

FATIGA DEL SISTEMA NERVIOSO DESPUÉS DE UNA PRUEBA DE CONTRARRELOJ DE 30' EN CICLOERGÓMETRO EN CICLISTAS JÓVENES

Clemente, V. J.

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla la Mancha

RESUMEN

Varios autores han estudiado la influencia del ejercicio sobre el sistema nervioso y el funcionamiento cognitivo en sujetos desentrenados y ante diferentes estímulos de ejercicio mediante los Umbrales Flicker Fusion (UFF). Aunque el efecto en el sistema nervioso central (SNC) de estímulos máximos aeróbicos no está muy estudiado. El presente trabajo de investigación pretende estudiar los cambios en los UFF antes y después de realizar una contrareloj de 30' en cicloergómetro, como medio para valorar la fatiga del SNC.

La muestra la componen 9 sujetos varones (72.1±5.59 Kg., 180.3±6.43 cm, 17.4±0.7 años, 14.1±2.69 % grasa, 22.2±1.65 Kg./m² de IMC, VO₂max [ml/ Kg./min.] 83.24±4.06, VO₂max [l]: 5.95±0.53).

Se realizó una prueba de 30' máximo en cicloergómetro. Previo al test y al finalizar éste, se realizaron las mediciones de los UFF ascendente, descendente y clásico, criterio subjetivo y sensibilidad sensorial. Cada sujeto realizó el test de UFF en tres ocasiones obteniéndose un valor promedio.

Los resultados muestran cómo los UFF aumentan después de la prueba. Con estos resultados podemos concluir que una prueba máxima de 30' en cicloergómetro no parece que generen fatiga en el Sistema Nervioso Central medida con el sistema Flicker Fusion, al no disminuir los distintos UFF.

Palabras clave: Sistema nervioso central, Fatiga, Umbrales Flicker Fusion, cicloergómetro

ABSTRACT

Several authors have studied the influence of exercise on the nervous system and cognitive performance in untrained subjects and to different stimuli of exercise using the Flicker Fusion Threshold (UFF). Although the effect on the central nervous system (CNS) of maximum aerobic stimuli is not well studied. The aim of this investigation is study the changes in UFF before and after a time trial of 30 'on a cycle ergometer, to evaluated the fatigue of the CNS.

The sample consisted of nine male subjects (72.1±5.59 kg, 180.3±6.43 cm, 17.4±0.7 years, 14.1±2.69% fat, 22.2±1.65 kg/m² of BMI, VO₂max [ml/kg/min.] 83.24±4.06, VO₂max [l]: 5.95±0.53).

A test was conducted of 30 'maximum cycle ergometer. Befrore and after the test, we measured UFF ascending, descending and classic, sensory sensitivity and subjective criteria. Each subject performed the test three times UFF obtaining an average value.

The results show how the UFF increase after the test. With these results we conclude that a maximal of 30 'on a cycle ergometer does not generate fatigue in the central nervous system as the system Flicker Fusion, because UFF does not decrease.

Key Words: Central Nervous System, Fatigue, Flicker Fusion Threshold, Cycle Ergometer

Correspondencia:

Vicente Clemente Suárez

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla la Mancha.

Avda Carlos III S/n. 45004 Toledo.

vicente.clemente@uclm.es

Fecha de recepción: 20/05/2010

Fecha de aceptación: 24/11/2010

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 (Bobon et al, 1982; Tomporowski, 2003; Davranche y Pichot, 2005; Ito et al, 2007). 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 VO₂max 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 superiores a una hora de duración facilitan los mecanismos de procesamiento de la información mientras que los ejercicios submáximos que conducen a la deshidratación y/o el agotamiento de los sustratos energéticos disminuyen tanto el procesamiento de la información como las funciones de la memoria (Tomporowski, 2003).

