

Revisión

PSICOLOGÍA DE LA FATIGA II **PSYCHOLOGY OF FATIGUE II**

Juan Antonio Martínez- Mesa
Departamento de psicología, Instituto de Medicina del Deporte

RESUMEN

El propósito fundamental del trabajo es explicar a partir de un análisis crítico la evolución que ha tenido el estudio de la fatiga en la actividad deportiva y en las ciencias en general. Los aspectos principales que se han abordado están fundamentados en consideraciones teóricas y experimentales en esta línea de trabajo. Se exponen los diferentes métodos existentes en su medición, sus principales características y utilización para a partir de esto llegar a consideraciones objetivas y predictivas del rendimiento deportivo con la utilización de métodos directos e indirectos de medición.

Palabras claves: Frecuencia crítica de fusión ocular, flicker, signos de latencia de carga.

ABSTRACTS

The fundamental purpose of work is to explain as from a critical analysis the evolution that has had the study of fatigue in sports activity in sciences and in general. The major issues that have been discussed are well-founded in theoretic and experimental considerations in this line of work. We expose the different existent methods, their principal characteristics and utilization in order to receive objective and predictive considerations of the sports performance with the utilization of direct and indirect methods of measurement.

Key words: Cutoff frequency of ocular fusion, flicker, signs of charging latency

INTRODUCCIÓN

La fatiga ha sido estudiada y medida a partir de diferentes métodos (1) entre ellos los métodos directos e indirectos de medición.

Los métodos directos son aquellos con los cuales se toma una muestra del comportamiento de determinado índice orgánico del sujeto, para inducir a partir

Correspondencia: Juan Antonio Martínez Mesa,
Departamento de Psicología,
Instituto de Medicina del Deporte,
Calle 10 esquina 100. Embil, La Habana, Cuba

Email: jamm@infomed.sld.cu

Recibido: 2 de Junio 2011

Aceptado: 2 Agosto 2011

del mismo el grado de fatiga. Estos métodos poseen un carácter objetivo y específico.

Un ejemplo común de método directo es la medida de la frecuencia cardiaca, la cual a partir de una muestra de la conducta del índice cardiaco se puede hacer una construcción teórica del estado de fatiga que está experimentando un sujeto.

Los métodos indirectos son aquellos con los que se toma una muestra del comportamiento orgánico del sujeto, ya sea de su estado general o de determinado sistema orgánico, pero no midiendo directamente el índice, sino a partir de su valoración personal. Estos métodos son subjetivos y le dan una gran participación a la conciencia. Ellos han demostrado una alta eficiencia de acuerdo al adiestramiento perceptivo de los sujetos. Estos métodos son más generales.

Entre ellos encontramos las escalas autovalorativas y los tests psicológicos especializados.

DESARROLLO

1. Los métodos indirectos.

Las escalas autovalorativas tienen sus orígenes a partir del concepto de cansancio percibido enunciado por Borg (2), quien lo definió como el grado de pesadez y tensión experimentadas durante el trabajo físico. Este concepto fue evolucionando hasta llegar (3) al de percepción subjetiva de cansancio a partir del cual se crean las llamadas escalas autovalorativas de cansancio y de esfuerzo,

llevando la percepción subjetiva de cansancio estimada a una valoración numérica en escala (4). Se traslada lo subjetivo a una unidad de medición.

En sus estudios Borg comenzó a relacionar medidas objetivas de trabajo físico con medidas subjetivas con un alto grado de fiabilidad y construyó una escala del 6 al 20 que representa una frecuencia cardiaca de 60 a 200 latidos por minuto, estableciendo una correlación entre el valor del esfuerzo percibido y la frecuencia cardiaca. Años más tarde desarrolló una escala psicofísica para valorar el esfuerzo percibido (Rating of Perceived Exertion) (R.P.E.). En ese mismo año G. Borg y Linderholm (5) comprueban que el nivel de RPE tiene una predicción tan fidedigna de la intensidad del ejercicio como el nivel de frecuencia cardiaca.

