



CienciaUAT

ISSN: 2007-7521

cienciauat@uat.edu.mx

Universidad Autónoma de Tamaulipas

México

Pereira-Guimaraes, Miller; Hernández-Mosqueira, Claudio Marcelo; Fernandes-Filho,  
José; Fernandes-da-Silva, Sandro

Métodos de determinación de la velocidad crítica en corredores

CienciaUAT, vol. 11, núm. 2, enero-junio, 2017, pp. 46-53

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Ciudad Victoria, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441949672003>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



Tomado de: <https://pixabay.com/es/marat%C3%B3n-de-calle-ejecuci%C3%B3n-1149220/>

# Métodos de determinación de la velocidad crítica en corredores

## Methods for determining critical speed corridors

Miller Pereira-Guimarães<sup>1</sup>

Claudio Marcelo Hernández-Mosqueira<sup>2\*</sup>

José Fernandes-Filho<sup>3</sup>

Sandro Fernandes-da-Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Pedro de Valdivia, sede Chillán, programa de Magíster en Ciencias de la Motricidad Humana, Panamericana Norte 3651, Chillán, Chile.

<sup>2</sup>Universidad de los Lagos, Departamento Ciencias de la Actividad Física, Campus Chinquihue, km 6, Puerto Montt, Chile.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Río de Janeiro, Escuela Educación Física, Av. Pedro Calmon núm. 550, Prédio da Reitoria 2º andar, Cidade Universitária, Río de Janeiro, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Educação Física, Câmpus Universitário, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil, Caixa Postal 3037.

**\*Autor para correspondencia:**  
claudio.hernandez@ulagos.cl

Fecha de recepción:  
3 de mayo de 2016

Fecha de aceptación:  
22 de septiembre de 2016

### RESUMEN

El creciente interés en la corrida como ejercicio, y particularmente como deporte de competición, demanda estudiar la eficiencia metabólica que presentan los corredores. La estimación de la velocidad crítica (VC) ha sido utilizada en diferentes estudios por ser de fácil aplicabilidad para determinar el umbral anaeróbico del corredor, considerando la intensidad del esfuerzo y el tiempo en que se ejecuta. El objetivo del presente trabajo fue identificar y comparar la eficiencia de los métodos que están siendo utilizados en la actualidad para la estimación de la VC en corredores. Se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados durante el periodo 2011

a 2016. El análisis de literatura mostró que en la estimación de la VC se emplean diferentes estrategias: test máximos y submáximos, continuos e intermitentes, en pista de atletismo, trotadora y asfalto; con distintos grupos de corredores. La velocidad crítica permitió establecer eficazmente el umbral anaeróbico de las personas que practican la corrida, independientemente del grupo de individuos analizados, de forma simple, menos costosa, e igual de confiable que otros métodos de estimación del umbral anaeróbico más sofisticados, que requieren pruebas de laboratorio.

**PALABRAS CLAVE:** velocidad crítica, potencia crítica, umbral anaeróbico, corredores.

## ABSTRACT

The growing interest in running as an exercise, and particularly as a sport of competition, demands the study of runner's metabolic efficiency. The estimate of the critical velocity (CV) has been used in different studies to since it is a method of simple applicability to determine the anaerobic threshold of runners, taking into consideration the intensity of effort and the execution time. The objective of the present work was to identify and compare the efficiency of methods that are currently being used for the estimation of runner's CV. A bibliographic review of scientific articles published during the period 2011 to 2016 was carried out. The analysis of the literature showed the estimation of CV is determined by different strategies such as: maximal and submaximal tests, continuous and intermittent, in athletics track, tradmill and asphalt; with different groups of runners. The determination of critical velocity enabled an efficient establishment of the anaerobic threshold of runners, regardless of the group of individuals analyzed in a simpler, less costly, and equally reliable as other more sophisticated methods of anaerobic threshold estimation that require laboratory tests.

**KEYWORDS:** critical velocity, critical power, anaerobic threshold, runners.

## INTRODUCCIÓN

La falta de ejercicio suficiente y adecuado está altamente asociada a problemas de salud que incluyen la obesidad, diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares, entre otras (Araujo-Contreras y col., 2015). Entre los beneficios de la actividad física destacan: el mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares, salud ósea, estimula la autoestima, la claridad mental y el bienestar en general; así como reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles, como las crónicas degenerativas, estrés, depresión y ansiedad (Bezares-Sarmiento y col., 2014).