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) (Bobon et al, 1982; Herskovic et al, 1986; Ghzlan y Widlöcher, 1993). Ya en 1952 Simonson y Bro•ec 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 cortical (Davranche y Pichot, 2005). La valoración de los UFF ha sido utilizada para la valoración de la fatiga central por diversos autores (Dustman et al, 1990; Godefroy et al, 2002; Li et al, 2004; Davranche y Pichot, 2005; Ito et al, 2007). 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 Tomporowski (2003), varios autores han estudiado los UFF en sujetos desentrenados (Bobon et al, 1982; Li et al, 2004), aunque este grupo guarda poca relación con el estudio realizado. Centrándonos en nuestro campo de estudio, 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 VO₂max), únicamente el estudio de Davranche y Pichon, (2005) que al estudiar los cambios en los UFF en 7 sujetos físicamente activos al finalizar un test de Vo₂max en cicloergómetro pudieron comprobar como la sensibilidad sensorial aumentaba después de este test. Sin embargo no observaron diferencias significativas en el criterio subjetivo, que son dos de los UFF que se evalúan.

El segundo grupo de ejercicios (ejercicios aeróbicos de corta duración y anaeróbicos) podemos observar el realizado por Davranche y Audifren (2004) 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. También podemos observar el trabajo 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 Hz (Davranche et al, 2005).

Dentro del estudio de los UFF en esfuerzos de larga duración y baja intensidad (tercer grupo de ejercicios), encontramos el trabajo de Presland et al (2005) 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). 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 UFF (Grego et al, 2005). Por último Clemente y Martínez (2010) comprobaron cómo después de hacer una prueba de ultraresistencia de 200km de carrera a pie por relevos, los UFF no se vieron modificados.

Desligado de los efectos agudos de diferentes ejercicios sobre el SNC Dustmand et al (1984) 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) (Withers et al, 2000). También Raghuraj y Telles (1997) comprobaron en un grupo de 30 mujeres jóvenes como después de 6 meses de práctica de yoga los valores de los UFF disminuían respecto a un grupo que no realizó yoga.

La presente 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 aeróbicos máximo con este tipo de características (Toporowski, 2003). Por ello se plantea como objetivo de estudio analizar los cambios en los UFF después de realizar en una contrarreloj de 30' en cicloergómetro en ciclistas de categoría junior.

MÉTODO

Participantes

La muestra la componían 9 sujetos varones (72.1 ± 5.59 Kg., 180.3 ± 6.43 cm, 17.4 ± 0.7 años, 14.1 ± 2.69 % grasa, 22.2 ± 1.65 Kg./m² de IMC, VO_{2max} [ml/ Kg./

min.] 83.24 ± 4.06 , VO_{2max} [I]: 5.95 ± 0.53) pertenecientes a una población de ciclistas entrenados que forman la selección junior de ciclismo de Castilla la Mancha. Los sujetos realizaron primero un test incremental para la obtención de los umbrales lácticos y posteriormente una contrarreloj de 30' a la intensidad alcanzada a los 5 mmol/L de lactato en el test incremental. Todos los sujetos fueron informados de los riesgos de la investigación y firmaron un documento de consentimiento informado antes de realizar el estudio. La altura fue obtenida 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) (Clemente y González, 2010), el VO_{2max} se midió mediante el analizador de gases CPX Medical Graphics Corporation, St. Paul MN, 55127.

Procedimiento

Primero se realizó por la mañana, un test incremental máximo con el objetivo de obtener los umbrales lácticos de los ciclistas en cicloergómetro (Lode Excalibur, Lode BV, Groningen, Holanda) previo a la contrarreloj de 30'. El análisis de las muestras sanguíneas para analizar la concentración sanguínea de lactato se realizó con el analizador de lactato Dr. Lange. Miniphotometer plus LP 20. v 1.4. El protocolo del test incremental constaba de un calentamiento de 10' a 50W, el comienzo del test se realizaba a 100W y posteriormente se aumentaban 50W cada 5 minutos hasta la extenuación del sujeto. La frecuencia de pedaleo fue de entre 90 y 105 rpm.

Posteriormente por la tarde, se realizó la contrarreloj de 30', que constaba de un calentamiento de 10' a 50w con 3 cambios de ritmo de 15" a la potencia a la que tenían que empezar el test. La potencia con la que comenzaban el test era la potencia alcanzada a una concentración de lactato de 5 mmol/L, determinada mediante los valores obtenidos en el test de umbrales previo. A los sujetos se les daba la premisa de que debían realizar la contrarreloj a la mayor potencia posible, por ello cada cinco minutos de prueba los sujetos podían subir, mantener o bajar la potencia en el cicloergómetro. En el test se tomaban los datos de fuerza media y carga media a través del cicloergómetro Lode Excalibur, Lode BV, Groningen, Holanda, la frecuencia cardiaca mediante un medidor de frecuencia cardiaca polar S-810. Polar Electro Ibérica. Barcelona y la percepción subjetiva de esfuerzo medida en la escala 6 – 20 RPE (Borg, 1970).

