



REVISTA CUBANA DE MEDICINA DEL DEPORTE Y LA CULTURA FÍSICA

Versión On-line ISSN 1728-922X

VOLUMEN 11, NÚMERO 3, La Habana, septiembre-diciembre, 2016

TRABAJO ORIGINAL

Título: Influencia del escalón de carga en curva lactato-intensidad sobre la transición aerobio-anaerobia en maratonistas.

Title: Loading step influence in lactate-intensity curve over aerobic-anaerobic transition in marathoners

López Galarraga Aldo Vicente*.del Arco Pérez Víctor Luis**.

*Dr. En Medicina, Especialista de Segundo Grado en Medicina del Deporte. Magister en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Profesor Auxiliar y Consultante. Investigador Agregado. IMD. Email: alg@infomed.sld.cu

**Dr. en Medicina, Especialista de Primer Grado en Medicina General e Integral. Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva. Email: mesturo@rbayamo.icrt.cu

Manuscrito recibido: 16 de Julio de 2016

Aprobado para publicación: 24 de Septiembre de 2016

Resumen

La relación lactato-velocidad para la evaluación de umbrales lácticos (UL), integrada en la transición aerobio-anaerobia, se usa sistemáticamente en el control médico de deportes de resistencia en test de terreno escalonado. El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la duración del escalón en test progresivos sobre el UL de maratonistas de alto rendimiento. Se realizó estudio descriptivo, transversal en cuatro varones de 30.7 ± 10.7 años, con test escalonados de larga y corta duración (4 x 4Km y 6 x 1Km), comparándolos con test comprobatorios sobre 10Km, 4 días después. Se realizó estadística descriptiva (Test de Kolmogorov-Smirnov y se aplicó Statistica 8 con análisis de $(p \leq 0,05)$ e IC de 95%. En el 4x4Km tres atletas alcanzaron la velocidad umbral (V_{UL}) en el tercer escalón y en general, al analizar la curva lactato / velocidad (intensidad) se encontró alta significación estadística en todos para $p \leq 0,05$. En la relación lactato / frecuencia cardiaca (FC) también se encontró similar significación estadística. En el test 6x1Km dos atletas alcanzaron la V_{UL} en el sexto escalón y dos en el quinto; las relaciones lactato / intensidad y lactato / FC también fueron altamente significativas. Los comprobatorios de 4x4Km mostraron tendencia a la linealidad en la curva lactato/intensidad, mientras que en los de 6x1Km fue ascendente. Se concluye que el test 4 x 4Km es más sensible en la determinación del UL y se recomienda preferentemente para evaluar la resistencia aeróbica en maratonistas.

Palabras clave: transición aerobio-anaerobia, umbral láctico, test escalonados

Abstract

Lactate-velocity relation integrated within the aerobic-anaerobic transition for lactate threshold (LT) assessment is systematically used in endurance sports medical monitoring with graded incremental exercise field tests. The purpose of this study was to assess loading step influence in graded incremental field tests over high level marathoners' LT. Four high level marathoners of 30.7 ± 10.7 yrs. age were assessed with graded incremental tests of long and short lasting (4 x 4Km & 6 x 1Km respectively) and compared with checking tests over 10 Km, four days later. It was made descriptive statistica (Kolmogorov-Smirnov test) for

each variable. Statistica 8 software was applied to analyze correlation coefficients for $p \leq 0.05$ statistical significance and 95 % confidence interval. In the 4 x 4Km test three athletes arrived to LT velocity (LT_v) at third step and analyzing lactate/intensity curve it was found in general high statistical significance all $p \leq 0.05$. It was also found similar statistical significance results in lactate / heart rate. In 6 x 1Km test two athletes reached to LT_v at fifth step and the other two at the sixth; lactate / velocity and lactate / heart rate relations were also highly significant as in 4 x 4Km test. Checking tests from LT_v in 4 x 4Km tests showed a lineal trend in lactate / velocity curve, whereas in 6 x 1Km tests was ascendant. It was concluded that 4 x 4Km test is more sensitive in LT assessment and it is preferably recommended to endurance capacity assessment in marathoners.

Key words: aerobic-anaerobic transition, lactate threshold, graded incremental tests

Introducción

En los deportes de resistencia, la evaluación funcional del desempeño aerobio tiene una importancia primaria. Los parámetros de control del entrenamiento, como la relación lactato-velocidad o intensidad y los umbrales lácticos (aeróbico y anaeróbico), se han estudiado exhaustivamente para determinar las adaptaciones del entrenamiento^{1,2}.