La corrida es actualmente uno de los deportes más practicados en todo el mundo, y en cada

competición se suma un número mayor de participantes. Maratones como los de Washington o Berlín, reciben anualmente de 30 000 a 40 000 corredores, y tardaron únicamente 3 h en cubrir todas sus plazas de participación. La Maratón de Nueva York, por su parte, superó los 50 000 corredores (Abadia y col., 2014). Un caso interesante es el registro de participantes en el maratón internacional de Santiago, Chile, que en 2006 tuvo 1 000 corredores y más de 12 000 en 2008 (Cauas, 2008). En 20016, en su décima versión, reunió a 28 000 competidores (Maratón de Santiago, 2016). El creciente interés por esta actividad física competitiva torna imprescindible que los profesionales dedicados a la evaluación y prescripción del entrenamiento de este tipo de público, tengan herramientas precisas y de fácil aplicabilidad para el control de las variables del entrenamiento (Rojo, 2014).

En el ámbito de la fisiología del ejercicio aplicado al entrenamiento deportivo, los umbrales de transición fisiológica (UTF), han sido objeto de profundo interés de la comunidad científica, específicamente, por su estrecha relación con el desempeño deportivo en pruebas de larga duración (Pringle y Jones, 2002). Los UFT permiten evaluar dos respuestas metabólicas frente al ejercicio, que a pesar de sus distinciones, representan el mismo fenómeno fisiológico. El primer UTF (UTF1), o umbral aeróbico (UAe), es considerado el primer aumento significativo de la intensidad metabólica, en relación a los niveles basales, en el que se presenta la mayor participación del metabolismo aeróbico y a partir de este punto, comienza a haber un aumento en las concentraciones de lactato sanguíneo (Faude y col., 2009; Bertuzzi y col., 2013; Candia-Luján y de-Paz-Fernández, 2015). El segundo UTF (UTF2), el umbral anaeróbico (UAn), representa la intensidad del ejercicio en que las tasas de producción de lactato superan su remoción, induciendo una elevación abrupta del lactato sanguíneo. Esta es la etapa del ejercicio en que ocurre una mayor participación del metabolismo glucolítico anaeróbico (Svedahl y MacIntosh, 2003; Kang y col.,

2014). Dichos umbrales pueden ser identificados a través de parámetros metabólicos, mediante el análisis de las curvas de lactato sanguíneo (Svedahl y MacIntosh, 2003), parámetros ventilatorios, determinando las tasas de consumo de oxígeno (Bassett y Howley, 2000; Denadai y col., 2004), además de parámetros neuromusculares, por el análisis de la amplitud de la señal electromiográfica (Camic y col., 2010). Estas pruebas expresan de forma sistemática los índices fisiológicos, como la velocidad máxima de oxigenación ( $VO_{2\text{MÁX}}$ ) y la máxima fase estable de lactato (MFEL) (de-Barros y col., 2013). Ambos parámetros son considerados como el patrón estándar en la predicción de la capacidad aeróbica (Fraga y col., 2014).

Los umbrales metabólicos o umbrales de transición, han sido estimados como parámetros fisiológicos bastante apropiados para determinar los diferentes dominios de intensidad durante el ejercicio, específicamente porque reflejan confiabilidad las respuestas desencadenadas por el entrenamiento de resistencia, siendo así, importantes para establecer el éxito en pruebas de media y larga distancia (Guglielmo y col., 2012; Bertuzzi y col., 2013). Los medios y métodos de evaluación citados, se llevan a cabo con la aplicación de equipamientos de alta complejidad y alto costo, y además, la mayoría de las veces, abarcan un pequeño número de sujetos (Cardoso-Teixeira y col., 2009). La estimación de la velocidad crítica (VC) es una técnica no invasiva, de fácil aplicabilidad, bajo costo y que puede ser utilizada en un grupo considerado de personas, principalmente cuando el deporte en cuestión es la corrida. A diferencia de los test de laboratorio, la VC puede ser determinada a partir de un test de campo, lo que torna el test más específico a las realidades de este tipo de público (Florence y Weir, 1997).

El presente trabajo tuvo por objetivo identificar los métodos que están siendo utilizados en la actualidad para la estimación de la velocidad crítica en corredores.