Instrumentos

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/m²) 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°. 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 pulsador (Davranche y Pichon, 2005). Los sujetos realizaban tres veces cada uno de los test con un intervalo entre cada test de 5 segundos a las siguientes frecuencias:

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

Previo al test de UFF, 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.

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:

- 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

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS 17.0. Primero se comprobó si se cumplen las hipótesis de normalidad y de homocedasticidad de varianzas realizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Will. Para las variables que cumplían la hipótesis de normalidad y homocedasticidad se realizó un

Análisis de la Varianza para medidas repetidas con un post hoc de Bonferroni. Para las variables que no cumplían la hipótesis de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba Friedman para ver si existían diferencias significativas para posteriormente realizar el test de Wilkosen para medidas repetidas con post hoc de Bonferroni. Para todas las comparaciones se aceptó el índice de significación de $p < 0.05$.

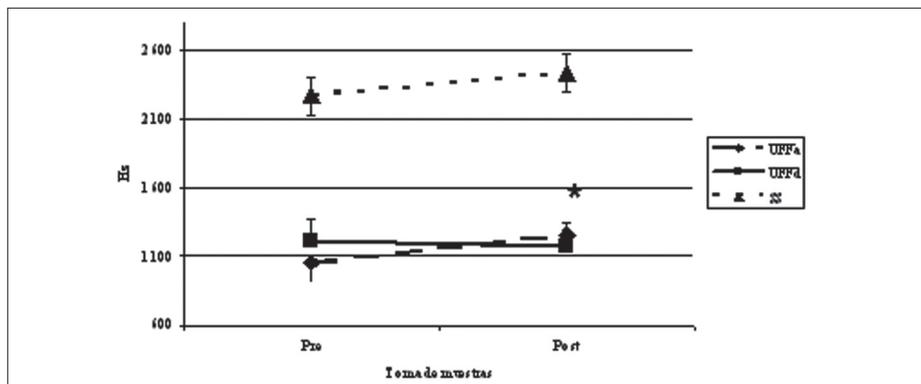
RESULTADOS

Los valores obtenidos por los sujetos en la contrarreloj de 30' en cicloergómetro se muestran en la tabla 1. Los resultados muestran como realizaron una carga de trabajo media de $214,4 \pm 36.6$ w alcanzando un promedio de $170,7 \pm 35.8$ p/min durante la prueba. La percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) fue de $15,3 \pm 2.5$ y la fuerza media de pedaleo fue de $20,1 \pm 4.4$ N.

TABLA 1
Resultados obtenidos en el test máximo

	Resultados Medios (media±DT)
Carga de trabajo (w)	214.4 ± 36.6
Frecuencia cardiaca (p/min)	170.7 ± 35.8
Concentración lactato (mmol/L)	6.4 ± 2.3
Percepción de esfuerzo (Borg)	15.3 ± 2.5
Fuerza media de pedaleo (N)	20.1 ± 4.4

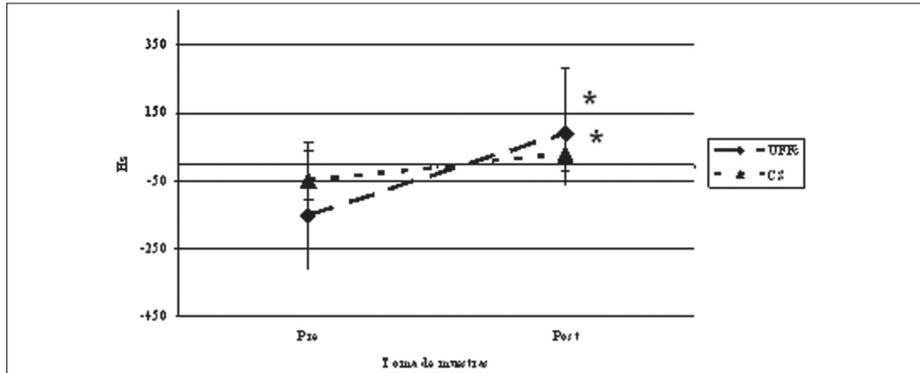
Después del test incremental podemos ver cómo el UFFa aumentó significativamente ($p < 0.05$) un 19.5% y el UFFd disminuyó ligeramente un 3.1% respecto a la toma basal (figura 1), siendo esta diferencia no significativa.



