

Estudio del umbral anaeróbico en ciclistas, categoría 14-15 años

Study of the anaerobic threshold in cyclists, category 14-15 years

Jorge Luís Pentón López,^I Adalberto Padillas Frías,^I Denis Lara Caveda,^I María de las Mercedes Zaballa González,^{II} Santiago Calero Morales,^{III} Mario Rene Vaca García^{III}

^I Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Sancti Spíritus, Cuba.

^{II} Centro Provincial de Medicina Deportiva de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus, Cuba.

^{III} Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

RESUMEN

Introducción: Al igual que muchos otros deportes, el ciclismo ha sufrido grandes cambios en cuanto a su preparación; por consiguiente, sitúa ante los atletas, entrenadores, organizadores, médicos y otros especialistas tareas nuevas aún más complejas. El adecuado conocimiento del metabolismo energético es la base fundamental para comprender el transporte o la utilización de las fuentes energéticas básicas.

Objetivo: Determinar el umbral del metabolismo anaeróbico en las ciclistas de la modalidad de ruta en la categoría 14-15 años, sexo femenino.

Métodos: Se aplicó el test de Conconi para evaluar el umbral del metabolismo anaeróbico, estudiando la población de ciclistas del sexo femenino de mayores rendimientos (cuatro ciclistas, 14-15 años), perteneciente a la Escuela Integral Deportiva (EIDE) "Lino Salabarría Pupo" en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba.

Resultados: Se demostró que las ciclistas de la categoría 14-15 años no mostraron niveles satisfactorios en la potencia anaeróbica (Atleta 1: 191pm: 33Km/h; Atleta 2: 157pm: 34Km/h; Atleta 3: 184pm: 40Km/h y Atleta 4: 180pm: 33Km/h), mostrándose aún separado el punto de deflexión con respecto a su frecuencia Cardíaca máxima y el tiempo de trabajo realizado, razón por la cual se ven imposibilitadas a cumplimentar el plan táctico diseñado por sus entrenadores.

Conclusiones: Se demostró que las atletas y entrenadores del equipo deportivo estudiado desconocen de las posibilidades del umbral anaeróbico, aspecto que los imposibilita a trabajar estratégicamente durante las carreras de larga duración.

Palabras clave: Umbral del metabolismo anaeróbico; ciclismo; categoría 14-15 años; sexo femenino.

ABSTRACT

Introduction: Like many other sports, cycling has undergone great changes in its preparation; consequently, it places before the athletes, coaches, organizers, doctors and other specialists even more complex new tasks. Adequate knowledge of energy metabolism is the fundamental basis for understanding the transport or use of basic energy sources.

Objective: To determine the threshold of anaerobic metabolism in cyclists of route modality in the category 14-15 years, female sex.

Methods: The Conconi test was applied to evaluate the threshold of anaerobic metabolism, studying the population of female cyclists with the highest performance (four cyclists, 14-15 years old), belonging to the Escuela Integral Deportiva (EIDE) "Lino Salabarría Pupo" in the province of Sancti Spíritus, Cuba.

Results: It was demonstrated that the cyclists of the category 14-15 years did not show satisfactory levels in the anaerobic power (Athlete 1: 191pm: 33Km / h, Athlete 2: 157pm: 34Km / h, Athlete 3: 184pm: 40Km / h and Athlete 4: 180pm: 33Km / h), the point of deflection being still separated with respect to its maximum heart rate and the time worked, which is why they are unable to complete the tactical plan designed by their coaches.

Conclusions: It was shown that the athletes and coaches of the sports team studied are unaware of the possibilities of the anaerobic threshold, an aspect that makes it impossible to work strategically during long-term races.

Keywords: Threshold of anaerobic metabolism; cycling; category 14-15 years; female sex.

INTRODUCCIÓN

Es el ciclismo, el deporte donde el atleta tiene que poner de manifiesto las cualidades de resistencia, velocidad y fuerza durante la carrera, e ir combinando cada una de ellas según las circunstancias lo exijan.¹⁻³ De ahí la importancia de una preparación multilateral bien planificada y controlada, pues obliga al ciclista a realizar extraordinarios esfuerzos, ya sea en cortos o prolongados espacios de tiempo, de ahí la importancia que representa crear sobre todo en los rangos etarios escolares un amplio desarrollo y una perfecta armonía de las capacidades físicas generales como premisa fundamental para el desarrollo de las aptitudes especiales; y por consiguiente, el logro de resultados deportivos satisfactorios.

