

Entrenamiento hipóxico como recurso para el fortalecimiento mental en nadadores élite de fondo y medio fondo

Leonardo Tarqui-Silva

Universidad Técnica Particular de Loja, Área Socio Humanística, Carrera de Psicología. Loja - Ecuador, e-mail: letarqui@utpl.edu.ec /

INFORMACIÓN DEL ARTICULO

Art. Recibido 19/octubre/2015
Art. Aceptado 10/diciembre/2015
online: 30/diciembre/2015

PALABRAS CLAVE:

* *hipóxico*
* *ácido láctico*
* *hemoglobina*
* *reestructuración cognitiva*
* *agonística*

ARTICLE INFO

Article Received 19/october/2015
Article Accepted 10/december/2015
online:30/december/2015

KEY WORDS:

* *hypoxic*
* *lactic acid*
* *hemoglobin*
* *cognitive restructuring*
* *agonistic*

RESUMEN

La siguiente investigación en Psicología del Deporte aborda la preparación mental y física de los nadadores a través de la propuesta técnico-psicológica de incluir ejercicios y estrategias de carácter hipóxico dentro de los entrenamientos regulares de los bruceadores élite de media y larga distancia, con el objetivo específico de acrecentar los umbrales de su capacidad anaeróbica junto con la resistencia a los efectos de la producción de elementos metabólicos como el ácido láctico estableciendo mecanismos adaptativos homeostáticos a estos estados, lo cual conlleva a la directa estimulación para la formación de hemoglobina y glóbulos rojos en la sangre, aumentando la capacidad de oxígeno.

Mientras transcurren estos procesos bioquímicos internos, a nivel de las funciones cerebrales se concreta una reestructuración cognitiva, volitiva, motivacional y conductual frente al agotamiento e introducción de ejercicios adicionales a las cargas de entrenamiento que experimenta el deportista de esta disciplina; habituándolo de tal forma que logre superar las barreras sensoriales y perceptivas de sus propias limitaciones mentales intrínsecas y físicas, logrando incrementar la tolerancia al cansancio como consecuencia final durante la etapa de competición, facultándolo para alcanzar resultados de mayor envergadura al momento de encarar la agonística y llevar su cuerpo a los límites de su funcionamiento.

HYPOXIC TRAINING RESOURCE AND FOR STRENGTHENING MENTAL BACKGROUND IN ELITE SWIMMERS AND MIDDLE DISTANCE

ABSTRACT

The following research in Sport Psychology deals with the mental and physical preparation of swimmers through the technical proposal to include psychological exercises and strategies hypoxic character within the regular training of the elite middle and long distance bronzers, aiming specific thresholds increase their anaerobic capacity along with resistance to the effects of metabolic production of elements such as lactic acid establishing adaptive homeostatic mechanisms to these states, which leads to direct stimulation for the formation of red blood cells and hemoglobin blood, increasing the oxygen capacity.

While pass these internal biochemical processes at the level of brain function cognitive, volitional, motivational and behavioral restructuring from depletion and introduction of additional exercises to training loads experienced by the athletes of this discipline is concrete; accustoming so that will overcome the sensory and perceptual barriers of their own intrinsic physical and mental limitations, thereby increasing tolerance to fatigue as the final result during the competition stage, empowering it to achieve larger results when addressing the agonistic and take your body to the limits of their functioning.

INTRODUCCIÓN

El trabajo hipóxico es una de las estrategias metodológicas del entrenamiento deportivo que permite desarrollar en el individuo las capacidades volitivas cuando la persona llega al máximo rendimiento de sus funciones orgánicas y mentales, originando en el nadador una confianza interna para superar los estados de agonía cuando se sobrepasa los umbrales de dolor y agotamiento, en especial en pruebas de largo y medio fondo.

Los parámetros fisiológicos han sido marcadamente estudiados y analizados en diversas disciplinas de resistencia por la trascendencia que implica la obtención de los resultados, aportando a la evolución y sistematización de la planificación del entrenamiento deportivo tal como lo recalca Earle y Baechle (1).

Por hipoxia se entiende aquel proceso en el que se obliga al organismo a trabajar en condiciones de falta de oxígeno, esta deficiencia se da a nivel de sangre y elementos celulares, si el trabajo no está bien controlado puede llegar a afectar el funcionamiento de algún órgano, fenómenos estudiados por Levine y Stray-Gundersen (2) quienes analizaron a profundidad los efectos de la hipoxia sobre el organismo de los atletas, ahondando en los parámetros sanguíneos como la concentración de glóbulos rojos siendo su fuente esencial de estudio.

