

Los sistemas energéticos y sus orientaciones en los deportes de resistencia.

Energy systems and their orientations in endurance sports.

Autores: Carlos Vladimir Valdés Villalón, Instituto Superior Tecnológico Honorable Consejo Provincial de Pichincha. Unidad Educativa Pensionado Universitario “Nelson León Vizcarra”.
Correo: cvaldes@tecnologicopichincha.edu.ec

Artículo Recibido: 18/05/2019 - *Artículo Aceptado:* 20/10/2019 - *Artículo Publicado:* 1/11/2019

Resumen

El artículo tiene como objetivo valorar los sistemas energéticos en la orientación a atletas y entrenadores de los deportes de resistencia, lo que permitirá la obtención de mejores resultados deportivos. Se realizó una revisión bibliográfica de los diferentes tipos de resistencia que deriva en una adecuada organización del proceso de entrenamiento. Los resultados obtenidos muestran la necesidad de tener en cuenta los sistemas energéticos en la planificación de la resistencia que es considerada la capacidad madre por emplearse en la mayoría de los deportes y potenciar otras capacidades físicas. Se concluyó que se deben tener en cuenta diferentes elementos en la planificación de la resistencia tales como: características del deporte, sistematicidad en el entrenamiento, competencia, experiencia deportiva y aspiraciones deportivas; esto elementos permitieron realizar un ejemplo de planificación de la resistencia aerobia con sus respectivas descripciones.

Palabras clave: ejercicios físicos, entrenamiento deportivo, métodos sistemas energéticos, resistencia.

Abstract

The objective of the article is to evaluate the energy systems in the orientation of athletes and coaches of endurance sports, which will allow obtaining better sports results. A bibliographic review was made of the different types of resistance that derive from an adequate organization of the training process. The results obtained show the need to take into account the energy systems in the planning of the resistance which is considered the mother capacity to be used in most sports and to enhance other physical capacities. It is concluded that different elements must be taken into account in the planning of the resistance such as: characteristics of the sport, systematic training, competence, sporting experience and sports aspirations; these elements allowed to make an example of aerobic resistance planning with their respective descriptions.

Keywords: sports training, energy systems, resistance, methods, physical exercises.

Introducción

La diversidad en el mundo contemporáneo ha contribuido al auge de las transformaciones que suceden de manera paulatina en los diferentes deportes. Esto se evidencia en mayores logros en cuanto a tiempos y marcas se refieren, e incide de manera directa en los mecanismos que deben utilizar los deportistas para la obtención de mejores resultados. Cada día se utiliza con mayor frecuencia la ciencia en ese sentido, promocionándose la competitividad y los factores de marketing que se asocian a esta; generando mayor espectacularidad en todas las modalidades del deporte.

De los elementos más importantes del entrenamiento deportivo moderno y que mantiene una atención constante por parte de entrenadores y atletas son los sistemas energéticos. Su reconocimiento y desarrollo permite a los deportistas y profesionales del deporte, establecer parámetros

competitivos; y planificar de manera muy oportuna sus estrategias en cualquier modalidad deportiva. Al mismo tiempo se diseñan entrenamientos que permitan acumular gran cantidad de energía, generando una adaptación en el deportista que le permita afrontar cualquier reto de su especialidad

La sustancia que más destaca en los sistemas energéticos es sin duda alguna el Adenosin Trifosfato (ATP) siendo la principal fuente de energía que permite cualquier acción motriz. Esta se logra por determinadas vías, ya sea por, la descomposición de la glucosa; o por la oxidación de las grasas permitiendo que constantemente el organismo del deportista esté produciendo energía.