La preparación deportiva de los escolares posee rasgos específicos que deben ser tomados en cuenta al momento de organizar el proceso de dirección del entrenamiento deportivo, en cuya solución participan activamente representantes de distintas especialidades médicas y biológicas.⁴⁻⁸ Durante las dos últimas décadas se han incrementado notablemente los conocimientos sobre fisiología y medicina deportiva, como consecuencia del gran auge experimentado tanto en el terreno de lo estrictamente deportivo como en la medicina en general.⁹ Las investigaciones realizadas han permitido evaluar las modificaciones funcionales (respuestas y/o adaptaciones) que el organismo pone en juego frente a la actividad muscular, en aras de mejorar la condición física y el entrenamiento de los deportistas,^{10,11} logrando un rendimiento óptimo, y constituyendo la base objetiva para el perfeccionamiento de los principios de estructuración del entrenamiento, la determinación de su contenido, el volumen y la distribución de las cargas.

El adecuado conocimiento del metabolismo energético es la base fundamental para comprender el transporte o la utilización de las fuentes energéticas básicas;¹² sin embargo, los cambios tan importantes que se dan durante el ejercicio y entrenamiento son motivo cada día de investigación con resultados más incongruentes. Aún después de tantos años y con sofisticada tecnología no podemos explicar plenamente ciertos procesos bioquímicos moleculares que suceden dentro de las células como un mecanismo de adaptación para su adecuado funcionamiento, pero se tiene la plena certeza de la importancia del entrenamiento deportivo sistemático en sus efectos positivos en el metabolismo humano.

El entrenamiento en cualquier deporte de fondo (correr, ciclismo, esquí de fondo, remo, etc.) busca como objetivo principal retrasar el umbral anaeróbico,^{13,14} es decir, conseguir que la maquinaria anaeróbica no se ponga en marcha hasta alcanzar intensidades de ejercicio mayores. Con el entrenamiento, el músculo fabrica más maquinaria aeróbica (Mitocondrias), lo cual permite producir más energía con oxígeno.^{15,16} Para poder entrenar adecuadamente y conseguir los objetivos expuestos, es importante saber dónde están los umbrales. Se sabe que la mejor forma de aumentar la resistencia o la capacidad aeróbica es entrenando con intensidades que se encuentren entre los dos umbrales, el aeróbico y el anaeróbico.^{17,18}

*K. Wasserman y M. McIlroy*¹⁹ definieron el umbral del metabolismo anaeróbico (UMAN) como "la intensidad de ejercicio o de trabajo físico por encima de la cual empieza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación se intensifica también de una manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido". Dado lo anterior, al superarse dicha intensidad, la concentración de ácido láctico que pasa del músculo a la sangre aumenta, llegando el momento en que la musculatura se bloquea a causa de la elevada concentración de lactato muscular, de allí la importancia del control del lactato en sangre como indicador del rendimiento alcanzado.²⁰ Cuando realizamos un ejercicio al nivel del umbral anaeróbico no significa que podamos mantenerlo durante un tiempo indefinido, sino que llega un momento en que el organismo deja de sintetizar el lactato a la misma velocidad, y esto hace que se acumule en el músculo bloqueándolo. El tiempo que podemos mantener el estímulo con ejercicios físicos varía según la persona y su entrenamiento, pero oscila entre los 20' y más de una hora. De ahí que el objetivo principal del entrenamiento será aproximar al máximo posible el umbral anaeróbico a los valores de $VO_{2m\acute{a}x}$,²¹ permitiendo soportar mayores intensidades sin que la producción de lactato se sobredimensione.