Según las descripciones realizadas por Wilber (3) se observa que independientemente del método o tipo de estímulo de hipoxia utilizado (hipoxia normobarica o hipobarica), así como intensidad del ejercicio en hipoxia, los resultados son contradictorios en inducir eritropoyesis mejorando el rendimiento deportivo; entre los 11 estudios encontrados en esta materia, 6 de ellos afirman que estos mecanismos aumentan la producción de glóbulos rojos conjuntamente el rendimiento, y 5 de ellos respaldan que no, estos datos contradictorios pueden ser el reflejo de los tamaños de la muestra utilizados, han sido muy pequeños y/ o por la variabilidad en la estrategia aplicada en la dosis hipóxica.

Deportes como la natación exigen con frecuencia esfuerzos de intensidad máxima o sub máxima de una duración determinada, en los que aparece el estado hipóxico caracterizado por un aumento en el volumen cardíaco y ritmo de pulsaciones, posteriormente se reduce la fuerza de las contracciones cardíacas aunque la frecuencia sigue aumentando lo expresan Calderón, Cruz, & Montoya (4).

En situaciones extremas aparece la cianosis, las mucosas toman un color azulado, debido al insuficiente suministro de oxígeno a los tejidos, la respiración es acelerada pero superficial, los movimientos son pesados, aparece rápidamente debilidad muscular y propensión al cansancio, el sistema nervioso se ve afectado de modo que entorpece la inteligencia y los sentidos

por un período determinado; cuando el nadador se recupera del estado hipóxico se encuentra con un exceso de fuerza y agudeza visual lo cual demuestra Urdampilleta (5) en su investigación «Estímulos de hipoxia intermitente: efectos fisiológicos, ajustes compensatorios, sistemas y métodos utilizados y sus aplicaciones en el campo de la salud y el deporte».

Las características mencionadas reducen notablemente el rendimiento de los nadadores no adaptados a este estado, por ello es de suma importancia saber resistirlo, exponiendo al organismo en dosis convenientes y progresivas para adaptarse a la hipoxia, más aún cuando se trata de la preparación física y mental de nadadores élite o competición de alto rendimiento.

Las fuentes anaeróbicas vienen originadas por la cantidad de macro ergo fosfatos, glucógeno muscular y por la actividad de las enzimas necesarias, el bracedor cuanto más rápido nada, más se sirve de las fuentes de energía; en pruebas de menos de dos minutos de duración el trabajo es principalmente anaeróbico, en duraciones superiores a dos minutos la capacidad aeróbica de estos deportistas va aumentando progresivamente, de ahí que el nadador de 1.500 m. utilice un 90 % de capacidad aeróbica y un 10 % de capacidad anaeróbica (*gráfico I*), en el caso de nadar intensivamente el consumo de oxígeno aumentará y superará las posibilidades de suministro de oxígeno del organismo. Ramos et al. (6).

Ramón (7) indica que un aparato circulatorio eficiente puede suministrar de 6 a 7 litros por minuto, lo que a veces no basta y los músculos se ven obligados a trabajar anaeróbicamente, es decir sin oxígeno, característica de esta fase es la falta de aliento que suelen experimentar los atletas en general de medias y largas distancias.

El organismo frente a un cambio como es la disminución de oxígeno del aire que utilizamos, desarrolla un proceso de adaptación denominado factor inducible por la hipoxia (HIF) tal como lo expresa Calderón (8), que genera una serie de cambios a nivel químico como es la producción de eritropoyetina, producida principalmente por el riñón en las células intersticiales peritubulares, células mesangiales (del 85 al 90 %), el resto en el hígado y glándulas salivales (del 10 al 15 %), siendo la responsable de mantener los niveles elevados de glóbulos rojos incrementando la capacidad aeróbica y energética en el deportista.

En los estudios efectuados por Dufour et al. (9) utilizaron un programa durante 6 semanas de entrenamiento hipóxico con 2 sesiones en altura a alta intensidad (umbral anaeróbico) de moderada duración (20-40'), hubo mejoras en el VO2 máximo de un 5%, tanto en pruebas de hipoxia hipobarica y normobarica (a nivel del mar), pero sin cambios en la capacidad de transporte de oxígeno en sangre, hubo incrementos considerables de periodos de agotamiento (+35%), sin cambios importantes en la

cinética de VO₂ (eficiencia metabólica), sacaron conclusiones que la exposición al entrenamiento hipóxico produce adaptaciones musculares en el dispositivo periférico, que da lugar a una mejora de resistencia del atleta.