Una de las capacidades físicas que más desarrollan los atletas es la resistencia debido a su representación en casi todos los deportes y es considerada para los autores de este artículo como la capacidad madre de todas. Al menos casi todas las modalidades deportivas de una forma u otra necesitan el desarrollo adecuado de esta capacidad, pues permite resistir un esfuerzo de corta, media o larga duración de acuerdo al tiempo e intensidad de trabajo que demande el entrenamiento o la competición. Deportes tan espectaculares como el Fútbol, Baloncesto, Voleibol, la Natación y muchas de las modalidades del Atletismo, dependen de esta capacidad; por lo que se hace necesario planificar de manera muy estricta los entrenamientos en función de mantener esa espectacularidad alcanzada.

Como antecedentes del tema se tienen a; Spencer & Gatin (2001); Gatin (2001); Carrasco (2013); Morrison et al. (2017), quienes han definido la importancia de los sistemas energéticos y su incidencia en los resultados deportivos; advirtiendo que estos permiten un desarrollo óptimo de los diferentes estados de la preparación de los deportistas; evitando posibles desgastes y lesiones tanto en los entrenamientos como las competencias.

A pesar de que se ha avanzado mucho en los elementos que corresponden a los sistemas energéticos en todos los deportes, cabe resaltar que de todas las capacidades físicas una de las más difíciles en su planificación es la resistencia. Existen muchos entrenadores que por determinados factores dosifican de manera inadecuada los ejercicios para el desarrollo de esta capacidad. Algunos de estos factores son:

- Falta de calificación científica de los entrenadores, pues en diversas ocasiones muchos exatletas, no dan espacio a las ciencias y carecen del conocimiento para planificar de manera adecuada.
- Falta de superación continúa de los profesionales del deporte que inciden directamente en los resultados.
- En la preparación teórica que debe realizar el deportista, los entrenadores no explican los sistemas energéticos; y a veces lo hacen de forma incorrecta, lo que interviene en una mejor planificación de las estrategias competitivas utilizadas etc.

son los esperados debido a que la adaptación que debe provocar el entrenamiento deportivo no es el necesario para afrontar los compromisos deportivos.

El objetivo de este artículo será valorar los sistemas energéticos para orientar a atletas y entrenadores de los deportes de resistencia en la obtención de mejores resultados deportivos.

Metodología.

Para dar cumplimiento al objetivo del trabajo se utilizaron los métodos teóricos analítico-sintético e inductivo-deductivo. Estos permitieron, descomponer cada uno de los elementos de investigación y llegar a las particularidades de los sistemas energéticos en la resistencia; lo cual se realiza en todo el artículo hasta llegar a las respectivas orientaciones.

Se realizó igualmente un análisis documental de diferentes investigaciones del tema, y que tienen como elemento común los sistemas energéticos en los deportes de resistencia. El mismo se desarrolla por información obtenida a través de tesis y artículos científicos entre el año 2000-2018; tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Artículos indexados y tesis relacionados al tema de los deportes de resistencia y los sistemas energéticos.
- Criterios de académicos e investigadores de las ciencias del deporte, donde se evidencia profundidad en el tema.

Los resultados permitieron obtener conclusiones parciales referentes a las orientaciones a tener en cuenta en el desarrollo de los sistemas energéticos en los deportes de resistencia.

Resultados

Sistemas energéticos y equivalencia, entre gasto energético-consumo en atletas de resistencia.

El cuerpo del ser humano funciona como un todo, interactuando todos los órganos y sistemas de manera sincronizada tratando de lograr la perfección en cualquier actividad deportiva. La ejecución del ejercicio físico está precedida por contracciones musculares; las cuales permiten el movimiento cinético a partir de la energía muscular; la fuente energética que permitirá este tipo de acción motriz es el Adenosin Trifosfato (ATP).

Existen en la actividad física y deporte tres sistemas energéticos, los cuales según Pancorbo (2002), quedan caracterizados de la siguiente manera en la Tabla 1:

Tabla 1.