Dado lo antes expuesto, el Umbral Anaeróbico está siendo utilizado para predecir el rendimiento, obteniéndose una alta fiabilidad en especialidades concretas, como puede ser el maratón, pruebas de natación y pruebas específicas de ciclismo.²²⁻²⁴ El test de Conconi constituye un método no invasivo, útil en adolescentes y niños, simple y de bajos costos; por ende aplicable en áreas y protocolos donde no se cuenta con todos los recursos.^{25,26} El test determina el punto de quiebre de la Frecuencia Cardíaca y de ésta manera trabajar en los "Umbrales". Existen variadas transformaciones realizadas al test original, el que se puede realizar en laboratorio, sobre rodillos, o bien en el velódromo, el circuito o la ruta.

En confrontaciones realizadas durante topes de preparación de la muestra a estudiar, con vistas a la competencia fundamental, se ha podido observar un pobre desenvolvimiento de las atletas en los eventos de ruta, tales como la contra reloj individual y la ruta propiamente dicha, constatándose que poseen una buena organización y desempeño durante la primera mitad del recorrido de la carrera y un poco más, luego en la medida que se acerca la carrera a la meta final, donde el promedio de velocidad aumenta y los altibajos continuos de la intensidad del esfuerzo son muy característicos producto de la dinámica que le imprimen las corredoras y las irregularidades propias del terreno, se pone de manifiesto un detrimento y desorganización de la táctica de la carrera, que a pesar de conocer lo que se debe de hacer le impiden trabajar por equipo.

Deduciendo la existencia de una pobre correlación entre la condición física de las atletas y las demandas energéticas que exige temporalmente el evento de ruta, los cuales son de larga duración. En el evento de contra reloj individual es donde más perceptible se pone de manifiesto la inexistencia de una planificación adecuada de la estrategia de la carrera, trayendo consigo un agotamiento prematuro de las reservas energéticas producidas por el metabolismo aeróbico y anaeróbico; en muchos casos, por la realización de esfuerzos máximos durante algún momento de la carrera de forma no planificada y controlada, o déficit de exigencia en otros por el temor de no concluir la prueba en buenas condiciones, deduciendo una deficiente aplicación del esfuerzo máximo permisible de forma individual, trayendo consigo un pobre desempeño en el resultado final.

Por ello, el propósito de la investigación es determinar el umbral del metabolismo anaeróbico en ciclistas de la modalidad de ruta en la categoría 14-15 años, sexo femenino.

MÉTODOS

Para la realización de las correspondientes mediciones se estudia a la población de mayor rendimiento deportivo de los ciclistas de la categoría 14-15 años de la Escuela Integral Deportiva (EIDE) "Lino Salabarría Pupo" en la provincia de Sancti Spíritus, República de Cuba (excluyendo al resto poblacional de menor rendimiento deportivo), constituida dicha población por cuatro deportistas que cumplen todas las variables de inclusión, entre ellas:

Estar seleccionado para participar en los juegos escolares.

- Ser corredoras de los eventos de ruta.
- Poseer una experiencia deportiva por más de dos años en el deporte de Ciclismo.

Se utilizó el test de Conconi para evaluar el Umbral del metabolismo anaeróbico.

Técnicas

La ciclista, debe hidratarse muy bien antes de realizar el Test de Conconi. Se les realizó un chequeo cardiovascular previo para trabajar con un margen de tranquilidad tanto para el evaluador como para el evaluado (Electrocardiograma).

Se inició la prueba con una entrada en calor de diez minutos de duración a una velocidad constante de 20 km/h., finalizados estos, el Test comenzó a 20 km/h, incrementándose a un 1 km/h cada vez que superará los tres minutos de trabajo. Se registraron todos los indicadores objeto de evaluación (la frecuencia cardíaca y Velocidad). El test finalizó cuando la ciclista no logra mantener la velocidad impuesta y aparecen signos de agotamiento, y con ella la incapacidad para mantener la intensidad del ejercicio.

Es importante recordar que el Test de Conconi, es recomendable realizarlo en rodillos de fijación trasera en ciclistas con poca experiencia en éste tipo de instrumentos, ya que los clásicos rodillos de tres cilindros requieren de una amplia experiencia en el uso de los mismos porque suponen una carga de stress "extra" que puede reflejar datos poco confiables.