### Identificación y recuperación de la literatura revisada en las bases de datos

Se hizo una revisión de artículos de investigación relativos a la VC extraídos de las bases de datos Google Académico, PubMed y ResearchGate. La búsqueda y extracción de información fue realizada de enero a marzo de 2016, y fueron almacenados en el gestor de referencias bibliográficas Endnote X7.5. Los resultados se filtraron atendiendo a su objeto de análisis, considerando solo aquellos documentos que tienen como temática principal o incluyen en su muestra de estudio la estimación de la VC. Para ello, se utilizaron las palabras clave: velocidad crítica, potencia crítica, umbral anaeróbico, corredores, velocidad crítica en élite, métodos de velocidad crítica, capacidad aeróbica. En segundo lugar, se incluyeron criterios de inclusión, publicados en idioma portugués, español o inglés, con fecha comprendida en el periodo 2011 a 2016, que estuvieran disponibles de manera íntegra y gratuita. Se identificaron 27 artículos que se relacionaban con el tema en cuestión. Pero solo 8 de ellos cumplieron con los requisitos de que su diseño fuera de tipo correlacional, comparativo o de determinación.

### Métodos utilizados en la actualidad para la estimación de la VC

Inicialmente, la VC fue propuesta con el término de potencia crítica (PC). Conceptualmente, los autores proponen la existencia de una intensidad máxima de esfuerzo, que consistirá en ser mantenida por un largo periodo, correspondiendo a una intensidad del ejercicio cerca del umbral anaerobio (Monod y Scherrer, 1965). El término VC puede ser definido también como la intensidad límite correspondiente a las tasas de equilibrio de lactato y de  $VO_{2\text{MÁX}}$ . Además de esto, varios estudios comprobaron la óptima correlación entre la VC con UAn y MFEL (Barker y col., 2012; Penteado y col., 2014; Browne y col., 2015; Ferreira y col., 2015; Messias y col., 2015). Los conceptos de la VC se apoyan en la teoría de que existe una relación entre las intensidades de trabajo y el tiempo en que ellas son ejecutadas (Hill, 1993). Se han utilizado dife-

rentes condiciones para cuantificar la VC, como por ejemplo:

- Test contra reloj: consiste en recorrer una distancia estipulada en el menor tiempo posible; se han encontrado distancias entre 100 m y 5 000 m (Ferreira y col., 2015). Cuando se utilizan más de dos distancias y sus respectivos tiempos, se proyecta una recta de regresión lineal correlacionando distancia *versus* tiempo, y con el coeficiente angular obtenido se determina la VC (Kranenburg y Smith, 1996; Simões y col., 2005; de-Lucas y col., 2012; Penteado y col., 2014).
- Ecuación: se determina la VC a través de una ecuación propuesta por Hill (2001), utilizando solo 2 distancias y sus respectivos tiempos finales. Los mismos autores proponen la utilización de una distancia mínima de 800 m y máxima de 5 000 m. La fórmula propuesta es la siguiente:

$$V_{\text{crit}} = \frac{2^{\text{a}} \text{ distancia} - 1^{\text{a}} \text{ distancia}}{2^{\text{o}} \text{ tiempo} - 1^{\text{er}} \text{ tiempo}}$$

• Métodos con intervalos y submáximos: se utiliza la técnica propuesta por Dekerle y col. (2010), quienes verificaron la estabilidad del lactato durante 50 min de duración, en entrenamientos con intervalos en la intensidad de la VC (10 m x 400 m con pausas de 50 s), lo que sugiere que la VC puede representar una intensidad semejante al umbral anaeróbico. Siguiendo esta línea para determinar la fiabilidad de la VC, en la prescripción del entrenamiento, se encontraron también métodos que utilizaron esfuerzos submáximos con una duración de 180 s, con un intervalo pasivo de 90 s entre ellos (Rossi y col., 2015).

• Test con un tiempo fijo de 180 s: donde los individuos fueron instruidos en correr a su velocidad máxima todo el tiempo. Así, con ayuda de un GPS y su respectivo software, se consideran los últimos 30 s para la determinación de la VC (Pettitt y col., 2012). Sin embargo, gran parte de los estudios de VC, aún utilizan los test continuos con distancias preestablecidas para su estimación.