Sistemas Energéticos y sus principales características

<i>Fuentes</i>	<i>Vías de Obtención</i>	<i>Tiempo de Actividad</i>		<i>Tiempo de Liberación</i>
		<i>Inicio</i>	<i>Finalización</i>	
<i>Anaerobia Aláctica</i>	<i>CrP, ATP muscular</i>	<i>0</i>	<i>30 segundos</i>	<i>10 segundos</i>
<i>Anaerobia Láctica</i>	<i>Glucólisis (reservas de glucógeno)</i>	<i>20 – 30 segundos</i>	<i>30 segundos – 6 minutos</i>	<i>30-90 segundos</i>
<i>Aeróbica</i>	<i>Oxidación, HC, grasas</i>	<i>90-180 segundos</i>	<i>Varias Horas</i>	<i>2-5 minutos</i>

Fuente: Pancorbo (2002)

Los sistemas energéticos sufren variaciones según el deporte y el atleta en cuestión; pues los mismos al ser trabajados de forma permanente inciden en la adaptación que permite lograr variaciones en cuanto a sus tiempos de trabajo y de recuperación. A continuación se explicarán dichas fuentes de energía para aclarar cualquier inquietud al respecto.

La fuente de energía Creatin Fosfato (CrP) y Adenosin Trifosfato (ATP), se produce según Collazo (2002), en la realización de ejercicios de máxima contracción muscular hasta los 10 segundos aproximadamente. En esta reacción tiene lugar la resíntesis de la molécula de ATP a partir de la fosfocreatina, que es un compuesto químico encontrado en el músculo en una concentración de 24 a 27 $\mu\text{mol/g}$. Siendo entonces utilizada de forma general en descargas máximas y breves de fuerza muscular (Mena & González, 2013).

Es importante tener en cuenta que toda actividad deportiva que requiera contracciones musculares muy rápidas necesitarán el sistema energético ATP-CrP como fuente predominante, lo que implica un entrenamiento con grandes intensidades de trabajo que traigan consigo una adaptación biológica que agrupe grandes concentraciones de esta energía en el músculo. A pesar que este tenga una breve duración, también es necesario tener en cuenta que toda actividad deportiva requiere de este sistema pues todos pasan por esa unidad de tiempo (0-10 segundos).

Luego de que el organismo consuma ATP-CrP presente en el músculo, pasa a la siguiente fuente de obtención de energía, en este caso el Glucógeno Muscular. Para su obtención se debe convertir el glucógeno concentrado en los músculos en glucosa, este proceso metabólico inicial recibe el nombre de glicólisis (Mena O.& González, (2013). Esta glicólisis a su vez puede ser producida de forma anaeróbica (sin presencia de Oxígeno) y aeróbica (con presencia de Oxígeno), por tanto ambas son necesarias desarrollarlas en el proceso de entrenamiento deportivo y describirlas de manera singular.

Durante la glucólisis anaerobia la glucosa se descompone en dos moléculas de ácido pirúvico, produciendo energía para el organismo y conjuntamente con la Nicotinamida Adenina Dinucleó-

tido (NaDH) considerado un agente oxidante, se origina el ácido láctico que es un desecho tóxico obtenido cuando la actividad de trabajo oscila alrededor de los 25 segundos hasta los dos minutos como energía predominante (Collazo, 2002).

Este tipo de esfuerzo que se produce en la glicólisis anaerobia es de altas intensidades, caracterizado por una frecuencia cardíaca que sobrepasa las 180 Pulsaciones/Minuto (p/m), lo cual indica que debe haber un elevado tiempo de recuperación. Es necesario estar pendiente a los síntomas de fatiga que puede traer consigo estas intensidades que pueden llegar a ser excesivas; igualmente los atletas que son sometidos a trabajos con este sistema energético deben ser chequeados periódicamente.

Por su parte la Glucólisis Aerobia, se produce de manera similar, pero con presencia de oxígeno. En este caso el ácido pirúvico descompuesto por la glucosa y el agente oxidante NaDH, se oxidan para dar dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), a este mecanismo se le conoce como ciclo de Krebs, con el que se llegan a producir hasta 36 moléculas de ATP.