Martens (6) ofrece otro sentido a las mediciones subjetivas de la fatiga, considerando la importancia de las demandas de la actividad en las percepciones subjetivas del sujeto que se propone enfrentarlas. Plantea que la percepción individual de las demandas externas puede ser más importante que el establecimiento objetivo de las propias demandas. Similarmente S. Boutcher y Landers (7) y Subhan, y col. (8) proponen que cuando los individuos son colocados en una situación característica, no es ni la situación, ni su ejecución en si lo que determina el estado interno sino más bien su evaluación personal de la situación.

Scott (9) desarrolló un instrumento evaluativo de componente dual, el primero relativo a la tarea misma, o sea, las demandas externas y el segundo a la respuesta personal, la reacción interna. Esas escalas son integradas para

proporcionar una medida de la cantidad de esfuerzo que el individuo experimenta bajo esa condición particular. Parte de la teoría de que el esfuerzo experimentado por un individuo es directamente proporcional a la percepción subjetiva de ese individuo a esas demandas.

Debido a la subjetividad de las respuestas medidas, Scott propone dos rangos para cada una de las sub-escalas. Llamó a esta escala Perceived Strain Scale (PSS) y en un estudio relacionado con el deporte, fue utilizada para discriminar los efectos percibidos de las situaciones estresantes en deportistas de Polo Acuático.

En estudios reportados por Rosales (10) en sujetos hipertensos, se corroboró una correlación significativa entre la escala de percepción subjetiva de cansancio de Borg y la frecuencia cardiaca, así como también entre dicha escala y la presión arterial.

En un interesante estudio realizado en judocas por Rodríguez, Martínez y Rivero (11) se demostró la relación que existe entre la escala PSS y el tipo de carga realizada por el deportista. El estudio constató que existen diferencias significativas en cuanto a la capacidad individual para cubrir el trabajo entre los diferentes tipos de cargas estudiadas. Posteriormente Rodríguez (12) comprueba que existe una relación significativa entre la valoración de las dificultades para cumplimentar las cargas y los niveles de lactato acumulados luego de finalizado su cumplimiento, relación que también demostró con los valores de urea post carga.

De manera general un aspecto que se debe considerar es que existe una relación directa entre la percepción de cansancio o de esfuerzo y la carga suministrada. En la medida en que la carga de trabajo o de entrenamiento aumenta, se deben esperar también aumentos en estas percepciones.

Algunas investigaciones (13) corroboraron correlaciones lineales muy altas entre la intensidad del ejercicio y la frecuencia cardiaca ($r: 0,80 - 0,90$) así como comportamientos lineales de la intensidad del ejercicio con la frecuencia cardiaca y el máximo consumo de oxígeno. No obstante, trabajos posteriores demuestran que la relación es más de naturaleza acelerada que lineal.

A consideraciones como estas nos llevan las conclusiones experimentales realizados por Casariego (14), Casariego, Martínez y Suárez (15) y Martínez, Casariego y Suarez (16) al constatar un aumento significativo de los valores promedios de la percepción subjetiva de cansancio después del suministro de cargas de entrenamiento planificadas. Estos investigadores reportan además que existe relación en el comportamiento de la percepción subjetiva de cansancio antes y después del suministro de cargas en todo el período preparatorio.

Lo cierto es que los métodos indirectos son métodos subjetivos y que su fiabilidad y homogeneidad dependen del grado de adiestramiento de los sujetos a los cuales se les aplican. Se conoce que la percepción de cansancio depende de diversos factores, dentro de los que se enumeran los sensoriales, somáticos, emocionales, umbrales de tolerancia, contexto en que se produce la medición,

etc., integrados dentro de una configuración de concepto de Gestalt que influirá en la elaboración de la respuesta.