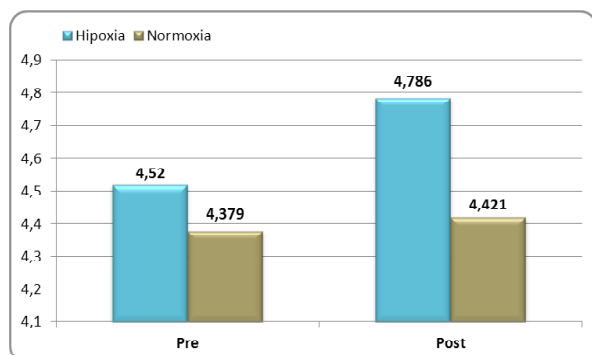


Gráfico 1.- Resultados del trabajo investigativo de Dufour et al. (2006), donde se aprecia los incrementos en el Vo₂ máximo (máximo consumo de oxígeno). Fuente: *Exercise training in normobarix hypoxia in endurance runners I. Improvement in aerobic performance capacity.*

Wilbert (10) hace referencia que a pesar de las controversias que genera en la actualidad la exposición hipóxica, constituye un elemento muy utilizado en el entrenamiento deportivo, y pese a que tradicionalmente ha sido propuesto como un buen medio para aumentar el rendimiento aeróbico, cada vez hay más estudios que analizan sus aplicaciones en muchas otras variables, como la fuerza investigada por Nishimura et al. (11), el perfil lipídico abordado por Minvaleev (12), la composición corporal en obesos estudiada por Wiesner et al. (13), los antioxidantes analizados por Pialoux et al. (14), trabajos que incluso también han generado investigaciones con animales.

METODOLOGÍA

El estudio más objetivo a la fecha es realizado por el Centro de Alto Rendimiento (CAR) de España, quienes plantean una investigación a la cual se la denominó: «Repuestas Metabólicas a la Respiración Controlada en Nadadores», donde se observa la relación que hay entre sets que incluyen un patrón controlado de respiración, el lactato sanguíneo, la frecuencia cardíaca y ciertas características de ventilación (como espiración de oxígeno y dióxido de carbono), en este estudio participaron 46 nadadores; cada atleta realizó sets a dos tipos de esfuerzos sub-maximales al 55%, 65%, 75% y 85% de su máximo esfuerzo.

En el primer caso, cada deportista utilizó un patrón de respiración seleccionado por él mismo; en promedio de 2 o 3 brazadas

entre respiración con un tiempo de descanso de 2 minutos entre nado.

En el Segundo caso, se le pidió a cada nadador que utilizara un patrón de respiración pre asignado de 8 brazadas entre respiración con un tiempo de descanso de 2 minutos entre nado.

A esto se sumó el trabajo de buceo en donde la tarea consistía en retener la respiración la mayor cantidad de tiempo posible durante 600 metros de nado bajo el agua y con intervalos de descanso cada 50 metros con lapsos de recuperación de 15 segundos, de tal forma que el nadador no alcance una restitución completa entre cada piscina; estas estrategias se las aplicaron al finalizar los entrenamientos cuando los niveles de ácido láctico aún se mantenían elevados y en el transcurso de las etapas de preparación general, específica y competitiva, equivalente al 7.5% del kilometraje promedio por día realizado durante las dos primeras etapas citadas, constituyendo los 8 km el margen general de distancia diaria realizada en seis sesiones a la semana.

En lo que respecta a la evaluación psicológica se utilizaron escalas de características subjetivas aplicadas al entrenador y a los braceadores con el fin de registrar los niveles de agotamiento, estado anímico y reacción frente a los trabajos planteados dentro del agua, estos instrumentos fueron diseñados en coordinación con el entrenador, médico y psicólogo deportivo, donde se realizaba una serie de interrogantes al atleta con preguntas que mantenían un puntaje de 0 (mínimo), 5 (intermedio) y 10 (máximo) que hacían referencia a niveles de agotamiento, malestares físicos y mentales, rendimiento deportivo y adaptación a las técnicas empleadas.

