

Revisión

PSICOFISIOLOGÍA DE LA FATIGA (I) **PSICO-PHYSIOLOGY OF FATIGUE (I)**

Juan Antonio Martínez Mesa¹

¹Subdirección de psicología, Instituto de Medicina del Deporte

RESUMEN

El propósito fundamental de este trabajo es explicar a partir de un análisis crítico la evolución que ha tenido el estudio de la fatiga dentro de 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. De esta forma se relaciona la importancia de la fatiga con el proceso de supercompensación y de adaptación en general a las cargas de trabajo suministradas. Se realiza un análisis evolutivo de las diferentes definiciones que ha tenido el término fatiga a lo largo del tiempo y que han motivado el abordaje de su estudio desde diferentes posiciones. Se exponen además las principales teorías sobre este proceso y las posiciones adoptadas de acuerdo a estos enfoques teóricos, así como la diferenciación conceptual entre la fatiga periférica y central.

Palabras claves: Supercompensación, neurotransmisores, Resistencia Básica I y II, Máximo Consumo de Oxígeno.

ABSTRACT

The fundamental purpose of this work is to explain as from a critical analysis the evolution that has had the study of fatigue within 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. In this way the importance of fatigue relates with the process of super-compensation and of adaptation in general to supplied workloads. Fatigue accomplishes an evolutionary analysis of the different definitions that the term has had to I deliver it of the time and that they have motivated the boarding of his study from different questions and answers. They expose besides the principal theories on this process and questions and answers embraced according to these theoretic focuses, as well as conceptual differentiation among peripheric fatigue and main station.

Key words: Super-compensation, neurotransmitters, Basic resistance I and II, Consumption of Maximum Oxygen

INTRODUCCIÓN

La fatiga es uno de los procesos inherentes al hombre que más ha llamado la atención de diferentes ciencias. Su presencia permea casi toda la actividad humana, pues ella es un producto de la relación fundamental del desarrollo humano, la relación hombre-trabajo.

La fatiga, en líneas generales, puede considerarse como el estado que se produce en el organismo o en un determinado sistema debido a un menoscabo funcional del mismo producto del trabajo. En el organismo humano se describen signos de fatiga cuando existe una disminución en el sistema energético del individuo producto de la práctica o ejecución de una determinada actividad.

Por su importancia en la actividad del hombre, la fatiga ha sido estudiada por diferentes ciencias y especialidades afines a distintas ramas del quehacer humano. Es quizás en el deporte donde su conocimiento y manipulación tengan mayor importancia, no solo para el desarrollo del rendimiento deportivo, sino también como profilaxis en la utilización de esta actividad para la promoción de la salud.

En general el término fatiga ha sido en ocasiones empleada de manera muy general, lo que ha traído como consecuencia confusiones diagnósticas y definiciones equivocadas acerca del proceso.

En la actualidad los estudios que se han realizado sobre la fatiga nos llevan por un camino más certero en la comprensión de su etiología y consecuencias sobre el organismo, pero además, el conocimiento sobre el comportamiento del proceso ayuda considerablemente a tener una predicción sobre la asimilación psicofísica del trabajo realizado.

DESARROLLO

1. Papel de la fatiga en el proceso de adaptación al trabajo.

Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

En la actividad deportiva la fatiga juega una doble función. Su producción es totalmente necesaria para el desarrollo del rendimiento psicofísico al igual que su correcta eliminación para lograr un adecuado proceso de adaptación (1), (2). Esto es, que si bien su producción es necesaria, también lo es su eliminación. Uno de los procesos en los que se encuentra presente esta doble función de la fatiga es el llamado proceso de supercompensación.

La supercompensación es un proceso de suma importancia para el desarrollo psicofísico de todo ser humano, fundamentalmente del deportista. Es parte importante del proceso de adaptación del organismo y está fundamentado en el balance que se produce entre los procesos de trabajo y de descanso.

