

Estimación del umbral anaeróbico en test incrementales de laboratorio no invasivos en deportistas de Santander, Colombia

Roberto Parra Ortega

Profesor en Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia



Recibido: 2014-09-18 Aprobado: 2014-11-12

Resumen

Se trata de los resultados de una investigación descriptiva de tipo transversal en la que se planteó como objetivo general determinar el pulso máximo de entrenamiento aeróbico en deportistas de alto rendimiento a partir de la estimación de su umbral anaeróbico en base al análisis de la curva de frecuencia cardíaca resultante de test físicos incrementales realizados en ciclo ergómetro y banda sin fin. Fueron realizados 74 test en el laboratorio de Ciencias aplicadas al deporte de las Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia, a deportistas de patinaje, fútbol, atletismo, basquetbol, triatlón, microfútbol y ciclismo. Se obtienen dos importantes hallazgos: curvas de ascensos del pulso alternados con horizontales cada vez más largas hasta presentar un ascenso mantenido sin amortiguación horizontal, que representa la aparición del umbral anaeróbico en deportistas preparados predominantemente con cargas anaeróbicas; y curvas con ascenso del pulso y disparo abrupto, sugiriendo la aparición temprana del umbral anaeróbico por baja preparación física del deportista. Se concluye que 48 deportistas presentaron curvas atípicas de incremento del pulso y solo 26 tuvieron curvas típicas de ascenso del pulso con posterior punto de deflexión de la pendiente en el plano cartesiano.

Palabras clave: umbral anaeróbico, test incremental no invasivo

Introducción

Como norma general entre el 70 y el 90% de la frecuencia cardíaca máxima se encontrará el umbral anaeróbico (Mc Ardle, 2008), momento dentro de una competencia, entrenamiento o test, en el que el deportista pasa de un metabolismo aeróbico a un metabolismo anaeróbico, es decir, cuando empieza a presentar deuda de O₂ y comienza a instalarse la acidosis metabólica (por elevación de ácido láctico) y respiratoria (por elevación de CO₂). Este proceso conducirá al inminente cese de la actividad deportiva minutos después si el deportista no regresa al metabolismo aeróbico; aunque estudios señalan que no es necesaria la ausencia de O₂ para que se produzca ácido láctico (Svedahl, 2009). Autores sugieren que cuando inicia la producción de ácido láctico, este abandona las células musculares, pasando

Estimation of threshold in incremental laboratory tests noninvasive athlete Santander, Colombia

Abstract

It is about a descriptive research of transverse type in which it came into question like general objective to determine the maximum pulse of aerobic training in high-performance sportsmen from the estimate of the anaerobic threshold based on the analysis of the heart rate frequency curve as a result of incrementals physical test accomplished in cycle ergometer and treadmill. In the laboratory of Applied Sciences Sports Technology Units of Santander, Bucaramanga, Colombia, 74 tests were performed to sportsman of skating, soccer, athletics, basketball, triathlon, microfútbol and biking-mountain. They obtain two important findings: First, pulse curves climbs alternating with increasingly longer horizontal to present a sustained rise no horizontal damping, which represents the onset of the anaerobic threshold in athletes, prepared predominantly anaerobic loads; and second, curves with pulse rise and abrupt shot suggesting early onset of anaerobic threshold by low physical preparation of the athlete. Finally 48 athletes showed atypical curves increased pulse and only 26 had typical pulse rise curves with posterior point of deflection of the slope in Cartesian blueprint.

Keywords: anaerobic threshold, incremental non-invasive test

a la sangre y disociándose por su bajo PH provocando una liberación de H⁺ que al reaccionar con el bicarbonato crearán CO₂ extra que contribuirá al aumento de la acidosis en el organismo del deportista (Peter, 2010). En el ejercicio físico aeróbico, la concentración de ácido láctico es baja y en valores muy similares a los de reposo; pero cuando la con-

concentración de ácido láctico sobrepasa las 4mmol/L se llegará al umbral anaeróbico (Robergs y cols, 1990); sin embargo son más los autores que establecen una concentración de ácido láctico muy particular para cada deportista, en el momento del umbral anaeróbico (Aunola, D y cols, 1982).

La idea de estimar el umbral anaeróbico en deportistas de modalidades de resistencia, medio fondo, combate y juegos deportivos a través del análisis de ácido láctico en sangre resulta invasiva, puesto que a medida que el atleta realiza un test incremental en campo o laboratorio, se le toma una muestra de sangre cada vez que incrementa su velocidad o esfuerzo con el fin de corroborar los aumentos progresivos de la concentración de ácido láctico y establecer el umbral anaeróbico en el momento del disparo abrupto, aproximadamente por encima de las 4 mmol/L. En este momento se determina la velocidad y/o el pulso con que se encontraba trabajando el atleta, como el máximo esfuerzo de tipo aeróbico a tener en cuenta para entrenamientos basados en el máximo consumo de oxígeno sin llegar a presentar acidosis, es decir, sin entrar en un metabolismo anaeróbico. Otros autores correlacionan el umbral anaeróbico con variaciones electromiográficas (Bunc F. y cols, 1995) o incluso variaciones en los iones de la saliva (Chicharro L. y cols, 1995).