Para el control de la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM) se aplicó el siguiente baremo presente en la tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM) aproximada que deben tener según la fórmula de Karvonen, & Vuorimaa.²⁷

	Edad	FCM
#1	15	205
#2	14	206
#3	15	205
#4	14	206

Materiales Utilizados

- Rodillo de fijación trasera: es el que se recomienda para atletas noveles.
- Bicicleta: la que utilizará en la competencia fundamental.
- Pulsímetro: controlar el pulso del atleta durante la prueba.
- Tacómetro: se utilizó para conocer el promedio de velocidad y el tiempo empleado

RESULTADOS

En la atleta de la [figura 1](#) se consideró el punto 14 como el punto de deflexión correspondiendo con el umbral anaeróbico; donde la Frecuencia Cardíaca manifiesta una estabilidad a pesar de incrementar aún más la intensidad del ejercicio, y pasa de la fase lineal a la fase curvilínea. Donde luego en condiciones totalmente anaeróbica logra su Frecuencia Cardíaca Máxima a 191 lpm. Logrando su Umbral del Metabolismo Anaeróbico al 91 % de su Frecuencia Cardíaca Máxima.

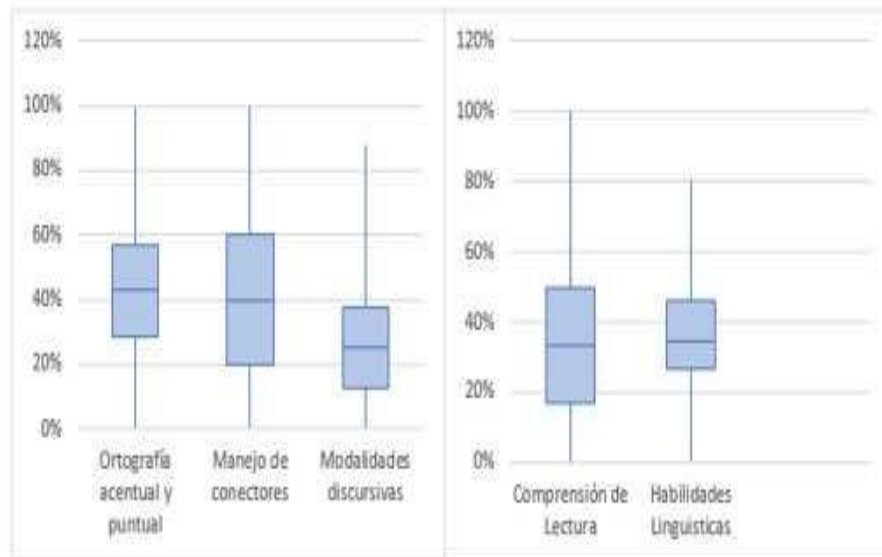


Fig. Medidas de posición de tres variables del test de habilidades.

La atleta número dos ([Fig. 2](#)) comenzó a manifestar signos de inestabilidad en la frecuencia de pedaleo antes de lo previsto, además de referir que ya no podía continuar el test pues se sentía agotada, donde se le solicita que continúe haciendo uso de una mejor concentración y estabilidad, deteniendo la prueba en el punto 17 mostrando su punto de deflexión a los 157 lpm a partir del punto 15.

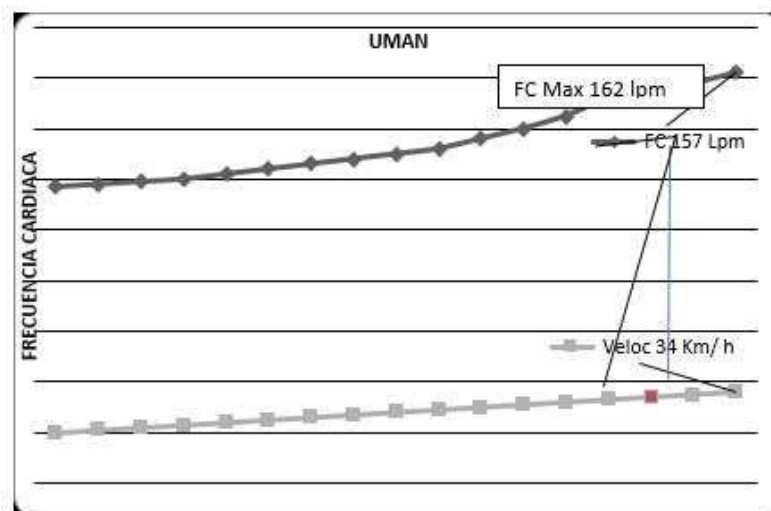


Fig. 2. Evolución de la Frecuencia Cardíaca Máxima de la atleta 2.