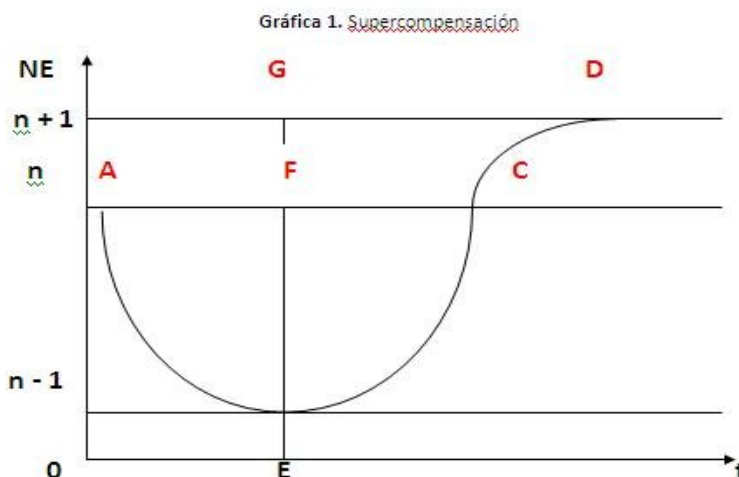
Este proceso plantea que toda actividad de trabajo que realice un organismo parte de un determinado nivel energético. Este nivel energético

debe disminuir en el tiempo que dure la realización y/o la intensidad de la carga de trabajo suministrada hasta un determinado punto. Una vez que se finalice el suministro de la carga de trabajo, el organismo afectado debe comenzar el proceso de recuperación, regresando a los niveles energéticos de rendimientos previos tras la eliminación de la fatiga alcanzada (3).

En los organismos entrenados, debido a un adecuado suministro y dosificación de las cargas de trabajo (4), (5) se produce un proceso de ganancia de entrenamiento conocido como fenómeno de supercompensación (6), donde después del descanso se produce un regreso a niveles de rendimiento previos superiores a los que se partió para la realización del trabajo. El cansancio o fatiga acumulada estimula en el proceso de descanso a niveles de adaptación cada vez mayores. Las cargas de entrenamiento que produjeron un desgaste en el nivel energético del organismo, modifican su homeostasis (7), (8), (9), lo que trae como consecuencia que dicho organismo recurra a toda una serie de procesos regenerativos de respuesta, modificando muchas variables orgánicas en su afán por adaptarse.

Psicofisiología de la fatiga (I) Martínez-Mesa

En la Gráfica 1 se pretende ejemplificar de forma grafica y simplificada el proceso de supercompensación que se produce en el organismo a partir de cargas de trabajo dosificadas. En el eje de las Y aparece representado el nivel energético del individuo que realiza el trabajo y en el eje de las X el tiempo en que se realiza el mismo.



El proceso de trabajo está determinado en el tiempo por la curva AB, esto es, la disminución que se produce en el nivel energético desde el nivel n hasta el nivel (n-1). Esta disminución cuya medida está dada por el segmento FB, está determinada por la magnitud de la carga suministrada que según su intensidad y volumen se acercaran al punto E, punto donde el nivel energético del individuo estaría totalmente depletado.

Una vez alcanzado el punto B se comienza el proceso de recuperación dado por la curva BC y cuya medida está dada por el segmento de recta BF, regresando el organismo al nivel energético n, nivel energético de donde se partió en la realización del ejercicio. Pero si las cargas han sido bien periodizadas y dosificadas se producirá el llamado fenómeno de la supercompensación, descrito en el tiempo de descanso por la curva BD que alcanzará niveles energéticos superiores (n + 1) y cuya medida está dada por el segmento de recta BG el cual será mayor de acuerdo a la calidad que alcance la supercompensación.

De esta forma si el proceso de trabajo-descanso se encuentra bien organizado y dosificado, la supercompensación guiará el desarrollo óptimo y la eficiencia de las capacidades que se deseen desarrollar. La supercompensación es el producto de la combinación de la intensidad de entrenamiento adecuada y una recuperación suficiente. Si las cargas se dosifican y administran correctamente en el tiempo y aprovechando el mayor nivel energético alcanzado por la supercompensación para volver a suministrarlas, se producirá un incremento del rendimiento en el tiempo gracias al propio fenómeno (5).

La supercompensación es parte de un proceso superior, más complejo en su totalidad, que es el proceso de adaptación. Proceso que tiene lugar de forma muy definida en los organismos entrenados o que reciben entrenamientos de algún tipo.

La adaptación es un proceso de ajuste a largo plazo, a un determinado estímulo que incide sobre el organismo. Este proceso puede incluir el ajuste de numerosos factores a nivel orgánico y derivar en una mejora del rendimiento por lo cual la adaptación se convierte en un proceso crucial y en un proceso de transformación hacia un nivel superior de los sistemas físicos y psicológicos que se alcanzan por la influencia a nivel orgánico general de cargas extrínsecas de trabajo, así como la puesta en acción de mecanismos de preparación y de estímulos específicos exteriores (10).