Dentro del mismo campo mental se contó como instrumento principal con el registro y control de la frecuencia crítica de fusión (FCF), la cual es la periodicidad donde una luz que centellea parece detenerse o un punto luminoso fusionado comienza a centellear, se considera una medición de la excitación cortical más que una medida de la función visual, un indicador psicofisiológico del nivel de activación y del estado funcional del sistema nervioso central

Este mecanismo bajo ciertas condiciones puede resultar confiable y sensible, tal como lo señala Bobon et al. (15), no obstante se ha comprobado que FCF puede presentar variabilidad debido a la influencia de diversos factores como la edad, el método de aplicación y las características individuales de la personalidad junto con las temperamentales.

Para medir la FCF generalmente se emplea el método de límites tal cual indica Salib et al. (16), mediante el cual la frecuencia disminuye progresivamente (método descendente o down) o por el contrario se incrementa (método ascendente o up) hasta reportar el cambio de fusión a flicker o viceversa; en la literatura

consultada no existen normas fijas para la aplicación del test, sin embargo se emplean indistintamente el método down o up, o una combinación de ambos y se obtiene un valor promedio luego de 3 a 10 mediciones.

Se utilizó un equipo digital denominado Fatig Test (Flicker) fabricado en Europa, el mismo que ofrece facilidades para medir por los métodos ascendente y descendente (frecuencias entre 10 y 60 Hz), sus características constructivas son muy análogas a otros equipos existentes en el mercado internacional.

Se diseñó una planilla para facilitar la toma, procesamiento y análisis de los datos y su versión mediante una página computarizada que ejecuta los cálculos de manera automática, el escenario donde se realizaron las pruebas mantuvo condiciones que favorecieron la concentración de la atención, las mediciones se precedieron de una fase de dominio de instrucciones.

Para evitar cansancio visual se orientaron medidas específicas, se controló la disposición para la sesión mediante una escala tipo Likert de 5 puntos utilizada por Barrios (17), y se indagó la presencia de acuidad visual normal, el procedimiento propuesto para evaluar la confiabilidad consta de dos sesiones de toma de datos en estado pre entrenamiento y post entrenamiento durante las tres etapas de planificación (general, específica y competitiva), separadas por intervalos menores de una semana, en cada sesión se realizaron cuatro pruebas de 5 mediciones: 2 con el método down, una a continuación de otra y dos con el método up.

RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos en este estudio fueron los siguientes:

Realizando esfuerzos con respiración controlada de mediana intensidad, se puede simular una carga de alta intensidad, mientras que los esfuerzos de respiración controlada no pueden replicar entrenamientos a altitud o sus adaptaciones metabólicas.

Esfuerzos de respiración controlada pueden resultar en una reducción en las palpitations cardíacas durante el ejercicio, esto quiere decir que al medir las palpitations cardíacas como resultado del esfuerzo físico, el nadador puede parecer estar trabajando a un menor nivel de esfuerzo cuando en realidad está esforzándose a un nivel mayor.

Estos resultados no son concluyentes pero sugieren incluso en base a los criterios técnicos de la mecánica acuática o corrección de estilos natatorios, que realizar entrenamientos hipóxicos permite mejorar la posición hidrodinámica en el agua.

En lo referente a los componentes psicológicos, el programa de intervención hipóxica afecta directamente al sistema nervioso, lo cual se refleja en los resultados obtenidos en los test subjetivos aplicados y proyectado directamente por el flicker.

Sintetizando lo que el atleta recibe en beneficio de la incorporación de este trabajo, se destacan aspectos de carácter psicológico y fisiológico, fundamentados en la continuidad progresiva de la aplicación de estímulos intermitentes y con tiempos de descanso, dando como resultado:

BENEFICIOS DE CARÁCTER FISILÓGICO QUE EXPERIMENTAN LOS NADORES	
Aumentar el número de capilares funcionales.	Aumento de endorfinas.
La vascularización de los músculos esqueléticos, lo que permite una liberación más rápida de oxígeno.	Mayor resistencia bajo el agua sin respirar.
El corazón, al ser un músculo, también se beneficia del aumento de la vascularización.	Al incrementar la capacidad física se desarrolla una mayor autoconfianza en las capacidades del nadador y el dominio de su cuerpo dentro del agua.
Un número mayor de la producción de hemoglobina.	Mayor capacidad aeróbica del nadador, lo cual se refleja en los tiempos iniciales en fondo y medio fondo (1.500 m y 800m estilo libre).
El corazón no tiene que trabajar tan duro.	Los niveles de excitabilidad mental disminuyen con esta preparación al condicionar al braceador a esos estados de "agonía" que experimentan producto de la carencia de oxígeno.
Existe un aumento del tamaño de los capilares que transportan la sangre.	Los umbrales de agotamiento se extienden, al sentir "asfixia" durante los ejercicios, desarrolla una creciente resistencia mental a estados críticos de agotamiento en la competición.