En esta atleta número tres (Fig. 3) es evidente el punto 18 como punto de deflexión correspondiendo con el umbral anaeróbico; donde la frecuencia cardíaca manifiesta una estabilidad a pesar de incrementar aún más la intensidad del ejercicio, y pasa de su fase lineal a la fase curvilínea, siendo el que más tiempo de recorrido tuvo y logró una mayor velocidad en el test. Donde posteriormente en condiciones anaeróbicas logra su frecuencia cardíaca a 179 lpm, logrando su Umbral del Metabolismo Anaeróbico al 97 % de su Frecuencia Cardíaca Máxima, se consideró que esta atleta posee un buen rendimiento.

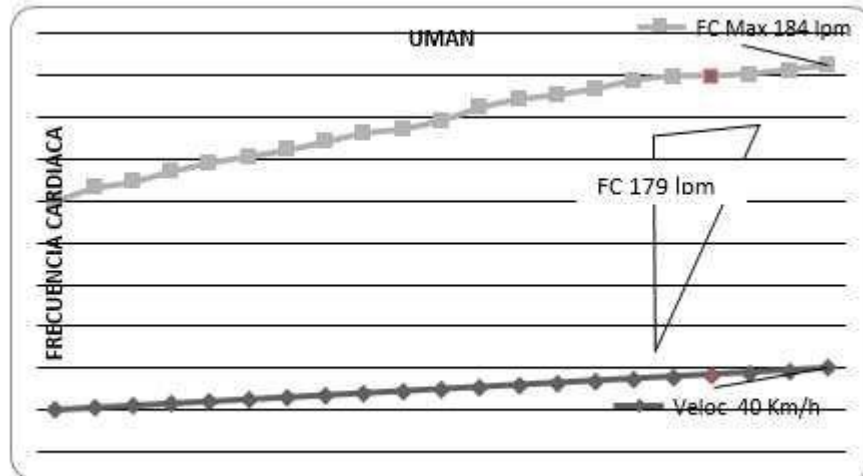


Fig. 3. Evolución de la Frecuencia Cardíaca Máxima de la atleta 3.

La atleta número cuatro (Fig. 4), el punto 14 delimitó la deflexión correspondiendo con el umbral anaeróbico; donde la Frecuencia Cardíaca manifiesta una estabilidad a pesar de incrementar aún más la intensidad del ejercicio. Es la que menos tiempo de recorrido tuvo con una menor velocidad en el test. Posteriormente en condiciones anaeróbicas logra su Frecuencia Cardíaca a 180 lpm, logrando su Umbral del Metabolismo Anaeróbico al 96 % de su Frecuencia Cardíaca Máxima. Su tiempo total recorrido fue de 45.00.11 min, a una velocidad de 33 Km/h.