La incidencia de un trabajo reiterativo y bien planificado hace que las conducciones neurales que se producen en el Sistema Nervioso Central sean más rápidas, precisas y consistentes, por lo que el Sistema Nervioso y el organismo en general se acostumbra a los mismos estímulos, los cuales a cierto tiempo de repetirse no producen en el sujeto la misma intensidad de respuesta. Se produce entonces la adaptación, por lo que hay que aumentar la intensidad de esos estímulos por medio del trabajo para que aumente la respuesta orgánica y tener una ganancia de rendimiento.

Para que se produzca la adaptación se necesita de una relación óptima entre el nivel de desarrollo individual, la intensidad de las cargas planificadas y el

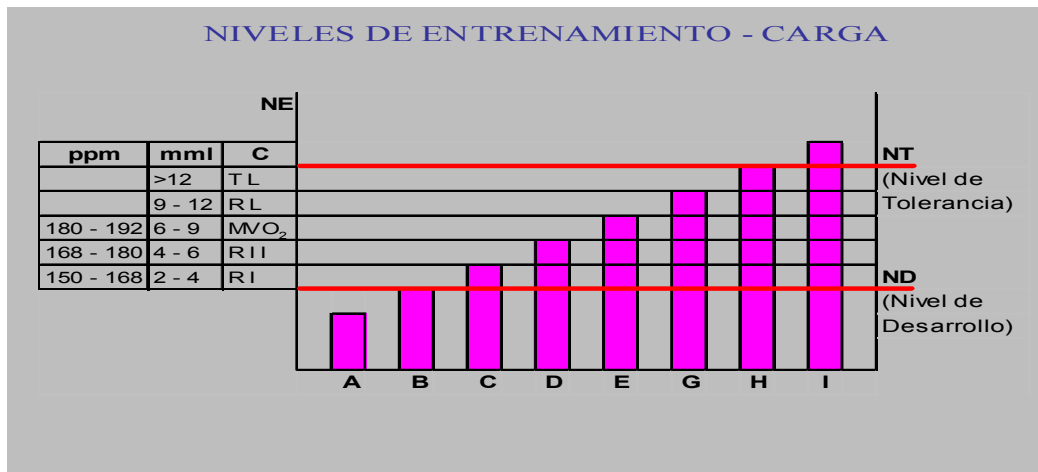
Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

volumen de trabajo. Para producir la adaptación se hace necesario perturbar el equilibrio funcional del organismo para lograr nuevas respuestas adaptativas a niveles superiores de rendimiento. En el proceso de entrenamiento deportivo el estímulo que se utiliza para ello es la carga (11), la cual se debe dosificar teniendo en cuenta los factores de volumen e intensidad para lograr la desestabilización orgánica y una estimulación que sea capaz de producir rendimiento por adaptación.

El proceso de adaptación es también el producto de una justa alternancia entre carga suministrada y la recuperación (12), entre el proceso de entrenamiento y de descanso. Esto hace que el proceso de adaptación sea un proceso multidimensional que está influido por el estímulo de entrenamiento utilizado. La adaptación a las cargas solo tiene lugar cuando la intensidad de sus estímulos alcanzan valores relacionados con la capacidad (fisiológica y/o psicológica) de rendimiento individual (13).

En la Grafica 2 se expone la relación existente entre el nivel de entrenamiento individual y los estímulos de carga suministrados para lograr ganancia de entrenamiento por adaptación.

Grafica 2. Relación existente entre el nivel de entrenamiento individual y los estímulos de carga suministrados.



Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

En el eje de las X, se representan de manera cualitativa las diferentes tipos de estímulos de carga que pueden planificarse para su incidencia en el organismo. Aparece el estímulo A, aquel que no logra perturbar la adaptación del organismo, es un estímulo que se encuentra por debajo del Nivel de Desarrollo Individual (ND). Se representa además el estímulo B, aquel que se solo alcanza el Nivel de Desarrollo Individual (ND), límite psicofisiológico individual de aceptación de cargas establecido por el nivel de entrenamiento alcanzado y que discrimina el estímulo con efecto de entrenamiento, esto es, que sea capaz de perturbar positivamente la adaptación. Para que el estímulo B sea capaz de ser efectivo tendría que reiterarse mucho y solo estimularía zonas aeróbicas muy básicas.