Durante la investigación de este trabajo, se utilizó bibliografía dentro del campo del entrenamiento deportivo, fisiología del ejercicio, psicología deportiva, natación; describiendo los principales estudios en entrenamientos con condiciones de preparación física bajas en oxígeno o trabajo hipóxico con atletas de élite, y comparando con los trabajos realizados en condiciones normobáricas e hipobáricas, para finalmente ver las aplicaciones prácticas en la disciplina de la natación, donde se indican los resultados obtenidos en el CAR de España; identificando los beneficios psicológicos y fisiológicos de este trabajo progresivo e intermitente.

DISCUSIÓN

Hernández, Rivera & Pérez (18), expresan que la teoría del entrenamiento sustenta que por procesos adaptativos al entrenamiento las exigencias físicas deben ser cada vez mayores y provocar desequilibrios homeostáticos frecuentes y crecientes, para originar continuas y sistematizadas adaptaciones, este

aspecto es mucho más marcado en el deporte de alto rendimiento (ARD).

En el caso de los nadadores élite adaptados a su especialidad, se requieren métodos cambiantes, agresivos y específicos que provoquen oscilaciones continuas, a la vez mejoras que encaminen el seguir desarrollando su estado físico; los estímulos de hipoxia y su trabajo regulado pueden ser una alternativa más que interesante desde el punto de vista de la planificación del rendimiento deportivo de élite.

Las investigaciones que aclaran hasta la fecha un beneficio concreto, consistente, verificable y fiable como respuesta a la utilización de estos entrenamientos es el trabajo con nadadores en el Centro de Alto Rendimiento (CAR) de España, donde parece ser que al realizar entrenamientos en hipoxia intermitente se pone en marcha una variada serie de mecanismos de regulación a través del (HIF) factor inducible por hipoxia destacado por Mason et al. (19) en sus trabajos, identificando que indirectamente aumentan los niveles de ciertas moléculas vasodilatadoras (factor VEGF - factor de crecimiento endotelial vascular-, endotelina, óxido nítrico), así como la eritropoyetina (EPO), siendo estas dos cardio saludables, lo cual es corroborado por los trabajos investigativos de Maxwell (20).

CONCLUSIÓN

Los alcances notoriamente identificables de la investigación desarrollada en el Centro de Alto Rendimiento en España con nadadores élite denominada: «Respuestas Metabólicas a la Respiración Controlada en Nadadores», comprueba la eficacia de la técnica de trabajo hipóxico como recurso para el fortalecimiento mental y físico, repercutiendo a nivel psicológico, producto de los desequilibrios continuos a los que se ve afectado el organismo durante la asimilación de cargas de trabajo planificadas.

El nadador al sentirse impedido de respirar normalmente mientras realiza su actividad deportiva crea una serie de mecanismos adaptativos en su fisiología y psiquismo, siempre que la exposición del organismo del atleta frente al trabajo hipóxico se lo realice de manera gradual; pudiendo observarse resultados concretos en pruebas de carácter aeróbico, induciendo al proceso de eritropoyesis.

Durante la etapa de competición, al experimentar una descarga gradual de los estímulos provocados por los entrenamientos; el nadador muestra a nivel físico un incremento de producción de hemoglobina, mayor vascularización, a su vez una sólida preparación aeróbica o de resistencia que junto con las capacidades mentales se fusionan, permitiendo mejorar por completo su desempeño físico en pruebas de fondo y medio fondo.

