. Los resultados completos de los diferentes UFF se muestran en la Tabla 2.

DISCUSIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los cambios en los UFF después de realizar en

	Resultados medios (media \pm DT)
Potencia (W)	$422,2 \pm 50,7$
Frecuencia cardiaca (p/min)	$186,7 \pm 5,5$
Ventilación (l/min)	$168,1 \pm 34,9$
VO_2 (ml/kg/min)	$57,3 \pm 6,2$
VO_2 (ml/min)	$4105,1 \pm 522,0$
Frecuencia respiratoria (resp/min)	$58,6 \pm 8,3$
RER	$1,3 \pm 0,0$

TABLA 2.
Resultados obtenidos en el test de VO_{2max}

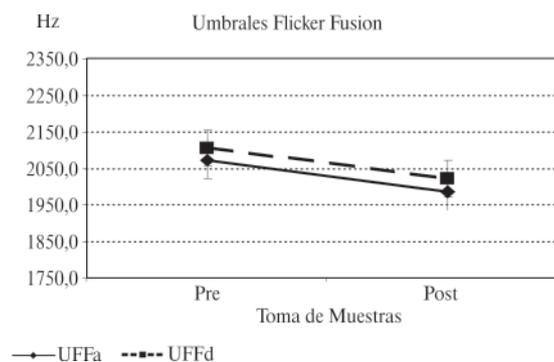


FIGURA 1.
Valores de los UFFa y UFFd

una prueba incremental en cicloergómetro en la que se logra el Consumo Máximo de Oxígeno (VO_{2max}). A la luz de los datos obtenidos tras la prueba incremental comprobamos como los ciclistas amateur analizados no muestran diferencias significativas en los diferentes UFF. Basándonos en estos resultados y viendo como los UFF no se modifican significativamente y de acuerdo a lo demostrado por Li, *et al.*⁸ no existi-

ría una disminución en la sensibilidad sensorial y un incremento del nivel de activación cortical. La aparición de fatiga en este tipo de estímulos podría deberse a factores tales como la fatiga muscular¹⁹⁻²⁰ más que a factores que afecten al sistema nervioso central. Al analizar individualmente cada parámetro de estudio podemos comprobar como los valores de los UFFc aumentaron (un 15%) después de realizar la prueba de VO_{2max} y aunque la diferencia no fue significativa, muestra una tendencia similar a la observada por Presland, *et al.*¹¹ en sujetos después de realizar una prueba de ciclismo a una intensidad del 70% del Vo_{2max} hasta la extenuación. Estos valores en los UFFc estarían en consonancia con la teoría de Tomporowski¹ que postuló que los ejercicios anaeróbicos intensos hasta el agotamiento y hasta alcanzar el VO_{2max} no influyen sobre el SNC.

El ligero descenso de los valores del CS no presenta diferencias significativas, al igual que en los estudios de Davranche^{6,12} en dos pruebas, una de VO_{2max} y otra al 50% del VO_{2max} , en donde tampoco se modificaron los valores de este parámetro.

Si nos centramos en los resultados de la SS, comprobamos como éstos se mantienen prácticamente inalterados. Este resultado coincide con el estudio realizado por Davranche, *et al.*¹³ en sujetos después de realizar 15' en cicloergómetro al 50% de su potencia aeróbica máxima; pero es contrario al de Davranche y Pichon⁶ que en su estudio si vieron diferencias en la SS después de realizar un test de VO_{2max} en cicloergómetro. Esta falta de concordancia en los resultados del estudio de Davranche y Pichon⁶ y el presente,

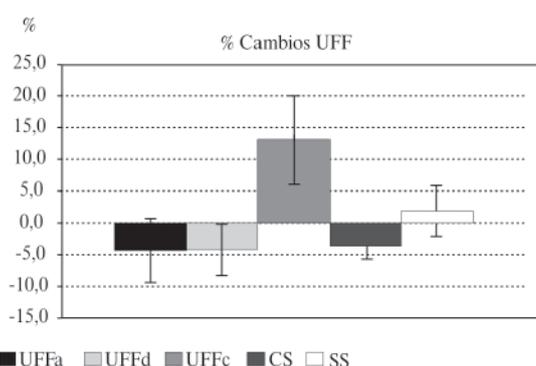


FIGURA 2. Porcentajes de cambio UFF

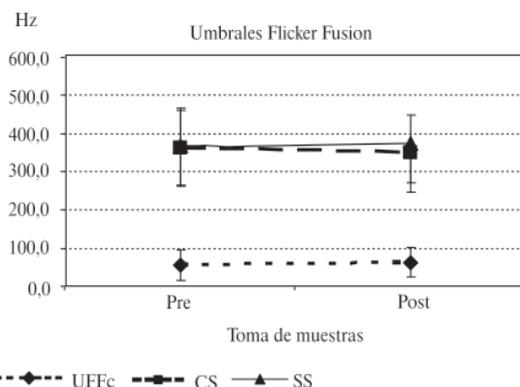


FIGURA 3. Valores de los UFFc, CS y SS

Toma	Umbral Flicker Fusion									
	UFFa (Hz)	% cambio	UFFd (Hz)	% cambio	UFFc (Hz)	% cambio	CS (Hz)	% cambio	SS (Hz)	% cambio
Pre	2071,5±586,5		2106,3±601,5		55,0±144,0		361,4±103,3		366,9±87,0	
Post	1985,0±666,1	-4,2	2021,1±682,2	-4,0	63,3±144,4	15,1	348,6±117,5	-3,5	373,7±90,5	1,9

TABLA 3. Resultados obtenidos en los UFF

UFFa - Umbral Flicker Fusion ascendente; UFFd - Umbral Flicker Fusion descendente; UFFc - Umbral Flicker Fusion clásico; CS - Criterio subjetivo; SS - Sensibilidad Sensorial.