## Características de corredores relacionados con VC

De los ocho artículos seleccionados, el 50 % fue publicado en 2015, lo que sugiere el interés reciente de estimar la VC, empleando diferentes métodos de evaluación y en públicos de corredores distintos. La variación de la muestra comprende atletas mediofondistas de alto nivel (Ferreira y col., 2015), corredores entrenados (de-Lucas y col., 2012; Penteado y col., 2014, Hoffman y col., 2015), triatletas (Penteado y col., 2014), soldados de las fuerzas especiales (Hoffman y col., 2015), adolescentes (Browne y col., 2015), sujetos recreacionalmente activos (Fukuda y col., 2012) y mujeres en la etapa de la menopausia (Rossi y col., 2015).

La literatura consultada permitió establecer la eficiencia del método de la VC, independiente de los sujetos analizados, ya que en casi todos los estudios seleccionados hubo una buena correlación entre VC y sus respectivos marcadores de umbral anaeróbico. Solamente en el estudio de mujeres con menopausia no hubo correlación entre VC y UAn, porque el test utilizado fue a través de caminata en trotadora, no pudiendo realmente descartar la relación de la VC con este tipo de público (Tabla 1).

En este trabajo no se encontraron estudios que tuviésen como sujetos atletas de élite, debido a que este tipo de muestra es comúnmente utilizada como *n* muestral representativa de la performance máxima (Messonnier y col., 2013), quizás por el hecho de que los atletas de élite frecuentemente usan en sus evaluaciones de control del entrenamiento los métodos directos y no los indirectos, como es la VC. Otro abordaje puede ser hecho en relación a los tipos de protocolos utilizados en la determinación de la VC.

Esta revisión permitió también observar varias técnicas para la predicción de la VC en otros deportes. La cantidad de pruebas y sus distancias son las principales divergencias citadas. Por ejemplo, en un estudio que eva-

■ Tabla 1. Características de los estudios para la estimación de la VC.  
Table 1. Characteristics of the studies for the estimation of the CV.

Título	Año	País	Características de la muestra	Métodos empleados
Critical velocity estimates lactate minimum velocity in youth runners	Browne y col. (2015)	Brasil	25 adolescentes (7 mujeres y 18 hombres) con edad media ( $14.7 \pm 1.2$ años) y VCRIT de $13.5 \pm 1.9 \text{ km/h}^{-1}$	Running performance test de 3 000 m y 1 600 m en pista oficial de atletismo (400 m)
Critical velocity determined by a non-exhaustive method in menopausal women	Rossi y col. (2015)	Brasil	9 mujeres en la menopausia, con edad media ( $59.8 \pm 4.6$ años), y VCRIT de $5.3 \pm 0.4 \text{ km/h}^{-1}$	Test de caminata en trotadora con pausas, de acuerdo con el protocolo propuesto por Chassain (1986)
Critical velocity is associated with combat specific performance measures in a special forces unit	Hoffman y col. (2015)	Israel	18 soldados de sexo masculino (media +/- SD; edad: $19.9 \pm 0.8$ años), y VC media de 4.09 m/s.	3-min All-Out Exercise Test for Running. Utilizando GPS y tomando como VC los últimos 30 s del test
Comparação entre velocidade no limiar anaeróbico e velocidade crítica em corredores meiofundistas	Ferreira y col. (2015)	Brasil	9 corredores mediofondistas con edad media ( $30 \pm 5$ años) y VC:  VC1 (100 m - 200 m - 400 m) = 5.7 m/s  VC2 (100 m - 200 m - 800 m) = 5.3 m/s  VC3 (200 m - 400 m - 800 m) = 5.1 m/s  VC4 (100 m - 400 m - 400 m) = 5.2 m/s	Test máximo de 100 m, 200m, 400 m y 800 m en pista oficial de atletismo
Physiological responses at critical running speed during continuous and intermittent exhaustion tests	Penteado y col. (2014)	Brasil	9 hombres entrenados (3 triatletas y 6 corredores) con VCRIT de ( $14.8 \pm 2.0$ ) $\text{km/h}^{-1}$	Running performance test de 2 400 m y 800 m en pista oficial de atletismo (200 m)
An alternative approach to the army physical fitness test two-mile run using critical velocity and isoperformance curves	Fukuda y col. (2012)	EE. UU.	78 sujetos (39 hombres y 39 mujeres) recreacionalmente activos, con edad media $22.1 \pm 0.34$ años y VCRIT de $11.2 \pm 1.9 \text{ km/h}^{-1}$	4 test máximos en trotadora con velocidad de 90 %, 100 %, 105 % y 110 % de la velocidad pico predicho por el test incremental previo hecho en trotadora
Is the critical running speed related to the intermittent maximal lactate steady state?	de-Lucas y col. (2012)	Brasil	8 corredores entrenados con edad media ( $30.3 \pm 10.6$ años), 40 km de entrenamiento semanal y VCRIT de $15.2 \pm 1.0 \text{ km/h}^{-1}$	Running performance test de 3 000 m y 1 500 m en pista oficial de atletismo (400 m)
VO <sub>2máx</sub> estimado e sua velocidade correspondente predizem o desempenho de corredores amadores	Santos y col. (2012)	Brasil	12 corredores entrenados (9 hombres, edad $36.0 \pm 5.0$ años; 3 mujeres, edad $36.0 \pm 5.2$ años) y VCRIT de $14.9 \pm 1.9 \text{ km/h}^{-1}$	Running performance test de 5 000 m y 1 000 m en asfalto plano