REFERENCIAS

- Earle, R. W. y Baechle, T. R. (2007). *Principios del Entrenamiento de la Fuerza y del Acondicionamiento Físico* (2 ed.). Madrid: Panamericana.
- Levine, B. y Stray-Gundersen, J. (2005). Point: Positive effects of intermittent hypoxia (live high: train low) on exercise performance are mediated primarily by augmented red cell volume. *Journal of Applied Physiology*, 99 (5), 2053-2055.
- Wilber RL. (2001). Currents trends in altitude training. *EEUU. Sport Medicine*; 31(4):249-65.
- Calderón, J., Cruz, E., y Montoya, J. (s, f). Estudio Comparado de la Recuperación de la Frecuencia Cardíaca en Deportistas de Fondo: Triatletas, Atletas, Ciclistas y Nadadores. *Área de Fisiología del Ejercicio – Rendimiento Deportivo. España: Instituto Nacional de Educación Física de Madrid.*
- Urdampilleta, A. (2012). Estímulos de hipoxia Intermitente: Efectos Fisiológicos, Ajustes Compensatorios, Sistemas y Métodos Utilizados y sus Aplicaciones en el Campo de la Salud y el Deporte. Tesina de doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU). Efdportes.com, Revista Digital. Buenos Aires. [Citado 2 de agos 2015]; Año 17, N° 171. Disponible en: <http://www.efdeportes.com>
- Ramos, D., Martínez, P., García, E., Rubio, A., Mendizábal, S., Jiménez, F. (2012). Physiological Effects Induced by Intermittent Hypoxia Programs. *Archivos de Medicina del Deporte / Volumen XXIX Número 149 2012 Págs. 703-715 / 2012 / Laboratorio de Rendimiento y Readaptación Deportiva. Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. España; Grupo de Investigación DEPORSALUD.*
- Ramón, G. (s, f). Sistema Cardiovascular y Actividad Física Conocimiento Corporal IV: Factor inducible por hipoxia. España.
- Calderón, JC. (2007). El Factor Inducible por la Hipoxia y la Actividad Física / IATREIA / VOL 20/ No.2. Colombia: Grupo de Fisiología del Ejercicio, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

- Dufour, S., Ponsot, E., Zoll, J., Doutreleau, S., Geny, B., y Lampert, E. (2006). Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners I. Improvement in aerobic performance capacity. *J Appl Physiology*;100: 1238-1248.
- Wilber RL. Application of altitude/hypoxic training by elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(9):1610-1624.
- Nishimura, A., Sugita, M., Kato, K., Fukuda, A., Sudo, A. y Uchida, A. (2010). Hypoxia Increases Muscle Hypertrophy Induced by Resistance Training. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 5(4), 497-508.
- Minvaleev, R. (2011). Comparison of the rates of changes in the lipid spectrum of human blood serum at moderate altitudes. *Human Physiology*, 37(3), 355-360.
- Wiesner, S., Haufe, S., Engeli, S., Mutschler, H., Haas, U., Luft, F. C. y Jordan, J. (2010). Influences of Normobaric Hypoxia Training on Physical Fitness and Metabolic Risk Markers in Overweight to Obese Subjects. *Obesity* (19307381), 18(1), 116-120.
- Pialoux, V., Brugniaux, J., Rock, E., Mazur, A., Schmitt, L., Richalet, J y Mounier, R. (2010). Antioxidant status of elite athletes remains impaired 2 weeks after a simulated altitude training camp. *European Journal of Nutrition*, 49(5), 285-292.
- Bobon, D., Lecoq, A., Von Frenchell, R. et al. (1982). Critical Flicker fusion Frequency in psychopathology and psychopharmacology. *Acta Psychiatr. Belg.* 82 (1) 17 - 112.
- Salib, Y., Plourde, G., Alloul, K., et al. (1992). *Measuring recovery from general anesthesia using critical flicker frequency; a comparison of two methods.* *Can. J. Anaesth.* 39 (10): 1045 - 50.
- Barrios, R. (2002). Consideraciones sobre Métodos de Control Psicológico en el Entrenamiento de Resistencia. *Revista digital*, Buenos Aires [citado 12 May 2015]; año 8 N° 45. Disponible en: <http://www.efdeportes.com>
- Hernández, A., Rivera R., y Pérez A. (2012). Proyecto Calidad del Proceso de Preparación Deportiva de los Nadadores en Cienfuegos. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires [citado 22 Ago 2015] año 15, N° 166. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/>
- Mason, S., Howlett, R., Kim, M., Olfert, I., Hogan, M., McNulty, W., et al. (2004). Loss of skeletal muscle HIF-1alpha results in altered exercise endurance. *PLoS Biol*; 2: e288.
- Marxwell, P. (2005). Hypoxia-inducible factor as a physiological regulator. *Exp Physiol*; 90: 791-797.