Las dificultades mayores en el uso de las escalas autovalorativas en el deporte han sido las originadas por el manejo erróneo que se han hecho de ellas. Los errores más comunes están relacionados con:

1. La interpretación errónea de la validez de la escala. Estas escalas ofrecen una medida de la autovaloración personal del sujeto ante una determinada exigencia, (sea esfuerzo percibido, cansancio percibido, etc.), no la medición de la fatiga. Se pueden tener a partir de determinada autovaloración una aproximación de la magnitud del proceso, pero se debe ser cuidadoso a la hora de hacer generalización del mismo.
2. Errores diagnósticos del proceso medido. Por ser el valor de la medición que ofrece la escala realizado a partir de una valoración consciente, algunos la confunden y refieren que miden fatiga psíquica.
3. No considerar que estas escalas no discriminan procesos no conscientes de fatiga central.

Razones por las cuales recomendamos la utilización de los métodos directos e indirectos para tener una aproximación más cercana al conocimiento de la fatiga.

2. Los métodos directos.

Los métodos directos han demostrado una aproximación más objetiva en el diagnóstico de la fatiga (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), algunas limitaciones

de este proceder son mas producto de la complejidad del proceso, que por el propio método en sí.

Uno de los métodos directos más utilizados en la medición de la llamada fatiga psíquica o central es la medición de los niveles de activación cortical a partir del estudio de la frecuencia crítica de fusión ocular con la prueba de flicker.

La frecuencia crítica de fusión ocular no es más que la capacidad que tiene el ojo para fusionar las imágenes en la retina. Constituye un fenómeno psicofisiológico de carácter central ya que en la producción del mismo intervienen el receptor visual, las vías de transmisión y la corteza cerebral, la cual de acuerdo al grado de activación que posea, condicionara los valores de frecuencia crítica de fusión ocular.

La propia constitución del sistema arco reflejo que interviene en la función que se está midiendo determina su objetividad y es a la vez su fundamento psicofisiológico.

El receptor implicado es el ojo, un receptor exteroceptivo, altamente especializado. En él se encuentra la base receptiva, la retina, estructura compuesta por capas neuronales de mucha similitud con las existentes en la corteza cerebral, por lo que el célebre científico A. R. Luria (24) la consideraría como una formación nerviosa compleja, como un fragmento de la corteza cerebral situado en el exterior. Este investigador de manera magistral señala que la retina del ojo no solo recibe del exterior determinados impulsos, sino que además, se

regula por la influencia directa de los impulsos centrales que cambian la excitabilidad de determinados elementos receptores y permiten tanto disgregar como reunir las estructuras de los impulsos.

Las vías de transmisión corresponden a nervios de altísima especialización estructural y constitutiva que cierran sus impulsos y conexiones en zonas superiores de corteza cerebral, específicamente en la cisura calcarina del lóbulo occipital.

Por ser los efectos del trabajo y en particular los de la fatiga uno de los agentes que pueden influir en el equilibrio de los procesos de inhibición y excitación del Sistema Nervioso Central, se han constituido los valores de frecuencia crítica de fusión ocular determinados antes y después del suministro de cargas de entrenamiento mediante la prueba de flicker como uno de los indicadores más objetivos en la valoración de la llamada fatiga central.

La medición de la frecuencia crítica de fusión ocular se realiza a partir de valores umbrales de percepción en la variación que se produce en un estímulo luminoso que incide directamente en la retina de los sujetos que se someten a este tipo de prueba.

En la aplicación de la prueba se expone al sujeto a un estímulo objetivo, una luz, regularmente aplicada y que cambia su frecuencia lentamente en un rango de exposición entre los 10 y 60 hertzios. El sujeto debe responder cuando percibe el

cambio de frecuencia en la exposición de ese estímulo con el objetivo de poder conocer sus percepciones umbrales.

Existen tres métodos de medición.

- a. El ascendente. El estímulo aparece con una baja frecuencia de exposición, esto es, se percibe intermitente. Al aumentar lentamente su frecuencia de aparición la luz dejará de centellar para convertirse en una luz fija, que condicionará la percepción umbral de frecuencia crítica de fusión ocular.
- b. El descendente. El estímulo luminoso que aparece con una alta frecuencia de exposición, por lo que la luz se observa como un estímulo fijo. Al disminuir la frecuencia de exposición de la luz llega el momento que se observa centellando. El momento en que esto se percibe está dado por el valor de frecuencia crítica de fusión ocular individual del sujeto experimental.
- c. Combinación alterna. El estímulo aparece con frecuencias ascendente y descendente alternadamente. Aplicable a equipos capaces de asimilar programas de presentación de estímulos automatizados.