En la graficación de test incrementales en un plano cartesiano con las variables intensidad (velocidad, inclinación de la banda sin fin, resistencia del cicloergómetro, etc.) en el eje X y frecuencia cardiaca en el eje Y, se encuentra un incremento paralelo del pulso con la intensidad; pero en el momento del umbral anaeróbico se observa una deflexión de la curva en la cual los incrementos de la frecuencia cardiaca se dan en menor escala. Los doctores en medicina del deporte O. Ortiz, C. Rentería, H. Yepes y el cardiólogo H. del Portillo (Ortiz O. 2009) determinaron en el centro de alto rendimiento de la ciudad de Bogotá en 2009, el umbral anaeróbico en banda rodante a 20 jóvenes entre 12 y 14 años mediante el método no invasivo de Conconi (Conconi, F.1996). Tres días después evaluaron la muestra con lactimetría. Se comprobó una alta correlación de ambos métodos, por lo que se concluyó la valoración no invasiva en adolescentes como la más recomendada.

Desarrollo de la investigación

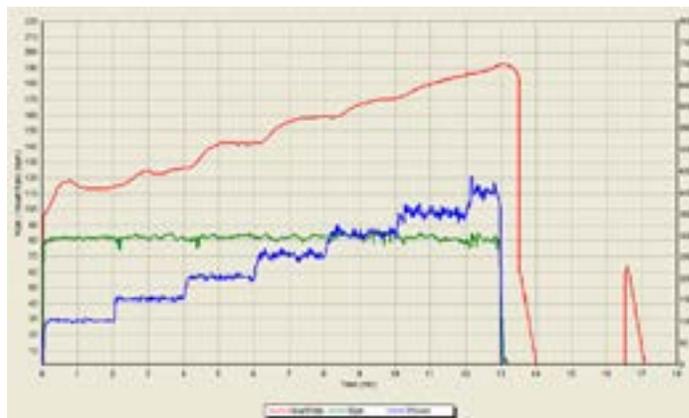
La investigación se desarrolló en las Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia, con una muestra de 13 patinadores, 38 futbolistas, 3 atletas, 6 basquetbolistas, 2 triatlonistas, 3 micro-futbolistas y 9 ciclomontañistas. Se trató de una investigación descriptiva de tipo transversal en la que se planteó como objetivo general determinar el pulso máximo de entrenamiento aeróbico en deportistas de alto rendimiento a partir de la estimación de su umbral anaeróbico en base al análisis de la curva de frecuencia cardíaca resultante de test físicos incrementales realizados en cicloergómetro y banda sin fin. El análisis de la curva de frecuencia cardíaca en el plano cartesiano se realizó mediante el método matemático de la medición de grados de pendientes con el aplicativo Excel. Como ins-

trumentos de evaluación se utilizaron el cicloergómetro Monark 839E para los test incrementales de rampa o escalonados y la banda sin fin trackmaster para los test incrementales de inclinación o velocidad. Según el protocolo de F. Conconi, el incremento lineal que muestra la frecuencia cardiaca en un test incremental sufre una disminución en la pendiente, momento que el autor denominó punto de deflexión de la curva y que señala a su vez el inicio del metabolismo anaeróbico por la imposibilidad de amortiguar la producción de ácido láctico en la musculatura que trabaja. Sin embargo, no todas las curvas de frecuencia cardiaca encontradas en el presente estudio mostraron dicho comportamiento, pues una vez realizadas las evaluaciones, se obtuvieron comportamientos de frecuencia cardiaca atípicos a los que la literatura hace mención. A continuación se evidencia el análisis de dichas curvas:



Gráfica I: Curva típica de deflexión de pendiente en patinador que realizó test incremental en banda sin fin escalonado por inclinación progresiva

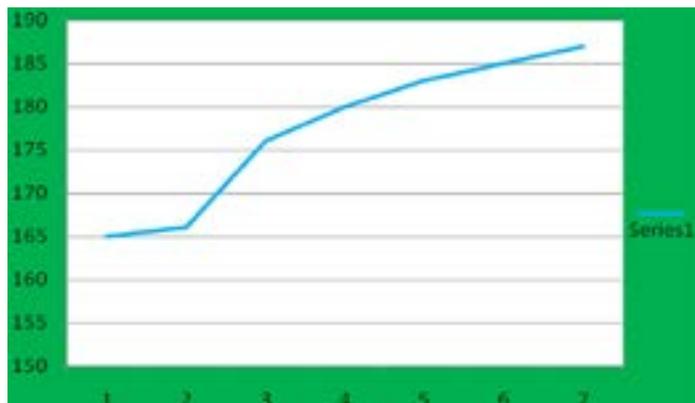
Nótese a la altura de las 189 pulsaciones por minuto cómo el incremento de la frecuencia cardiaca se lleva a cabo con una pendiente menor; tal como lo señala F. Conconi (Conconi, F. 1996)



Gráfica II: Curva atípica de amortiguaciones horizontales en ciclista que realizó test incremental en cicloergómetro con carga escalonada en Watts de resistencia

Nótese que la última horizontal lograda a las 170 pulsaciones por minuto, en el minuto 10, continúa con una pendiente que no vuelve a ser amortiguada con ninguna horizontal.