UFFa - Umbral Flicker Fusion ascendente; UFFd - Umbral Flicker Fusion descendente; UFFc - Umbral Flicker Fusion clásico; CS - Criterio subjetivo; SS - Sensibilidad Sensorial.* $p < 0.05$

FIGURA 1. Valores de los UFFa, UFFd y SS

Los valores del UFFc aumentaron significativamente un 41.2 %, (figura 2). Los datos del CS muestran un aumento significativo de un 41.2% al realizar la contrarreloj de 30' en cicloergómetro, pasando de un valor de -50.9 ± 113.4 Hz a 29.9 ± 52.3 Hz. Por último, se puede comprobar como los valores de la SS aumentan un 7.4%, (2261.0 ± 370.6 vs 2428.6 ± 126.6 Hz) pero no de forma significativa.



UFFa - Umbral Flicker Fusion ascendente; UFFd - Umbral Flicker Fusion descendente; UFFc - Umbral Flicker Fusion clásico; CS - Criterio subjetivo; SS - Sensibilidad Sensorial. * $p < 0.05$

FIGURA 2. Valores de los UFFc y CS.

Los resultados completos de los diferentes UFF se muestran en la tabla 2.

TABLA 2
Resultados obtenidos en los UFF

Toma	Umbral Flicker Fusion									
	UFFa (Hz)	% cambio	UFFd (Hz)	% cambio	UFFc (Hz)	% cambio	CS (Hz)	% cambio	SS (Hz)	% cambio
Pre	1054.1 ± 313.9	19.5 *	1206.9 ± 167.3	-3.1	-152.8 ± 340.2	41.2 *	-50.9 ± 113.4	41.2 *	2261.0 ± 370.6	7.4
Post	1259.3 ± 140.3		1169.4 ± 25.3		89.9 ± 156.9		29.9 ± 52.3		2428.6 ± 126.6	

UFFa - Umbral Flicker Fusion ascendente; UFFd - Umbral Flicker Fusion descendente; UFFc - Umbral Flicker Fusion clásico; CS - Criterio subjetivo; SS - Sensibilidad Sensorial. * $p < 0.05$.

DISCUSIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los cambios en los UFF después de realizar en una prueba máxima de 30' simulando una contrarreloj desarro-

llada en cicloergómetro en ciclistas jóvenes de categoría junior. A la luz de los datos obtenidos tras la prueba comprobamos como los ciclistas analizados muestran un aumento general en los diferentes UFF. Basándonos en estos resultados y viendo como los UFFa, UFFc y CS aumentan significativamente y de acuerdo a lo demostrado por Li et al (2004) no existiría un descenso en la sensibilidad sensorial y un incremento del nivel de activación cortical. Por lo tanto la aparición de fatiga en este tipo de estímulos podría deberse a otro tipo de factores tales como la fatiga muscular (Coarasa et al, 1989; Coarasa et al, 1994; Bongbele y Gutiérrez, 1990) o al acumulo de metabolitos (Petibois et al, 2003). Al analizar individualmente cada parámetro de estudio podemos comprobar cómo los valores de los UFFc aumentaron (un 41.2%) después de realizar la contrarreloj, esta tendencia es similar a la observada por Presland et al (2005) en sujetos después de realizar una prueba de ciclismo a una intensidad del 70% del Vo2max hasta la extenuación. Estos valores en los UFFc estarían en consonancia con la teoría de Tomporowski (2003) que postuló que los ejercicios aeróbicos de corta duración y anaeróbicos producen una mejora del rendimiento cognitivo general.

El aumento significativo de los valores del CS es contrario al obtenido en los estudios de Davranche et al (2005) y Grego et al (2005) en dos pruebas, una de VO2max y otra al 50% del VO2max, en donde tampoco se modificaron los valores de este parámetro. Esta diferencia puede ser debida a que estos estímulos difieren del realizado en esta investigación.