De los tres métodos es el descendente el más consistente, con menos desviaciones en las percepciones umbrales.

Para conocer la influencia que tienen las cargas de trabajo sobre los niveles de activación cortical de los deportistas es recomendable medir la frecuencia crítica de fusión ocular antes y después del suministro de las mismas con el objetivo de

establecer comparaciones. La diferencia entre los valores promedios antes y después de las cargas suministradas son una medida objetiva de las variaciones que se han producido en los niveles de activación cortical producto del trabajo.

1. La frecuencia crítica de fusión ocular antes del suministro de cargas de entrenamiento.

Las mediciones de la frecuencia crítica de fusión ocular antes del suministro de cargas de entrenamiento determinan los llamados valores promedios basales de frecuencia crítica de fusión ocular, esto es, los que se obtienen sin que el sujeto experimental haya recibido estimulación física alguna. Estos valores son muy particulares y personalizados y pueden constituir hasta una forma particular de identificación personal.

La magnitud y el comportamiento de estos valores nos ofrecen el estado de aptitud del deportista para enfrentar las cargas de trabajo que le han planificado. Los valores promedios basales de frecuencia crítica de fusión ocular deben poseer un comportamiento homogéneo, ser valores constantes, deben ofrecer medias con desviaciones estándares bajas. Cualquier variación en su magnitud puede estar asociada a aspectos de una deficiente recuperación o de procesos perturbadores de una recuperación adecuada que ofrecen elementos diagnósticos de la incapacidad del deportista para enfrentar con calidad el entrenamiento planificado.

Existen sujetos que por su tipología nerviosa pueden tener valores relativos altos o bajos de frecuencia crítica de fusión ocular, aunque existen, como en otras poblaciones, valores promedios de comportamiento. Estos valores también pueden presentar variaciones con la edad cronológica y deportiva, con la edad en que se comenzó a recibir estimulación de cargas de entrenamiento, como respuesta a las diferentes cualidades o aéreas funcionales de entrenamiento y con la capacidad de respuesta a las cargas de trabajo que se ejecutan.

2. La frecuencia crítica de fusión ocular después del suministro de cargas de entrenamiento.

Los valores promedios de frecuencia crítica de fusión ocular encontrados después del suministro de cargas de trabajo planificado son una medida objetiva de la influencia de las mismas en los niveles de activación cortical y ofrecen un acercamiento de la repercusión que la carga tuvo sobre el Sistema Nervioso Central del deportista entrenado.

Independientemente de las características del Sistema Nervioso del individuo estudiado, en general se pueden apreciar tres tipos de respuesta después del suministro de cargas de entrenamiento:

a. Aumentos en los valores de frecuencia crítica de fusión ocular.

Los aumentos en los valores de frecuencia crítica de fusión ocular después del suministro de cargas de entrenamiento planificadas es un acontecer esperado.

Al parecer este comportamiento está fundamentado además por una influencia a nivel periférico, debido al carácter estimulante que poseen los estímulos de carga sobre el sistema muscular y este a su vez sobre el Sistema Nervioso Central.

Se debe tener en cuenta que la actividad muscular produce excitación en las células nerviosas y que esta actividad repercute además sobre las funciones de la secreción interna del organismo e influye también en el Sistema Nervioso Central. Durante los esfuerzos musculares de cierta durabilidad e intensidad los productos del metabolismo se difunden en la sangre y cambian el ambiente interno del organismo influyendo en los procesos centrales, sin dejar de considerar que durante las contracciones musculares se producen una continua transmisión de impulsos reaférentes que alteran el estado del aparato motor y el Sistema Nervioso Central.