A partir de este momento inicia la fase anaeróbica. Gráfica que denota el entrenamiento en fases anaeróbicas con amortiguación de lactato. (Parra, R. 2010).



Gráfica III: Curva atípica de disparo abrupto de la frecuencia cardiaca en jugador de Vóley playa que realizó test incremental en banda sin fin con carga escalonada por inclinación progresiva

La aparición relativamente rápida del umbral anaeróbico en deportistas mal entrenados en resistencia aeróbica provoca la aparición de curvas con disparo de la frecuencia cardiaca a partir del umbral anaeróbico, que para este caso se encuentra sobre las 167 pulsaciones por minuto (Parra, R. 2010).

Conclusiones

- El análisis del comportamiento de la frecuencia cardiaca en la muestra seleccionada mostró paradójicamente que se presentaron más curvas atípicas que típicas dentro de los resultados de los test incrementales, pues de 74 evaluaciones, 26 fueron curvas típicas de deflexión, 30 fueron curvas atípicas de amortiguaciones horizontales continuas y 18 fueron curvas atípicas de disparo abrupto de la frecuencia cardiaca.

- Cuando los deportistas no tienen una preparación buena en resistencia, presentarán disparo abrupto de la frecuencia cardiaca en test incrementales y por lo general poseen umbral anaeróbico bajo y de rápida aparición.

- Los deportistas que poseen demasiado trabajo acumulado en cuanto a cargas de resistencia mixta o de predominancia anaeróbica (es decir, que sobrepasan constantemente

su umbral anaeróbico) presentarán en los test incrementales respuestas de amortiguación horizontal sucesivas, o sea, mantenimiento del pulso en el tiempo ante esfuerzos incrementales, precisamente, por su facultad de esforzarse con débito de oxígeno. Estos periodos de mantenimiento de la frecuencia cardiaca se intercalan por subidas del pulso a modo de escalón.

- Los deportistas que tienen mayor trabajo aeróbico acumulado en su entrenamiento presentarán en sus test incrementales la respuesta típica de deflexión de la pendiente, pues una vez se sobrepase el metabolismo aeróbico, su frecuencia cardiaca aumentará poco, puesto que su umbral anaeróbico será alto y la zona de resistencia anaeróbica será bastante amortiguada por lo que podrán durar un considerable volumen de minutos en esta zona antes de retirarse del test.

Bibliografía

- Aunola D. y cols. (1982) Estudio de determinación de umbral anaeróbico a través de toma periódica de lactato en corredores de medio fondo. Investigación Universidad de Oxford, Gran Bretaña.
- Bunc F. Pokan R. y cols. (1995) Análisis electromiográfico de músculos flexores y extensores de rodilla dentro de test incrementales en estela rodante para correlación con umbral anaeróbico, Investigación Universidad de Montpellier, Francia.
- Chicharro L. y cols. (1995) Medición de líquidos y electrolitos y su correlación con el umbral anaeróbico en test incrementales en cicloergómetro en laboratorio, Madrid, España.
- Conconi F. (1996) Test de Conconi para modalidades de carrera continua. Centro de estudios, Ferrara, Italia.
- McArdle J. (2008). Fisiología del ejercicio y del esfuerzo. Brooklin, USA, Editorial Babacar.
- Ortiz O. Rentería C. Yepes H y Del Portillo H. (2009) Estudio correlacional de umbral anaeróbico a través de método de Conconi y lactimetría en adolescentes deportistas. Centro de alto rendimiento, Bogotá, Colombia.
- Parra, R. (2010) Estimación del umbral anaeróbico en deportistas a través de test incrementales de laboratorio no invasivos. Unidades tecnológicas de Santander, Laboratorio de ciencias aplicadas al deporte, Bucaramanga, Colombia.
- Peter J. (2010). El entrenamiento del fondista. Sevilla, España, Editorial Paidotribo, Pág. 174.
- Robergs y cols. (1990) Lactimetría en ciclistas noveles holandeses. Artículo en Revista Ejercicio y rendimiento, Ámsterdam, Holanda. Vol. 3, No 34, Pág. 16.
- Svedahl M. (2009) Fisiología del esfuerzo.