El estímulo C y hasta el H, son estímulos que se encuentran dentro del Umbral Individual de Aceptación de Cargas del Individuo, este umbral está determinado por el Nivel de Desarrollo Individual y el Nivel de Tolerancia (NT), límite psicofisiológico establecido también por el nivel de entrenamiento alcanzado y que indica hasta donde deben llegar la intensidades de los estímulos de carga planificados para evitar sobrecargas o sobreentrenamiento.

Los estímulos C, D, E, G y H, se encuentran muy bien definidos por diferentes unidades de medida de la carga aplicada, ya sea en unidades pedagógicas de volúmenes e intensidades, porcentajes o número de repeticiones, así como también en unidades de medidas fisiológicas como lo son la frecuencia cardiaca, representada en ppm (pulsaciones por minuto) o por la cantidad de lactato acumulado en sangre producto del ejercicio, representado en mml (milimoles por litro). Las magnitudes alcanzadas por estas mediciones se expresan en el eje de ordenadas bajo la denominación de Nivel Energético (NE).

Como puede observarse la magnitud de cada estímulo de carga determina su zona o umbral de incidencia sobre el organismo. De esta forma existen estímulos de carga capaces de producir estimulaciones a nivel aeróbico como los estímulos C, D y E, los cuales ofrecen estimulación en las áreas funcionales de Resistencia Básica I, II y de Máximo Consumo de Oxígeno. Mientras que los estímulos de carga G y H ofrecen la estimulación a nivel anaeróbico en áreas como la Resistencia Lactásida y la Tolerancia al Lactato.

La reiteración de los estímulos en cada una de sus zonas se encargaran de producir la fatiga necesaria para que a esos niveles se produzca la supercompensación adecuada y se llegue a completar entonces la adaptación, llevándonos a la necesidad de aumentos considerables en los estímulos que conlleven a un movimiento de ascenso en el Umbral de Aceptación de Cargas del deportista y se produzcan entonces ganancias de rendimiento.

2. La fatiga, diferentes definiciones sobre el término.

La fatiga es uno de los procesos más importantes implícitos en la adaptación del organismo. La fatiga (14) ha sido definida a partir de

diferentes conceptos, desde diferentes posiciones teóricas y con objetivos muy variados. Es muy difícil definir un proceso de una dimensión tan multifactorial, también ocurre que en la necesidad de establecer una definición sobre el proceso se dejan aspectos del mismo sin abordar. Por otra parte el propio desarrollo de los conocimientos que se van alcanzando en su estudio conlleva a la necesidad de nuevas reformulaciones sobre el término.

Algunas definiciones sobre la fatiga son en extremo reduccionistas, las cuales no solo no se comprometen con la complejidad del proceso sino que reducen su efecto al comportamiento de una determinada cualidad que es objeto de estudio. Así es la ofrecida por Edwards (15) y por Vollestad y Sejersted (16), quien la define como la imposibilidad que tiene el sujeto de generar una fuerza requerida o esperada, producida o no por un ejercicio precedente. En esta misma línea Astrand y Rhodahl (17), la conciben como la reducción en la capacidad de producción de fuerza medida en una máxima contracción voluntaria.

Existen definiciones que intentan definir el proceso desde un punto de vista más general, tratando de no basarse en un número limitado de hechos, cualidades o signos, o en una sola posición teórica, lo que bien pudiera alimentar hipótesis distintas o más amplias sobre este complejo proceso.

Dentro de estas definiciones se encuentra la ofrecida por Kipke (3), el cual plantea un concepto muy relacionado con la actividad deportiva. Este autor

Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

define la fatiga como el estado que sigue a todo esfuerzo que lleva a una reducción del rendimiento, estado que puede ser eliminado o acortado a través de los procesos de entrenamiento y que depende de los niveles de rendimiento y de la capacidad de un sujeto para aceptar cargas de trabajo.

Barbany (18), plantea que la fatiga es un estado funcional de significación protectora, transitoria y reversible, expresión de una respuesta de índole homeostática, a través de la cual se impone de manera ineludible la necesidad de cesar, cuando menos, reducir la magnitud del esfuerzo o la potencia de trabajo que se está efectuando.