Si los estímulos de carga están bien planificados y acordes a los umbrales de respuestas adaptativas que posean los sujetos, se pueden esperar comportamientos como estos. Las cargas de entrenamiento se convierten en estímulos tonificantes a nivel del Sistema Nervioso Central.

Resultados como estos se refieren por Davranche y Pichon (25) quienes encuentran aumentos en los valores de frecuencia crítica de fusión ocular después de incrementos de carga en determinados tipos de ejercicios. Rodríguez (12) al estudiar el comportamiento de la fatiga central producida por las cargas de trabajo, comprobó aumentos significativos en la estimulación que se produce en

los niveles de activación cortical. Esta autora reporta además, la influencia específica que tienen diferentes tipos de estímulos de carga de entrenamiento planificados en los aumentos de la estimulación de los niveles de activación cortical. Mientras que por otra parte Martínez (26) encontró también aumentos significativos de los niveles de activación cortical después del suministro de cargas de entrenamiento planificadas en judocas de alto rendimiento. Lambourne, Audiffren y Tomporowski (27) en un reciente estudio experimental sobre la frecuencia crítica de fusión ocular, en el que sometieron a un grupo de sujetos a diferentes pruebas de carácter anaeróbico, comprobaron también aumentos en los niveles de activación cortical después de la realización de los ejercicios.

b. Disminución en los valores de frecuencia crítica de fusión ocular.

Los estímulos de carga suministrados pueden disminuir los valores de frecuencia crítica de fusión ocular, comportamiento este que se observa al disminuir la activación cortical. En este tipo de respuesta los estímulos de carga suministrados no cumplen su influencia tonificante a nivel del Sistema Nervioso Central, sino que producen inhibición a este nivel.

Un fenómeno aparentemente contradictorio se produce en el organismo y tiende a confundir a muchos. Los sistemas periféricos como el muscular, respiratorio, cardiovascular y el bioquímico reportan signos consistentes de estimulación ante la incidencia del trabajo. La frecuencia cardiaca y respiratoria se observan elevadas, la cantidad de ácido láctico en sangre puede alcanzar cifras acordes al

consumo energético planificado. Se reportan igualmente signos de aumentos de la autovaloración del esfuerzo y del cansancio. Se aprecian aumentos en los valores de índices medidos a partir de métodos directos e indirectos, los cuales se comportan con correlaciones lineales muy altas de acuerdo a la intensidad del ejercicio. Sin embargo, a nivel del Sistema Nervioso Central se produce una inhibición como expresión real de un proceso de fatiga central, la incidencia de los estímulos de carga suministrados han producido un menoscabo en la activación cortical. El Sistema Nervioso

Central está realizando un sobre esfuerzo, porque a pesar de su inhibición, continúa en su producción de neurotransmisores ergícos para lograr mantener las respuestas defensivas de los grandes sistemas periféricos y de esta forma proteger el organismo.

Para Augé y colaboradores (28) la disminución encontrada en los niveles de activación cortical es propia de una tarea productora de fatiga central, de una tarea que está produciendo un determinado desgaste en el nivel energético de la periferia del organismo y también a nivel del Sistema Nervioso Central.

Autores como Vivó (29) han encontrado también disminuciones en los niveles de activación cortical debida fundamentalmente a excesos en la aplicación de cargas que están por encima de la capacidad individual de asimilación.

En un estudio realizado con nadadores juveniles del Estado de Yucatán en México, Martínez y Góngora (30) encontraron una disminución significativa de la

activación cortical después del suministro de cargas de entrenamiento, disminución que se caracterizó por una disminución también de su homogeneidad. Autores como Lin, Leng, Yang y Cai (31) asocian la disminución de la frecuencia crítica de fusión ocular a una reducción general en el procesamiento de la información para la programación de la actividad, regulación y control de los movimientos técnicos y de coordinación motora.