lúo la VC en el canotaje, se empleó un modelo con dos distancias, mostrando mejor eficiencia que los modelos de múltiples distancias (Messias y col., 2015). A su vez, Ferreira y col. (2015), observaron que cuanto menores son las distancias utilizadas en los test de determinación de la VC, hay una tendencia de sobreestimación de la máxima fase estable de lactato (MFEL), ya que podría tratarse de distancias donde el sistema anaerobio de energía es predominante, lo que representa una limitación de la VC. El estimar con efectividad la VC permite una contribución relativa importante para evaluar el sistema aerobio de energía, ya que la misma es un parámetro de control submáximo del metabolismo aerobio (Cardoso-Teixeira y col., 2009). Comprobando esas afirmaciones, Caritá y col. (2013), demostraron que ciclistas e individuos no entrenados en ciclismo presentan diferentes respuestas de VO<sub>2MÁX</sub>, durante el ejercicio realizado hasta la exhaustión en la VC. Así, está claro que las metodologías utilizadas para la determinación de la VC, deben ser mejor investigadas, en cuanto a los test máximos y submáximos, continuos e intermitentes y su asociación con la especificidad de cada modalidad (Fukuda y col., 2012; Ari y col., 2013).

Fukuda y col. (2012), mencionaron que una de las limitaciones de su revisión puede ser atribuida a los escasos estudios encontrados que satisfacían las exigencias del criterio de inclusión. La mayoría de los estudios de su investigación fueron del área de la natación. Sin embargo, la literatura encontrada para este estudio da lineamientos concretos para la utilización del método VC para la predicción del umbral anaeróbico en corredores. Por lo tanto, es conveniente realizar estudios basados en el método de estimación de la VC.

## CONCLUSIONES

La velocidad crítica permite establecer de forma eficiente el umbral anaeróbico de los corredores, independientemente del género, grupo de edad y nivel de acondicionamiento físico. Este método puede ser aplicado en condiciones de gimnasio o al aire libre, siendo sensible, poco costoso y estadísticamente significativo cuando se compara con otros métodos de estimación del umbral anaeróbico, que se basan en evaluar el esfuerzo en distancias cortas y de baja intensidad, mediante la medición del lactato sanguíneo, tasa de consumo de oxígeno y parámetros neuromusculares.

## REFERENCIAS

- Abadia, S., Medina, F. X., Sánchez, R., Bantulà, J., Fornons, D., Bastida, N.,...y Pujadas, X. (2014). Entre el boom atlético y la cooperación social: Las carreras solidarias y el ejemplo de la Trail walker España 2013. *Península*. 9(1): 105-124.
- Araujo-Contreras, J. M., Rivas-Avila, E., Avila-Rodríguez, A., Avila-Rodríguez, E. H., Vargas-Chávez, N., Reyes-Romero, M. A. y Camacho-Luis, A. (2015). Relación entre hipertensión arterial y obesidad central en madres de familia. *CienciaUAT*. 9(2): 53-58.
- Ari, E., Cihan, H., Deliceoglu, G., Sozen, H., and Can, I. (2013). The Evaluation of Athletic organizations of International Association of Athletic Federations and Olympic Games according to Critical Velocity Concept. *International Journal of Academic Research*. 5(4): 134-138.
- Barker, A. R., Bond, B., Toman, C., Williams, C. A., and Armstrong, N. (2012). Critical power in adolescents: physiological bases and assessment using all-out exercise. *European journal of applied physiology*. 112(4): 1359-1370.
- Bassett, D. and Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*. 32(1): 70-84.
- Bertuzzi, R., Nascimento, E. M. F., Urso, R. P., Damasceno, M., and Lima-Silva, A. E. (2013). Energy system contributions during incremental exercise Test. *Journal of Sports Science and Medicine*. 12(3): 454-460.
- Bezares-Sarmiento, V. R., Márquez-Rosa, S., Molinero-González, O., Jiménez-Cruz, A. y BacardiGascón, M. (2014). Estilos de vida de las