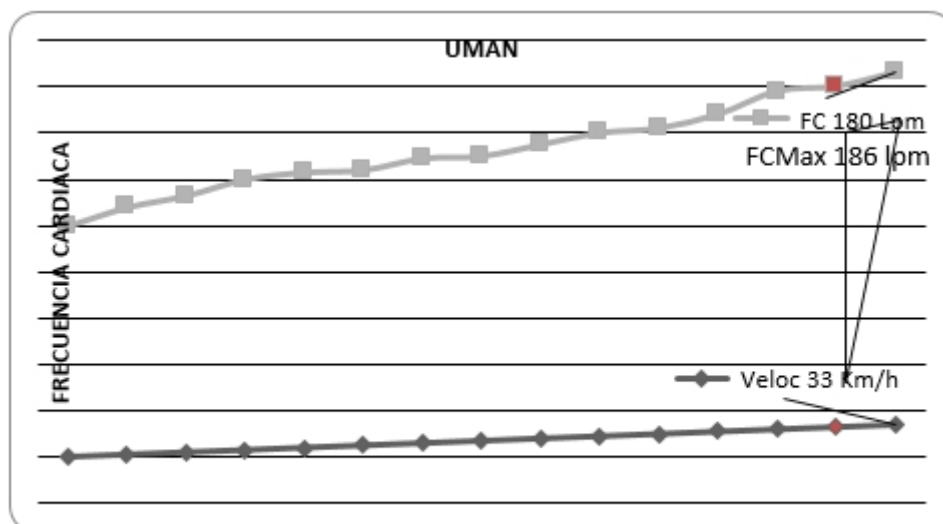


Fig. 4. Evolución de la Frecuencia Cardíaca Máxima de la atleta 4.

DISCUSIÓN

Luego de aplicado el test de Conconi, se considera que la atleta uno posee un rendimiento adecuado, por ende, una adecuada Potencia Aeróbica. Su tiempo total recorrido fue de 48.00.10 min, a una velocidad de 33 Km/h. Aunque debe seguir trabajando en zona de Umbrales para acercarse más a su Frecuencia Cardíaca Máxima y así mejoraría su potencia y capacidad aeróbica.

En cuanto a la segunda atleta en estudio, nunca llegó a su Umbral Anaeróbico, su frecuencia Cardíaca lograda fue de 162 lpm, logrando el 79 % de su Frecuencia Cardíaca Máxima, resultado que demuestra que la atleta posee una deficiente capacidad de trabajo aeróbica producto de una deuda en su preparación físico-psíquica, la cual no ha asimilado las cargas de la forma más adecuada; teniendo presente que durante el curso no ha tenido interrupciones de envergadura que la puedan afectar en este sentido, es que recomendamos que se le realice un estudio más profundo en otras direcciones que puedan develar las causas de su estado físico actual, para poder corregir de forma individual y objetiva su preparación.

La tercera atleta muestra una adecuada Potencia Aeróbica. Su tiempo total recorrido fue de 60.00.01 min, a una velocidad de 40 Km/h, esto justifica que en los topes de preparación realizados se corresponda con la de mejor resultado en los eventos de ruta, viéndose limitada a acceder a lugares más destacados por la falta de cooperación de sus compañeras de equipo. La atleta número cuatro debe seguir trabajando para mejorar su UMAN, mejorando la velocidad a la que se puede ir produciendo la misma cantidad de lactato, y aumentando el tiempo que pueda aguantar al nivel de Umbral Anaeróbico. Así mejorará su rendimiento y su potencia aeróbica.

Dado la necesidad del ciclismo de potenciar capacidades vitales como la resistencia, la velocidad y la fuerza,¹⁻³ se coincide con la literatura internacional de la importancia de atrasar el umbral anaeróbico^{13,14} para optimizar la preparación deportiva,¹⁵⁻¹⁸ prediciendo el rendimiento deportivo.²²⁻²⁴ En sentido general, las ciclistas objetos de investigación no mostraron niveles satisfactorios en la potencia anaeróbica, mostrándose aún separado el punto de deflexión con respecto a su frecuencia Cardíaca máxima y el tiempo de trabajo realizado, razón por la cual se ven imposibilitadas a llevar a cabo el plan táctico planteado por sus entrenadores en la competencia.