Consideramos al igual que Blanco (32), que la frecuencia crítica de fusión ocular aumenta con la excitabilidad del Sistema Nervioso Central provocada por la incidencia de cargas de trabajo que pueden llegar a ser muy intensas pero tolerables y que disminuye cuando dicha excitación rebasa los niveles de tolerancia, produciéndose una inhibición que protege al Sistema Nervioso Central de las sobrecargas. Estas inhibiciones son producidas por cargas de trabajo demasiado fatigosas o por una estimulación demasiado intensa o prolongada que rebasa el umbral individual de aceptación de cargas del deportista entrenado.

c. La frecuencia crítica de fusión ocular no sufre variaciones.

Cuando la frecuencia crítica de fusión ocular no presenta variaciones la influencia de las cargas de trabajo suministradas no produce acción significativa sobre los niveles centrales. Esto es un comportamiento extraño pero posible y tiende a suceder cuando las cargas no alcanzan el nivel de desarrollo individual o cuando se ha producido un elevado fortalecimiento de los mecanismos de defensa a las cargas a nivel central producido por el propio entrenamiento deportivo en el proceso de adaptación.

Sin embargo en el proceso de entrenamiento puede ocurrir que se le suministren al deportista adecuados estímulos de carga, estímulos que estén dentro de su umbral de aceptación de cargas, estímulos conocidos y experimentados por él. Que dichos estímulos provoquen un determinado menoscabo a nivel funcional en su organismo y que después de un descanso adecuado el organismo de ese deportista no esté nuevamente apto para recibir una nueva estimulación de carga, no se haya supercompensado. Cuando esto sucede generalmente ocurre que el deportista no percibe conscientemente su afectación energética. Se siente en perfectas condiciones de disposición. Puede incluso tener índices orgánicos que anuncian una buena recuperación, pero si ejecuta el entrenamiento no podrá cumplirlo en el porcentaje esperado. Este tipo de respuesta se produce cuando aún quedan signos de fatiga a nivel central y si no se comprueba esto pueden ocurrir:

- a. Inexplicables malos desempeños del deportista en la ejecución del trabajo planificado.
- b. Confusión en el deportista y fundamentalmente en el pedagogo sobre la carga que se planificó suministrar.

Generalmente este tipo de respuesta se debe sencillamente a que en el proceso de recuperación del organismo todavía quedan a nivel central vestigios de fatiga central que no han podido ser eliminados. Esto se identifica fácilmente al comprobarse que después de un tiempo de recuperación los valores de frecuencia crítica de fusión ocular no regresan a sus valores promedios iniciales.

Cuando las cargas de entrenamiento alcanzan los niveles centrales, el Sistema Nervioso Central tiene una doble función.

Primeramente tiene que recuperar al organismo en general ante el peligro que sufren los diferentes sistemas por la influencia abrasiva de los estímulos de carga que perturban la adaptación orgánica. Es por eso que para conocer la influencia de las cargas de trabajo sobre el comportamiento de los índices orgánicos se reclama premura. El Sistema Nervioso cumple así su función protectora, tratando de hacer reversible los procesos de desgaste.

En segundo lugar el Sistema Nervioso Central tiene entonces que auto recuperarse. El inmenso dinamismo de neurotransmisores que se pusieron de manifiesto para la recuperación periférica se transforma ahora para lograr la recuperación de las zonas corticales más activadas por el ejercicio. Millones de sinapsis se ven afectadas por cambios electro enzimáticos para garantizar que el cerebro regrese a su ritmo normal y lo que es más, que se refuercen las conexiones patrones de las cualidades físicas que se entrenaron para que se produzca entonces la ganancia de entrenamiento.

Es por esto que la frecuencia crítica de fusión ocular y por tanto la activación cortical no necesite ser medidas con gran premura, el Centro solo se recupera después de la periferia.

Sin embargo, si los niveles individuales de entrenamiento son bajos, si las cargas no tienen la dosificación requerida irrespetando la relación requerida de trabajo y

descanso o si el organismo entrenado se encuentra en sobrecarga psicofísica, pueden no eliminarse totalmente los vestigios de carga que queden en el Sistema Nervioso Central por lo que pueden observarse en la frecuencia crítica de fusión ocular Signos de Latencia de Carga.