- mujeres de Ocuilapa de Juárez, Ocozocoautla, Chiapas. *CienciaUAT*. 8(2): 54-61.
- Browne, R. A. V., Sales, M. M., Sotero, R. D. C., Asano, R. Y., Moraes, J. F. V. N. d., Barros, J. D. F., . . . , and Simões, H. G. (2015). Critical velocity estimates lactate minimum velocity in youth runners. *Motriz: Revista de Educação Física*. 21(1): 1-7.
- Camic, C. L., Housh, T. J., Johnson, G. O., Hendrix, C. R., Zuniga, J. M., Mielke, M., and Schmidt, R. J. (2010). An EMG frequency-based test for estimating the neuromuscular fatigue threshold during cycle ergometry. *European journal of applied physiology*. 108(2): 337-345.
- Candia-Luján, R. y de Paz-Fernández, J. A. (2014). ¿Son efectivos los antiinflamatorios no esteroides en el tratamiento del dolor muscular tardío?. *CienciaUAT*. 9(1): 76-83.
- Cardoso-Teixeira, A., Motta-Hernandez, T., Saliba, E. F., Almeida-Santos, P. A., Ferreira-Rodrigues, G., Morais, . . . , and Fernandes-Da-Silva, S. (2009). Correlação Entre Três Distâncias Para Identificar a Velocidade Crítica em Teste de Campo. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 3(1): 56-64.
- Caritá, R. A. C., Pessôa Filho, D., and Greco, C. (2013). Cinética do VO<sub>2</sub> durante o exercício realizado na potência crítica em ciclistas e indivíduos nãotreinados no ciclismo. *Rev Motriz*. 19 (2): 412-422.
- Cauas, R. (2008). El boom del running en Chile, desde una perspectiva psicológica. *EFDeportes.com. Revista Digital: Educación física y deportes*. 13(121).
- Chassain, A. P. (1986). Méthode d'appréciation objective de la tolérance de l'organisme à l'effort: application à la mesure des puissances critiques de la fréquence cardiaque et de la lactatémie. *Science & Sports*. 1(1): 41-48.
- de-Barros, C. L. M., Mendes, T. T., Pacheco, D. A. S., and Garcia, E. S. (2013). Efeitos do calor no OBLA: comparação entre ambiente quente e temperado. *Motriz: Revista de Educação Física*. 19(2): 441-449.
- de-Lucas, R. D., Dittrich, N., Junior, R. B., de-Souza, K. M., and Guglielmo, L. G. A. (2012). Is the critical running speed related to the intermittent maximal lactate steady state?. *Journal of Sports Science & Medicine*. 11(1): 89-94.
- Dekerle, J., Brickley, G., Alberty, M., and Peñayo, P. (2010). Characterising the slope of the distance-time relationship in swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 13(3): 365-370.
- Denadai, B. S., Ortiz, M. J., and Mello, M. D. (2004). Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da duração da prova. *Rev Bras Med Esporte*. 10(5): 401-404.
- Faude, O., Kindermann, W., and Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts. *Sports medicine*. 39(6): 469-490.
- Ferreira, C., De-Olivaira, V. M., Cavazzotto, T. G., Queiroga, M. R., Tartaruga, L. A. P., and Tartaruga, M. (2015). Comparação entre velocidade no limiar anaeróbico y velocidade crítica em corredores meio-fundistas. *Acta Brasileira do Movimento Humano-bmh*. 4(5): 17-31.
- Florence, S. I. and Weir, J. P. (1997). Relationship of critical velocity to marathon running performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 75(3): 274-278.
- Fraga, C. H. W., Bianco, R., Serrão, J. C., Greco, C. C., Amadio, A. C., and Gonçalves, M. (2014). Comparação de protocolos de corrida para determinação de diferentes limiares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 20(2): 92-96.
- Fukuda, D. H., Smith, A. E., Kendall, K. L., Cramer, J. T., and Stout, J. R. (2012). An alternative approach to the army physical fitness test two-mile run using critical velocity and isoperformance curves. *Military medicine*. 177(2): 145-151.
- Guglielmo, L. G. A., Junior, R. J. B., Arins, F. B., and Dittrich, N. (2012). Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia de corredores nas distâncias de 1. 5 km, 3 km e 5 km. *Motriz rev. educ. fís. (Impr.)*. 18(4): 690-698.
- Hill, D. (1993). The critical power concept. *Sports medicine*. 16(4): 237-254.
- Hill, D. (2001). Aerobic and anaerobic contributions in middle distance running events. *Motriz*. 7(1): S63-S67.
- Hoffman, M. W., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Landua, G., Fukuda, D. H., Sharvit, N., . . . , and Ostfeld, I. (2015). Critical velocity is associated with combat specific performance measures in