Dentro de sus principales características se pueden citar que esta fase tiene una duración de 2 a 10 minutos aproximadamente, la frecuencia cardíaca aquí disminuye con respecto a la anterior fase, la misma puede oscilar entre las 160 y las 170 p/m (Collazo, 2002). Es necesario tener en cuenta que en la recuperación del atleta dependerá mucho su capacidad de eliminar el ácido láctico, así como las intensidades y densidades plasmadas en las cargas de los deportistas.

Resistencia, su concepción teórica y energética.

Existen muchos conceptos que abordan el tema de la resistencia; de esta manera, Mitjans et al. (2013) plantean que es la capacidad de realizar un esfuerzo en el mayor tiempo posible; indicando igualmente que debe soportarse la fatiga que esto genera, y existir una rápida recuperación. En el transcurso del trabajo de esta capacidad es necesario que el deportista no pierda la intensidad de trabajo, lo cual genera la adaptación necesaria para esta capacidad.

Para este artículo se coincide con Zintl (1991) quien plantea que según los tiempos de trabajo se puede definir en resistencia aeróbica y resistencia anaeróbica, la cual queda sintetizada en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tipos de resistencia

Tipo de Resistencia	Aeróbica	Anaeróbica
Corta duración	3 – 10 min.	10 – 20 seg.
Media duración	10 – 30 min.	20 – 60 seg.
Larga duración	+ 30 min.	60 - 120 seg.

Fuente: Zintl (1991)

Estos elementos señalan el por qué se considera la resistencia como la capacidad madre y básica para todos los deportes, pues se puede apreciar que desde los 10 segundos (que dura cualquier modalidad deportiva) y hasta más de 30 minutos ya comienzan los sustratos energéticos a incidir de manera gradual en el rendimiento deportivo. Dado esto se puede concluir que la mayoría de las modalidades deportivas necesitan el desarrollo de la resistencia y los elementos que se desarrollan para obtener resultados deportivos satisfactorios.

Sistema energético utilizado en los deportes de resistencia

De manera particular en los deportes de resistencia por realizar un esfuerzo durante un tiempo prolongado de aproximadamente una hora, los tipos de ejercicios físicos realizados son aeróbicos; y el sistema energético utilizado con mayor énfasis son las grasas. En este sentido Giraldo & Nieto (2016), plantean que los lípidos almacenados en el organismo representan la principal reserva energética y constituyen una fuente casi inacabable de energía durante el ejercicio. Estas grasas pueden ser almacenadas: en el tejido adiposo y el propio músculo; igualmente se utilizan como fuentes energéticas las lipoproteínas circulantes.

Collazo (2002), aporta que el sistema aeróbico requiere de oxígeno para su funcionamiento y no produce concentraciones de ácido láctico. En el desarrollo de esta capacidad se pone de manifiesto una dependencia de la cantidad de mitocondrias existentes a nivel celular y de la cualidad para llevar a cabo el intercambio gaseoso que tiene lugar en este componente celular, durante el transcurso de este, 180 gramos de glucógeno son degradados por esta vía y pueden producir 39 moles de ATP (36 ATP procedentes del Ciclo de Krebs y 3 ATP de la glicólisis anaerobia).

Es necesario tener en cuenta que las grasas son la fuente energética que más ATP pueden llegar a producir, por tanto es de innegable valor su existencia en el organismo del atleta para su futura degradación en fuente de energía. Igualmente no son pocos los casos en los que los esfuerzos son extremadamente elevados en los que es necesario metabolizar proteínas.

Métodos para el desarrollo de la resistencia

Brooks, Rivery & Negret (2013) agrupan los métodos para el desarrollo de la resistencia en dos grandes grupos. Estos son:

- Los **continuos**; que son determinados por un trabajo constante sin interrupción hasta finalizar dicha carga. Estos se dividen en variables e invariables.
- Los **discontinuos**, caracterizados por la interrupción de la carga que permite la recuperación de los deportistas. Permite el desarrollo de la resistencia aeróbica y anaeróbica por sus intervalos de trabajo.