CONSIDERACIONES FINALES

Solo una atleta localiza su umbral anaeróbico muy cerca de su frecuencia Cardíaca máxima, a la vez que coincide con ser la que mayor distancia recorrió y tiempo de realización del test, así como en sus resultados deportivos. Se demostró además, que las atletas y entrenadores del equipo provincial estudiado desconocen de las posibilidades del umbral anaeróbico, aspecto que los imposibilita a trabajar estratégicamente teniendo en cuenta las potencialidades energéticas individuales durante las carreras de larga duración, así como entrenar adecuadamente con intensidades que se encuentren dentro de los umbrales aeróbicos y anaeróbicos, como vía determinante para la mejora de la capacidad de trabajo aeróbica.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rønnestad BR, Mujika I. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014;24(4):603-12.
2. Martin K, Staiano W, Menaspà P, Hennessey T, Marcora S, Keegan R, et al. Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. *PloS one*. 2016;11(7):e0159907.
3. Rønnestad BR, Hansen J, Hollan I, Ellefsen S. Strength training improves performance and pedaling characteristics in elite cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015;25(1):e89-98.
4. Zaballa M, Lara D, Chávez E. Síndrome de Wolff Parkinson White en remero cubano. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2017;36(2):70-8.
5. Trejo-Ortíz PM, Mollinedo Montaña FE, Araujo Espino R, Valdez-Esparza G, Sánchez Bonilla M. Hábitos de actividad física y cánones de imagen corporal en estudiantes universitarios. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2016;32(1):72-82.
6. Hernández-Hernández A, Anillo-Badía R. Medicina regenerativa y medicina del deporte, una fructífera integración: introducción y avances en Cuba. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*. 2016;32(3):285-8.
7. Calero-Morales S, Alvarado C, Carlos R, Morales-Pillajo CF, Vilatuña V, Maciel A, et al. Efectos de la hipoxia en atletas paralímpicos con entrenamiento escalonado en la altura. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*. 2017;36(1):1-12.
8. Sarmiento AG, Hernández ER, Noda DO, Rodríguez NE. Valoración del somatotipo en los buzos de la provincia Matanzas. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2018;47(2):159-67.
9. Fernández RG, Recalde OO, Méndez AO, del Riesgo Prendes L, Rivera FC, Daza ML, et al. Recursos para la enseñanza-aprendizaje de temas complejos de Bioquímica en la Educación médica. *Educación Médica Superior*. 2016;31(3):1-15.
10. McGarry T, O'Donoghue P, de Eira Sampaio AJ, Sampaio J. *Routledge handbook of sports performance analysis USA*: Routledge; 2013.
11. Ericsson KA. *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games*. 2nd ed. USA: Psychology Press; 2014.
12. Kenney WL, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. 6th ed. USA: Human kinetics; 2015.

13. Kumagai S, Tanaka K, Matsuura Y, Matsuzaka A, Hirakoba K, Asano K, et al. Relationships of the anaerobic threshold with the 5 km, 10 km, and 10 mile races. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1982;49(1):13-23.
14. Marques-Neto SR, Maior AS, Neto GA, Santos EL. Analysis of heart rate deflection points to predict the anaerobic threshold by a computerized method. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(7):1967-74.
15. Viru A. *Adaptation in sports training* New York: Routledge; 2017.
16. Jones AM, Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine*. 2000;29(6):373-86.
17. González Revuelta ME, Amaro Chelala JR, Gómez Urbina R. Comportamiento del rendimiento aeróbico-anaeróbico en un grupo de jóvenes que practican natación. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 1998;17(3):198-9.
18. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1979;42(1):25-34.
19. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *American Journal of Cardiology*. 1964;14(6):844-52.
20. Vásquez VE, Riquetti HA, Morales S. Estudio del ácido láctico en el crossfit: Aplicación en cuatro sesiones de entrenamiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2017;36(3):1-16.
21. Fernández R. El umbral anaeróbico. [Online].; 2013 [cited 2017 Diciembre 16. Available from: <https://running.es/consejos/el-umbral-anaerobico#.WxFpnVVKh0w>.
22. Mejuto G, Arratibel I, Cámara J, Puente A, Iturriaga G, Calleja-González J, et al. The effect of a 6-week individual anaerobic threshold based programme in a traditional rowing crew. *Biology of Sport*. 2012;29(4):297.
23. Amann M, Subudhi AW, Foster C. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2006;16(1):27-34.
24. Craig NP, Norton KI, Bourdon PC, Woolford SM, Stanef T, Squires B, et al. Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1993;67(2):150-8.
25. Conconi F, Grazi G, Casoni I. The Conconi test: Methodology after 12 years of application. *Occupational Health and Industrial Medicine*. 1997;1(36):43.
26. Jeukendrup AE, Hesselink MK, Kuipers H, Keizer HA. The Conconi test. *International journal of sports medicine*. 1997;18(05):393-4.

27. Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Sports Medicine. 1998;5(5):303-11.

Recibido: 13 de noviembre de 2018.
Aprobado: 16 de diciembre de 2018.

Santiago Calero Morales. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.
Correo electrónico: sscalero@espe.edu.ec