- a Special Forces Unit. *Journal of Strength & Conditioning Research.* 30(2): 446-453.
- Kang, S., Kim, J., Kwon, M., and Eom, H. (2014). Objectivity and validity of EMG method in estimating anaerobic threshold. *International journal of sports medicine.* 35(9): 737-42.
- Kranenburg, K. J. and Smith, D. J. (1996). Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Medicine and science in sports and exercise.* 28(5): 614-618.
- Maratón de Santiago (2016). 28 000 corredores dieron vida al Entel Maratón de Santiago 2016, en *maratondesantiago.com*. [En línea]. Disponible en: <http://www.maratondesantiago.com/28-000-corredores-dieron-vida-al-entel-maraton-de-santiago-2016/>. Fecha de consulta: 21 de septiembre de 2016.
- Messias, L. H., Ferrari, H. G., Reis, I. G., Scariot, P. P., and Manchado-Gobatto, F. B. (2015). Critical velocity and anaerobic paddling capacity determined by different mathematical models and number of predictive trials in canoe slalom. *Journal of Sports Science and Medicine* 14(1): 188-193.
- Messonnier, L. A., Emhoff, C. A. W., Fattor, J. A., Horning, M. A., Carlson, T. J., and Brooks, G. A. (2013). Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. *Journal of Applied Physiology.* 114(11): 1593-1602.
- Monod, H. and Scherrer, J. (1965). The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics.* 8(3): 329-338.
- Penteado, R., Salvador, A., Corvino, R., Cruz, R., Lisbôa, F., Caputo, F., and de-Lucas, R. (2014). Physiological responses at critical running speed during continuous and intermittent exhaustion tests. *Science & Sports.* 29(6): e99-e105.
- Pettitt, R., Jamnick, N., and Clark, I. (2012). 3-min all-out exercise test for running. *Int J Sports Med.* 33(6): 426-431.
- Pringle, J. S. and Jones, A. M. (2002). Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. *European journal of applied physiology.* 88(3): 214-226.
- Rojo, J. R. (2014). Corridas de rua, sua história e transformações, in *VII Congresso Sulbrasilero de Ciências do Esporte*. [En línea]. Disponibile en: <http://congressos.cbce.org.br/index.php/7csbce/2014/paper/view/5905>. Fecha de consulta: 28 de enero de 2016.
- Rossi, F., Kalva-Filho, C., de-Araújo, R. G., Neto, J. G., Campos, E., Pastre, C., and Junior, I. F. (2015). Critical velocity determined by a non-exhaustive method in menopausal women. *Science & Sports.* 30(1): e17-e22.
- Santos, T. M., Rodrigues, A. I., Greco, C. C., Marques, A. L., Terra, B. S., and Oliveira, B. R. R. (2012). VO<sub>2</sub>máx estimado e sua velocidade correspondente predizem desempenho de corredores amadores. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 14 (2): 192-201.
- Simões, H., Denadai, B. S., Baldissera, V., Campbell, C., and Hill, D. (2005). Relationships and significance of lactate minimum, critical velocity, heart rate deflection and 3 000 m track-tests for running. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 45(4): 441-451.
- Svedahl, K. and MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology.* 28(2): 299-323.