La definición de Bravo (19), plantea que la fatiga es aquel estado de disminución de la capacidad para el trabajo producido por una actividad excesiva, que generalmente suele ir acompañado de sensación desagradable causado por un esfuerzo previo, como por ejemplo la acumulación de ácido láctico.

Para beneficios de la Psicología, el concepto de fatiga es revolucionado a partir de la definición ofrecida por el inglés Bartlett (20), quien hace la primera definición conductual de este proceso cuando plantea que la fatiga es un término utilizado para abarcar todos aquellos cambios determinables en la expresión de una actividad, que pueden ser señalados en el ejercicio continuado de la misma (en condiciones normales de desenvolvimiento), cambios que pueden demostrarse, conducen mediata e inmediatamente al deterioro en la expresión de esa actividad o mas simplemente, a resultados de la actividad que no son deseados. Este autor plantea además que es cualquier variación de elementos que podamos encontrar dentro de la actividad que continúa y que pueden ser o no conocidos por el sujeto. En esta concepción F. Bartlett considera el carácter inconsciente que puede tener el proceso.

Fernández (21) dice que la fatiga producida por el ejercicio físico puede ser interpretada como la incapacidad del músculo o del organismo en su conjunto para mantener la misma intensidad de esfuerzo. Plantea que esto ocurre por un mecanismo de carácter defensivo, expresión del fracaso de los dispositivos

orgánicos para adaptarse a las condiciones requeridas, cuyo objetivo es evitar las consecuencias adversas derivadas de una práctica físico-deportiva excesiva.

A partir de una concepción general, el connotado psicólogo cubano Almira (22), (23), ha definido la fatiga bajo la concepción sujeto-actividad-medio ambiente, concepción esta que ha recibido un agradable reconocimiento en los círculos de estudio sobre el tema. Para este autor la fatiga es la ruptura del equilibrio entre el sujeto y la actividad que este realiza. Considerando que esta ruptura tiene sus causas en la propia individualidad del sujeto (en sus premisas psicológicas y psicofisiológicas, el estado actual del mismo, sus motivaciones por la tarea, etc.), en las características de la actividad (fuerte, compleja, monótona, etc.), así como en las condiciones en que el sujeto las realice (con ruidos, calor, ambiente estresante, etc.).

Como ha podido apreciarse la fatiga es un complejo proceso que ocurre en el organismo a partir de un determinado desgaste en el nivel energético de la persona que realiza un trabajo determinado. Que es reversible y que tiene un carácter protector del organismo en general. Que en su producción generalmente están presentes sensaciones de cansancio y que es un estado que puede ser o no percibido por el sujeto.

Un enfoque multidisciplinario sobre este complejo proceso se hace necesario para su verdadera comprensión, pues existen aun diferentes criterios respecto a su etiología, medición y diagnóstico (24), lo cual limita en gran parte su definición y por lo tanto las diferentes concepciones sobre el termino. Martín y Schlossmacher (25) plantean que la relación que existe entre los diferentes mecanismos y efectos concretos de la fatiga en el deporte no se conoce aun suficientemente.

3. Diferentes teorías sobre la fatiga.

Uno de los problemas actuales que obstaculizan la mejor comprensión de la fatiga es que existen diferentes teorías sobre ella. La mayoría de estas teorías se pueden resumir en dos grandes vertientes:

Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

- a. La fatiga diferenciada entre fatiga periférica y central.
- b. La teoría que describe los distintos fenómenos de fatiga a través de fases sucesivas.

La primera de estas teorías plantea que la fatiga experimentada por el sujeto puede manifestarse a niveles periférico o central.

Para Kuchler (26) la fatiga periférica se produce a nivel periférico del organismo, fundamentalmente en el sistema muscular y se manifiesta por síntomas diagnosticables como la inconsistencia que se produce en la tensión de las fibras musculares, la prolongación del tiempo de relajación por las transformaciones bioquímicas a nivel del músculo, la disminución de la amplitud de la contracción muscular, etc. Para este autor la fatiga central está referida a los efectos que tiene el trabajo sobre los procesos en general del Sistema Nervioso Central.

H. de Marees (27) entiende por fatiga periférica el cansancio muscular en el cual las necesidades energéticas de la musculatura ya no se cubren, perdiéndose el equilibrio entre los procesos metabólicos de demolición y los de asimilación. Considerando la fatiga central, plantea que en ella se evidencia un empeoramiento de la capacidad de rendimiento coordinativo que podría ser causado por una sobrecarga de trabajo a nivel central.