puede ser debida a la realización de un protocolo de realización del test para alcanzar el VO_{2max} diferente (aumentos de 25 W cada minuto a 60 rpm) que el utilizado en esta investigación, ya que los resultados fisiológicos fueron similares, 54 ± 11 ml/kg/min y 186 ± 6 p/min en el estudio de Dayvrnache y Pichon y 57.3 ± 6.2 ml/kg/min y 186.7 ± 5.5 p/min en este estudio. Tampoco coincide con el estudio de Grego, *et al.*¹⁴ en el cual si se observó un descenso, aunque en este estudio el esfuerzo realizado fue de 120' de ciclismo al

60% del VO_{2max} . De todas maneras se necesitan más estudios sobre este tipo de ejercicios para poder comprobar la influencia real en los diferentes UFF y en la fatiga del SNC.

Por lo tanto, podemos concluir que una prueba incremental hasta alcanzar el VO_{2max} en cicloergómetro no parece que genere fatiga en el Sistema Nervioso Central ni altere la función cognitiva al no modificarse los UFF en ciclistas de categoría amateur.

B I B L I O G R A F Í A

1. Tomporowski P. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*. 2003;112:297-324.
2. Bobon DP, Lecoq A, von Freckell R, Mormont I, Lavergne G, Lottin T. La fréquence critique de fusion visuelle en psychopathologie et en psychopharmacologie. *Acta Psychiatrica Belgica*. 1982;82:7-112.
3. Herskovic J, Kietzman M, Sutton S. Visual flicker in depression: response criteria, confidence ratings and response times. *Psychological Medicine*. 1986;16:187-97.
4. Ghozlan A, Widlöcher D. Ascending-descending threshold difference and internal subjective judgment in CFF measurements of depressed patients before and after clinical improvement. *Perceptual & Motor Skills*. 1993;77:435-9.
5. Simonson E, Brožek J. Flicker fusion frequency: background and applications. *Physiological Reviews*. 1952;32:349-78.
6. Davranche, K., Pichon, A. Critical Flicker Frequency Threshold Increment after an exhausting exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2005;27:515-20.
7. Dustman R, Emmerson R, Ruhling R, Shearer D, Steinhaus L, Johnson S, Bonekat H, Shigeoka J. Age and fitness effects on EEG, RPEs, visual sensitivity, and cognition. *Neurobiology of Aging*. 1990;11:193-200.
8. Li Z, Jiao K, Chen M, Wang C. Reducing the effects of driving fatigue with magnitopuncture stimulation. *Accident Analysis and Prevention*. 2004;36:501-5.
9. Godefroy D, Rousseu C, Verduyssen F, Cremieux J, Brisswalter J. Influence of physical exercise on perceptual response in aerobically trained subjects. *Perceptual and Motor Skills*. 2002;94:68-70.
10. Ito S, Kanbayashi T, Takemura T, Kondo H, Inomata S, Szilagyi G, Shimizu T, Nishino S. Acute effects of zolpidem on daytime alertness, psychomotor and physical performance. *Neuroscience Research*. 2007;59(3):309-13.
11. Presland J, Dowson S, Cairns S. Changes of motor drive, cortical arousal and perceived exertion following prolonged cycling to exhaustion. *European Journal Applied Physiology*. 2005;95:42-51.
12. Davranche K, Burle B, Audiffren M, Hasbroucq T. Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Experimental Brain Research*, 2005;165:532-40.
13. Davranche K, Audiffren M. Facilitating effects of exercise on information processing, 2004;22:419-28.
14. Grego F, Vallier J, Collardeau M, Rousseu C, Cremieux J, Brisswalter J. Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *Internacional Journal of Sports Medicine*. 2005;26(1):27-33.
15. Dustman R, Ruhling R, Russell E, Shearer S, Bonekat H, Shigeoka J, Wood J, Bradfor D. Aerobic Exercise training and improved neuropsychological

- function of older individuals. *Neurobiology of Aging*. 1984;5:35-42.
16. **Raghuraj P, Telles S.** Muscle power, dexterity skill and visual perception in community home girls trained in yoga or sports and in regular school girls. *Indian Journal Physiological Pharmacology*. 1997;41(4):409-15.
17. **Withers R, Gore C, Gass G, Hahn A.** Determination Maximal Oxygen Consumption (VO₂max) or Maximal Aerobic Power. En: Gore C (ed.). *Physiological Tests for Elite Athletes*. Leeds: Human Kinetics, 2000:122.
18. **Coarasa A, Villarroya A, Ros R, Moros M.** Respuesta eléctrica en el músculo fatigado. *Archivos de Medicina del Deporte*. 1989;21:41.
19. **Coarasa A, Ros R, Asirón P, Moros M, Villarroya A.** Fatiga muscular como factor limitante de esfuerzo. *Archivos de Medicina del Deporte* 1994;44:331.
20. **Bongbele J, Gutiérrez A.** Bases bioquímicas de la fatiga muscular durante esfuerzos máximos de tipo anaeróbico. *Archivos de Medicina del Deporte*, 1990;25:49.

Tras valoración efectuada por la Comisión Científica de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE) al trabajo bajo el título de *“Intensidad de esfuerzo realizado en la extinción de incendios forestales”* de los autores: Jose G. Villa, Raúl Pernía, José A. Rodríguez Marroyo, Jorge López-Satué, María C. Ávila, Juan García-López, Paulo R. Mendonça, Sergio Moreno y Belén Carballo, insertado en el número 133, Volumen XXVI, de septiembre-octubre 2009, le ha sido concedido el **PREMIO AL MEJOR ARTICULO ORIGINAL** publicado en la revista Archivos de Medicina del Deporte durante el año 2009.