Si nos centramos en los resultados de la SS, comprobamos como estos aumentan, aunque no significativamente. Este resultado coincide con el estudio realizado por Davranche et al (2005) en sujetos después de realizar 15' en cicloergómetro al 50% de su potencia aeróbica máxima; pero es contrario al de Davranche y Pichon (2005) que en su estudio si vieron diferencias significativas en la SS después de realizar un test de VO2max en cicloergómetro. Esta falta de concordancia en los resultados del estudio de Davranche y Pichon (2005) y el presente, puede ser debida a la realización de un test progresivo máximo, ya que en ese estudio la prueba tenía como objetivo alcanzar mantener la intensidad mayor durante los 30'. Tampoco coincide con el estudio de Grego et al (2005) en el cual si se observó un descenso, aunque en este estudio el esfuerzo realizado fue de 120' de ciclismo al 60% del VO2max. Se puede observar como diferentes estímulos provocan una respuesta desigual en los UFF.

Por lo tanto, se puede concluir que una prueba máxima de 30' simulando una contrarreloj desarrollada en cicloergómetro en ciclistas de categoría junior no parece que genere fatiga en el sistema nervioso central al aumentar los UFF. Este estudio permite aumentar el conocimiento sobre los posibles mecanismos de fatiga im-

plicados en este tipo de pruebas, y marca el camino para futuros trabajos de investigación que continúen estudiando la respuesta del SNC en diferentes tipos de cargas y estímulos de entrenamiento.

REFERENCIAS

- Bobon, D.P., Lecoq, A., von Frenckell, 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
- Bongbele, J., Gutiérrez A. Bases bioquímicas de la fatiga muscular durante esfuerzos máximos de tipo anaeróbico. *Archivos de Medicina del Deporte*, 1990; 25: 49.
- Borg, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1970; 2(2), 92-98
- Clemente, V., González, J.M. Modificaciones en la composición corporal después de realizar una prueba de ultrarresistencia de 1.700 km en bicicleta de montaña. *Ciencia, Cultura y Deporte*, 2010; 14(5): 95-99.
- Clemente, V., Martínez, R. Fatiga del sistema nervioso mediante umbrales Flicker Fusion después de una prueba de ultrarresistencia por relevos de 200 km. *Cultura Ciencia y Deporte*. 2010; 13(5): 33-38.
- 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.
- Coarasa, A., Villarroya, A., Ros, R., Moros, M. Respuesta eléctrica en el músculo fatigado. *Archivos de Medicina del Deporte*, 1989; 21: 41.
- Davranche, K. y Audiffren, M.: *Facilitating effects of exercise on information processing*, 2004; 22: 419-428.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M., Hasbroucq, T. Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Experimental Brain Research*, 2005; 165: 532-540.
- Davranche, K., Pichon, A. Critical Flicker Frequency Threshold Increment after an exhausting exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2005; 27: 515-520.
- 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.
- Dustman, R., Ruhling, R., Russell, E., Shearer, S., Bonekat, H., Shigeoka, J., Wood, J., Bradford, D. Aerobic Exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiology of Aging*, 1984; 5: 35-42.
- 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: 435-439.
- Godefroy, D., Rousseu, C., Vercruyssen, F., Cremieux, J., & Brisswalter, J. Influence of physical exercise on perceptual response in aerobically trained subjects. *Perceptual and Motor Skills*, 2002 ; 94: 68-70.

- 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.
- Herskovic J., Kietzman, M., Sutton, S. Visual flicker in depression: response criteria, confidence ratings and response times. *Psychological Medicine*, 1986; 16:187-197.
- 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): 309-313.
- Li, Z., Jiao, K., Chen, M., Wang, C. Reducing the effects of driving fatigue with magnitopuncture stimulation. *Accident Analysis and Prevention*, 2004; 36: 501-505.
- Petibois, C., Cazorla, G., Poortmans, J-R., Déléris, G. Biochemical aspects of overtraining in endurance sports: the metabolism alteration process syndrome. *Sports Medicine*, 2003;33(2): 83-94.
- 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.
- 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): 409-415.
- Simonson, E., Broek, J. Flicker fusion frequency: background and applications. *Physiological Reviews*, 1952; 32: 349-378
- Tomporowski, P. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 2003; 112: 297-324.
- Withers, R., Gore, C., Gass, G., Hahn, A. Determination Maximal Oxygen Consumption (VO₂max) or Maximal Aerobic Power. En C. Gore (Ed.), *Physiological Tests for Elite Athletes*. Leeds: *Human Kinetics*, 2000:122.