La segunda de estas teorías considera la existencia de una fatiga muscular, orgánica y una psíquica o central, pero no las diferencia como manifestaciones independientes.

Fideisen (28) sostiene la idea de que por la estrecha vinculación entre los diversos factores de los procesos de cansancio muscular y las prestaciones coordinativas del Sistema Nervioso Central, no sería posible distinguir entre fatiga periférica y central.

Ulmer (29) desde un punto de vista teórico evidencia la existencia de una fatiga periférica, muscular y una psíquica o central, pero recuerda que ambas aparecen mezcladas y son causantes en proporciones diversas una respecto a la otra.

De manera similar para Danko (30), la fatiga es un particular estado físico y psíquico resultante de la aplicación de cargas de trabajo y que se manifiesta en una alteración de la coordinación de las funciones del organismo y en una temporánea disminución de sus aptitudes. Plantea además que la fatiga es temporal y reversible y en las condiciones particulares de las cargas que la han precedido presenta circunstancias complejas que comprenden procesos físicos y psíquicos.

A pesar que existen teorías diferentes sobre la fatiga, si podemos observar que ellas ya no consideran este proceso como algo eminentemente orgánico, sino como algo que se produce a nivel somático y del Sistema Nervioso Central.

Dentro de las definiciones de la fatiga a nivel central sobresalen las realizadas por Davis (31), quien plantea que la fatiga del Sistema Nervioso Central es la influencia central negativa que existe a pesar de

una total motivación del sujeto, o más objetivamente como el esfuerzo muscular voluntario que resulta ser menor al provocado por la estimulación eléctrica. Este autor comprueba a nivel experimental la incapacidad involuntaria que se produce en el rendimiento cuando existen montos elevados de fatiga central. Una definición muy cercana reformula este autor con su colega Bailey (32) cuando aseveran que la fatiga central es una influencia central inhibitoria independiente de la motivación, asociada a alteraciones del Sistema Nervioso Central que no son explicables por la disfunción muscular sino mas bien del Sistema Nervioso Central.

Para Keul la fatiga central condicionada por el SNC puede ser independiente del estado funcional del músculo y depende de la duración y tiempo del volumen de la carga de trabajo y de los órganos solicitados. Plantea además que esta fatiga puede provocar un debilitamiento de la voluntad o de la motivación.

Una de las razones que fundamenta la conceptualización de la fatiga es a partir de qué índice, parámetro psicofísico o cualidad del organismo es estudiada. De ahí que prestigiosos estudiosos como Edwards (15), Astrand y Rhodahl (17) y

Vollestad y Sejersted (16) la reduzcan a la cualidad fuerza. Así como también investigadores de elevada relevancia como Davis y Bailey (31), (32), hablen de una influencia central inhibitoria del Sistema Nervioso Central, al referirse a este proceso a partir de un riguroso estudio realizado a través del comportamiento de neurotransmisores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Crewther B. Cronin J. Keogh J. Possible Stimuli for Strength and Power Adaptation. *Sports Med.*, 2006, 36(1), 65-78.
2. Hidalgo E. Análisis epistemológico sobre algunas teorías relacionadas con la bioadaptación en el entrenamiento deportivo. Recuperado el 22 de febrero 2007 de <http://www.efdeportes.com>, 2006.
3. Kipke L. Fisiología del Entrenamiento. The New Zealand. J. Sport Medicine. 1985, Vol. 13, No. 4, dec.
4. Gonzalo R. El estrés y las lesiones deportivas (I). El estrés previo a la lesión. 2007a. Recuperado marzo del 2010 de <http://www.efdeportes.com>. *Revista Digital* - Buenos Aires - Año 12 - N° 110.
5. Gonzalo R. El estrés y las lesiones deportivas (II). Estrategias para el control del estrés como medida preventiva de lesiones en el deportista. 2007b. Recuperado en marzo de 2010 <http://www.efdeportes.com>. *Revista Digital*. Buenos Aires. Año 12. No. 111.
6. Esper A. Ejemplos prácticos del fenómeno de supercompensación deportiva. 2004 <http://www.efdeportes.com/> *Revista Digital* - Buenos Aires - Año 10 - N° 74 - Julio.
7. García R. La planificación y el proceso de control del entrenamiento. 2005. Recuperado el 13 de diciembre de 2008 de <http://www.efdeportes.com>.
8. Morales V. Hernández A. Sánchez P. Blanco A. Villaseñor M. y Anguera T. Random PERT: application to physical activity/sports. Programs. Springer Science + Business Media B.V.2007.
9. Calderón F. J. Benito P. J. Meléndez A. González M. Control biológico del entrenamiento de resistencia. *International Journal of Sport Science*. 2006. Vol.II. Año 2. Páginas:65-87 ISSN:1885-3137 N° 2 - enero.

Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

10. Stone M. y Stone M. *Recuperación – Adaptación: Deportes de Fuerza y Potencia* . 2005. PubliCE Standard. 28 feb.. Pid: 431.
11. Sancesario L.A. Gomez Y. Entrenamiento deportivo ¿Eutress o distrés? 2006. www. efdeportes.com.
12. Gould D. (2006) El Deportista Adolescente y la Participación Deportiva Intensiva: el Stress Competitivo y el Agotamiento. PubliCE Standard. 2006. Pid: 715. Disponible en: <http://www.efdeportes.com>. Consultado el 13 de enero 2010.
13. Iznaga A. Alonso J. Síndrome de sobreentrenamiento deportivo. Actualidad de un problema viejo. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*. 1991. Volumen 2. Numero 1.
14. Arquer M. I. Fatiga. Centro Nacional de condiciones de trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. 2007. Madrid.
15. Edwards R. H. T. Human muscle function and fatigue. Human muscle fatigue: Physiological mechanism. 1981. Londres. Ed. Whelan.
16. Vollestad N., Sejersted O. M. Muscle glycogen depletion patterns in Type I and subgroups of Type II fibres prolonged severe exercise in man. En *Acta Physiology Scabdinavica*, 1988. No. 122, pp: 433-441.
17. Astrand P.O. Rhodahl K. *Fisiología del Trabajo Físico*. Madrid. Panamericana.1985.
18. Barbany J. R. *Fundamentos de Fisiología del Ejercicio y del Entrenamiento*. Barcelona. Barcanova. 1990.
19. Bravo R. *Fundamentos Anatomofisiológicos del Cuerpo Humano Aplicados a la Educación Física I*. Archidona(Málaga). Aljibe S. L. 1998.
20. Bartlett F. The bearing of experimental psychology upon human skilled performance. *Brit. J. Industr. Med.*1951. 8, 209-217.
21. Fernández J. C. Taxonomía de la fatiga I y II. 2001. <http://www.Efdeportes.com>. Revista Digital - Buenos Aires - Año 7 - N° 38 – Julio.
22. Almiral P. Frecuencia critica de fusión. Hipoacusia y fatiga en operadores de telecomunicaciones. *Revista Cubana de Investigación Biomédica*, 1986. 5 (1), 111-116.

Psicofisiología de la fatiga (I)
Martínez-Mesa

23. Almira P., Santander J. y Vergara A. La variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador del nivel de activación ante el esfuerzo mental. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 1995. 33(1).
24. Eichner E. R. Chronic fatigue syndrome: How vulnerable are athletes? *Physician Sportsmed.* 1989. 17(6): 35.
25. Martin S. Scholossmacher F. Manifestaciones especiales del agotamiento desde puntos de vista científicos deportivos. *Theor. Prax. Koperbult.* 1985. Berlin, 34, 6: 433-455.
26. Kuchler G. *Motorik Stoccarda*, 1983.
27. De Mares H. *Sportphysiology*. Colonia. Muhleim. 1979.
28. Fideisen D. G. R. Et all. *Grundlagen der Sport Medizin*, Lipsia, 1980.
29. Ulmer H. B. *Arbeitsphysiologic-umweltphysiologie*, in Schmidt R. F. Thews G. (a cura it), *Einführung in die Physiologie des Menschen*, Berlin Heidelberg, New York, 1976, 18 ed., 554-567.
30. Danko J. I. Dev. Zustand dev bestandigen Arbeitsfahigkeit und die Ermundung bei Muskelarbeit, in Fickenhain. L. (a cura di). *Sportphysiologie*, Berlin, 325-344, 1974.
31. Davis J. M. Central and peripheral factors in fatigue. *J. Sport Sci.* 1995. Summer; 13 spec. No. S 49-53.
32. Davis J. M., Bailey S. P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sport and Exercises*, 1997.