Los cuales son de interés en este artículo y quedan sintetizados en la siguiente Tabla 3:

Tabla 3

Métodos en el desarrollo de la resistencia

Métodos	Degradación del Método	Derivación del Método
Continuos	Variables	Fartlek
		Juego
Disconti- nuos	Invariables.	Carreras a una larga distancia
	Anaeróbica	Circuito de 6 a 10 estaciones.
	Aeróbica	Extensivos
		Intensivos
		Juego
		Circuito

Fuente: Elaboración propia

Igualmente es necesario tener en cuenta la etapa de preparación del deportista en cuestión, así como a las características del mismo; esto permitirá al profesor deportivo planificar adecuadamente las cargas. La generalidad es que los entrenadores utilicen los métodos continuos mayormente en la etapa general y final de la preparación; y los discontinuos sean utilizados en la preparación especial del deportista.

Existen diversidad de opiniones al respecto y de autores como Caldevilla et al. (2010), sostienen que el método *Fartlek* ha sido utilizado en todas las etapas del deportista; y ciertamente se coincide con ellos pues se han tenido muy buenos resultados en su implementación. Esto se debe a la diversidad de este método que puede ser:

1. Libre Orientado: En este se orienta una tarea a realizar en la carrera; pero no se especifica el tiempo de trabajo; utilizado principalmente en la etapa general de la preparación.
2. Especial: Se realiza en terrenos irregulares dividiendo el trabajo en tramos; se utiliza en la preparación especial.
3. Líder: Dentro del grupo de trabajo se seleccionan varios líderes en distancias previamente determinadas por el entrenador; todos saldrán en una misma carrera y en los tramos acordados realizará un *sprint*. El resto del grupo deberá darle alcance, en tramos que oscilan de entre 100 a 400 metros; es de mucha utilidad en los períodos precompetitivo y competitivo debido a su alta intensidad.
4. Control; es muy utilizado como enlace entre las etapas de preparación general y especial, este permite de evaluar la preparación física de los deportistas.

Discusión

Orientaciones metodológicas para el trabajo de deportes de resistencia según el sistema energético.

Las orientaciones presentes a continuación tienen su estructura lógica a partir del conocimiento de los sistemas energéticos en la resistencia; presentándose un ejemplo de planificación para atletas de aproximadamente 5 años en el deporte y que tengan resultados relevantes. Es importante señalar que dicha planificación (Tabla 4) estará condicionada además por:

- Tipo de deporte que se practique.
- Sistemática en el entrenamiento.
- Cantidad de competencias al año.
- Experiencia deportiva.
- Aspiraciones deportivas.

Tabla 4.

Ejemplo de planificación de la resistencia aeróbica.

Ejercicio	Dosificación	Métodos	Etapas de preparación en que se utiliza
Correr en una pista o campo a traviesa.	10Km.	Carreras	Etapas General
Abdominales, Flexiones (planchas), press de banca con mancuernas, tríceps con mancuernas, remo acostado, sentadillas, Burpees, Barras	30 segundos entre estaciones con micro-pausas de 15 segundos Por 4 tandas	Circuito de 7 estaciones.	Etapas Especial
Correr a velocidad tramos de 150 metros; luego se trota 50 metros y se vuelve nuevamente a correr.	150-50-150-50-150-50-150-50-150-50 2 repeticiones	Extensivos	Etapas Especial
Carreras para alcanzar a un compañero (líder) dentro del grupo, en tramos que oscilan de 100 metros	Tramos de 100 metros.	Fartlek líder	Precompetitivo
Juegos pre deportivos de mayor interés que estimule las relaciones sociales en el grupo y beneficie a la disminución paulatina de las cargas.	2 horas	Juego	Etapas de tránsito

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4, queda evidenciado que en la primera etapa el entrenamiento se debe basar en acumular el ATP de forma aerobia y con baja intensidad. Las siguientes etapas se basarán en un aumento de intensidad; los cuales incluyen que el organismo del deportista debe actuar de manera muy eficiente en la descomposición de la glucosa y las grasas; lo cual deriva en una adaptación en

la rapidez de la obtención del ATP. La última etapa consiste en ir revirtiendo estas adaptaciones en cuanto a sistemas energéticos se basa, trayendo consigo que el organismo del atleta llegue a niveles similares a los cuales inicio el proceso de entrenamiento.