Los Signos de Latencia de Carga son aquellos signos detectados después del entrenamiento en los valores de la frecuencia crítica de fusión ocular que demuestran que no ha existido un regreso significativo de los mismos a los valores promedios basales individuales. Esto es, que el Sistema Nervioso Central no se ha recuperado totalmente, que aun en él existen signos de una recuperación deficiente que determinan la ineptitud en los procesos centrales del deportista para enfrentar nuevos procesos de entrenamiento.

CONSIDERACIONES FINALES

Todo esto nos invita a reflexionar la importancia que tiene el monitoreo de la fatiga que se produce a nivel central en los sujetos que reciben cargas dosificadas de entrenamiento. También nos invita a acercarnos más al carácter del proceso ya que no solo será necesario medirlo con la combinación de métodos directos e indirectos, sino también con métodos que puedan tener alcance a niveles periféricos y centrales.

Generalmente se esperan los signos de adaptación orgánica al entrenamiento comparando el comportamiento de índices pedagógicos y fisiológicos, realizando

a partir de los mismos aumentos en las intensidades de los estímulos. Si bien esta comparación de índices periféricos ha dado resultados insospechables, la valoración de aspectos del comportamiento del Sistema Nervioso Central también podría haber ayudado a evitar una cantidad insospechable de errores.

La objetividad en la caracterización de una respuesta psicofisiológica a las cargas de entrenamiento no solo puede colaborar a hacer una interpretación del proceso de entrenamiento sino que se puede convertir en un argumento importante para su guía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Martínez, J. A. Relación entre el método directo e indirecto en la medición de fatiga. Revista Digital - Buenos Aires - Año 6 - N° 31 - Febrero de 2001. Borg, G. (1978) .Subjective aspects of physical an mental load. Ergonomics, 21 (3).215-220.
2. Moya Morales, J. M. La percepción subjetiva del esfuerzo como parte de la evaluación de la intensidad del entrenamiento. Disponible en www.efdeportes.com. 2004
3. Gopper, O. On the Psychophysics of work load. Why bother with subjective measures. Human Factors. 26 (5), 519-532. 1994.
4. Borg, G., L. Linderholm. Psychological bases of perceived exertions. Medicine and Sciences in Sport and execices 1982; 14,337-381.
5. Martens, R. (1987). Science Knowledge and Sport Psychology. The Sport Psychologist 1, 29-55.
6. Boutcher, S., D. Landers. The effects of vigorous exercise on anxiety, heart rate and alpha activity of runners and non runners. Psychophysiology 25, 696-702. 1993.
7. Subhan, D., J. White, J. Kane. The influence of exercise on stress states using psycjophysiological indices. Journal of Sport Medicine. 7, 223-225. 1997.
8. Scott, P. Perceived strain scales(PSS). Part II. Laboratory and field validation study under calm and competitively stressful condition. Jour.Sport Psychology. 26,2.115-128. 1994.
9. Rosales, W. D. (2001). Escala de Percepción Subjetiva de Cansancio de Borg en Hipertensos. PubliCE Standard. 05/12/2001. Pid: 3.
10. Rodríguez, I.; J. A. Martínez; S. Rivero El uso de la escala PSS para valorar la respuesta psicológica a las cargas de entrenamiento. *Revista Perspectivas*
www.imd.inder.cu

Psicológicas, Vol. 2, Año III. Dpto. Psicología, Fac. Humanidades, UASD, R. Dominicana. 2002.

11. Rodríguez, I. Valoración de la fatiga en atletas de judo masculino a partir de los métodos directo e indirecto. *Tesis no publicada de maestría*. ISCF. La Habana, Cuba. 2008.

12. Gutiérrez, J. Análisis de las características de la escala de esfuerzo percibido (RPE) de Borg (Ratio of Perceived Exertion) Disponible en [www. Telefonica.net](http://www.telefonica.net). 2002

13. Casariego, C. *Comportamiento de la resistencia eléctrica de la piel y la percepción subjetiva de cansancio ante las cargas de entrenamiento en atletas de judo femenino*. (Tesis no publicada de maestría). Instituto Superior de Cultura Física. Ciudad Habana. Cuba. 2009.

14. Casariego, C., Martínez, J. A. Suárez, M. Comportamiento de la resistencia eléctrica de la piel, la percepción subjetiva de cansancio ante las cargas de entrenamiento en atletas del judo femenino. Memorias de AFIDE III Convención Internacional de Actividad Física y Deportes ISBN: 978-959-20-121-0. 2009.

15. Martínez, J. A., Casariego, C., Suárez, M. Comportamiento de la autovaloración del estado físico después del suministro de cargas de entrenamiento. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*. Volumen 5. Numero 2. 2011.

16. Ohta, M. y col. Clinical biochemical evaluation of central fatigue with 24-hour continuous exercise. *Rinsho Byori* 2005; Sep; 53(9):802-9.

17. Bilodeau, M. Central fatigue in continuous and intermittent contractions of triceps brachii. *Muscle Nerve*. 2006 May 11

18. Blomstrand, E. A role for branched-chain amino acids in reducing central fatigue. *J Nutr* 2006; Feb; 136(2):544S-547S.

19. Fernstrom, J. D. y col. Exercise, serum free tryptophan, and central fatigue. *J Nutr*. 2006; Feb; 136(2):553S-559S.

20. Gondin, J., Guette, M., Jubeau, M., Ballay, Y., Martin, A. Central and peripheral contributions to fatigue after electrostimulation training. *Med Sci Sports Exerc*. 2006 Jun; 38(6):1147-56.

21. Kalmar, J. M., Cafarelli, E. Peripheral Transmission Failure Confounds Estimates of Central Fatigue made using Single and Paired-Pulse TMS. *Br J Sports Med*. 2006 Jul; 40(7):573-86

22. Newsholme, E. A. y col. Branched-chain amino acids and central fatigue. *J Nutr* 2006; Jan; 136(1 Suppl):274S-6S.

23. Luria, A. R. *Las funciones Corticales Superiores del Hombre*. Editorial Orbe. La Habana. 1977.

24. Davranche, K., y Pichon, A. Critical flicker frequency threshold increment after an exhausting exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 27(4), 515-520. Recuperado en marzo de 2010 <http://www.efdeportes.com>. *Revista Digital*. Buenos Aires. Año 12. No. 111. 2005.

25. Martínez, J. A. Diferencia entre los niveles de fatiga central antes y después del suministro de cargas de entrenamiento. [www.inder.cu/portal/Servicios Informativos/RevistaIMD2008](http://www.inder.cu/portal/ServiciosInformativos/RevistaIMD2008).

26. Lambourne, K., Audiffren, M., y Tomporowski, P. D. Effects of Acute Exercise on Sensory and Executive Processing Tasks. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2009 ; . En prensa
27. Augé, M., Quevedo, L., Solé, J., Morales, J. El control del entrenamiento de la resistencia: importancia de la frecuencia crítica de fusión ocular. Apuntes: Educación física y deportes 2004; 76(1), 28-34
28. Vivó, F. J. Influencia de la fatiga en la agudeza visual, dinámica y frecuencia crítica de fusión en un grupo de motoristas de elite participantes de una prueba de resistencia de 24 horas. *Tesis no publicada de maestría*. Universidad de Cataluña. Barcelona. España. 2009.
29. Martínez, J., A., Góngora, E. Comportamiento de la activación cortical después del entrenamiento en nadadores yucatecos. Aportaciones a la Psicología del Deporte. Congreso Psidafi. UADY. 2010.
30. Lin, Y., Leng, H., Yang, G., Cai, H. An intelligent Noninvasive Sensor for Driver Pulse Wave Measurement. *Sensors Journal* 2007;, 7 (5): 790-799.
31. Blanco, A. Frecuencia crítica de flicker-fusión en entrenamiento y competición de deportes de equipo. Recuperado el 21 de junio de 2010 de. <http://www.efdeportes.com>. *Revista Digital*. Buenos Aires. Año 10 - N° 73 - Junio de 2004.