Conclusiones

Existen en la actividad física y deporte tres sistemas energéticos, CrP, ATP, glucólisis (reservas de glucógeno) y oxidación de las grasa; el último de estos es el más utilizados en la resistencia al producir 39 moles de ATP, haciendo del organismo una fuente inagotable de energía. La resistencia es considerada la capacidad física madre, pues es la base del desarrollo de otras capacidades; el progreso de esta incluye un trabajo prolongado del deportista permitiéndole una adaptación biológica adecuada para enfrentar los compromisos competitivos de la temporada. Existen diversos métodos para su desarrollo los cuales deben emplearse de acuerdo a la etapa en que se encuentre, lo que permite una dosificación de acuerdo a las características del deporte, sistematicidad en el entrenamiento, competencia, experiencia deportiva y aspiraciones deportivas.

Bibliografía

- Brooks Rodríguez, Y., Rivery Bring, D., & Negret Martínez, L. A. (2013). Combinación de métodos para el desarrollo de la resistencia en atletas juveniles. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 18(185). Recuperado el 3/06/2019 de <https://www.efdeportes.com/efd185/combinacion-de-metodos-para-la-resistencia.htm>
- Caldevilla Azoy, L., López Jiménez, I., Balboa Navarro, Y., Cantillo Oviedo, O., Cintra Cala, O., & Boschen Baldrice, A. (2010). El fartlek como método del trabajo para el desarrollo de la cualidad resistencia. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 14(142). Recuperado el 05/06/2019 de <https://www.efdeportes.com/efd142/el-fartlek-para-el-desarrollo-de-la-resistencia.htm>
- Carrasco, O. R. (2017). *Análisis de los sistemas energéticos (glucolítico-oxidativo) en el rendimiento físico de los jugadores de fútbol en las diferentes posiciones del juego*. (Tesis de Maestría). Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.
- Collazo, A. (2002). *Fundamentos biometodológicos para el desarrollo de las capacidades físicas*. ISCF "Manuel Fajardo", Cuba, La Habana.
- Gastin, P. B. (2001). Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. *Sports Med*, 31(10), 725-741.
- Mena Pérez, O., & González Espinosa, Y. (2013). Utilización y recuperación de los sistemas energéticos durante y después del ejercicio físico. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 17(177). Recuperado el 2/06/2019 de: <https://www.efdeportes.com/efd177/recuperacion-de-los-sistemas-energeticos.htm>
- Mitjans Torres, P. L., Costa Acosta, J., & Rodríguez Mader, A. (2013). Características del desarrollo de la capacidad física resistencia aeróbica en las clases de Educación Física en la

- Universidad de Pinar del Río. *EFDeportes.com, Revista Digital*, 18(184). Recuperado el 4/05/2019 de <https://www.efdeportes.com/efd184/desarrollo-de-la-capacidad-fisica-resistencia.htm>
- Morrison, S. D., Ward, P., & R du Manoir, G. (2017). Energy System Development and Load Management Through the Return to Play Process. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(4). Recuperado el 20/05/2019 de https://www.researchgate.net/publication/318836951_Energy_System_Development_and_Load_Management_Through_the_Return_to_Play_Process
- Pancorbo, S. A. (2002). *Medicina del Deporte*. Brasil: EDUCS.
- Spencer, M. R., & Gatin, P. B. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33(1), 157–162. Recuperado el 20/05/2019 de: <https://pdfs.semanticscholar.org/e335/0b98ab8c3d970c91bcb324130d345b3d9344.pdf>