Durante los últimos 60 años estos parámetros han sido los más válidos a la hora de conocer el estado de forma de un atleta, así como planificar y controlar su evolución a lo largo del tiempo².

Existen diferentes métodos para la determinación de los umbrales lácticos, siendo los basados en la cinética sanguínea del lactato los más usados (Davis et al³(1976), Ivy et al⁴(1980). Coexiste un acuerdo general en que hay una intensidad de ejercicio por encima de la cual el lactato se acumulará en la sangre, habiéndose desarrollado multitud de test con el fin de determinar dicha intensidad.

Básicamente, son tres las vías utilizadas para la determinación de los umbrales a partir de las concentraciones sanguíneas del lactato: 1) la determinación de concentraciones fijas de lactato, 2) el uso de modelos matemáticos para la evaluación de las curvas de lactato-intensidad y 3) la estimación visual de los puntos de ruptura o cambios de pendiente de las curvas de lactato-intensidad⁵. En tal sentido, en la respuesta exponencial del lactato a un protocolo de ejercicio progresivo pueden ser trazadas tres líneas rectas que al cruzarse permiten identificar dos umbrales. El primer punto de ruptura perteneciente al momento a partir del cual la concentración del lactato aumenta considerablemente por encima de los valores de reposo, se identifica como UL₁ y el segundo punto de ruptura perteneciente al momento en el que el lactato aumenta rápidamente de forma exponencial, como UL₂ según modelo de Skinner y McLelland⁶, (1980).

Los protocolos del tipo interválico (escalonados) con cargas incrementales y progresivas permiten obtener muestras de lactato sanguíneo para una amplia gama de intensidades de trabajo, desde las más bajas, que dan lecturas próximas a los valores de reposo hasta cargas que producen concentraciones de lactato bien por encima del umbral láctico (UL₂). Esencialmente, existen tres tipos diferentes de protocolos, los protocolos interválicos (escalonados) progresivos, los de dos intensidades y los uniformes continuos. Todos pueden realizarse en el laboratorio o en el terreno, aunque está claro que los datos obtenidos en el medio ambiente en que se desarrolla verdaderamente el deporte, y aún con las complicaciones que derivan de las muchas variables que no pueden ser controladas, tales como el clima, siempre resultan en una aplicación más directa y productiva en el entrenamiento deportivo².

Desde hace más de 30 años, Hollmann⁷ (1961), Wasserman⁸ (1964), y durante años posteriores, Londeree y Ames⁹ (1975), Mader et al¹⁰ (1976), Kindermann et al¹¹ (1979), Ivy et al⁴ (1980) y Sjodin¹² (1981), se ha reconocido la existencia de cambios metabólicos y/o ventilatorios desencadenados a partir de una cierta intensidad de ejercicio, desarrollándose un concepto que evolucionó hasta acuñar un término que permitía explicar todos los fenómenos conocidos y relacionados con una zona de transición aerobia-anaerobia. A partir de este momento, Davis¹³ (1985), ofreció una definición del Umbral

Anaeróbico(U.ANA.) determinándolo como la intensidad de ejercicio o de consumo de oxígeno(VO_2) más allá de la cual el ácido láctico comienza a acumularse en la sangre desencadenando una acidosis metabólica.

Con el fin de poder utilizarlo para el control y la programación del entrenamiento ya Maderet al¹⁰, en 1976, definían así el umbral anaeróbico: “Zona de tránsito entre el metabolismo energético muscular cubierta netamente por el metabolismo aerobio y la zona en la cual interviene parcialmente el metabolismo anaeróbico láctico. Esta zona caracteriza la capacidad de ejecución de la resistencia, que se entiende como la máxima capacidad de rendimiento, que en el plano energético, estaría cubierta por la vía puramente aerobia”.

Kindermann et al¹¹, para una mejor aplicación del concepto de umbral en el campo del entrenamiento y por razones didácticas, redefinieron el concepto, propuesto por Mader et al¹⁰, identificando la zona de los 2 mmol. l^{-1} como umbral aerobio, la zona de los 4 mmol. l^{-1} como umbral anaerobio o “lactato máximo en estado estable”(MLSS, siglas en inglés), la más alta intensidad de trabajo constante que mantiene un equilibrio entre producción y eliminación del lactato¹¹ y la zona entre estos dos valores como zona de transición aerobio-anaerobia, que caracteriza la capacidad de ejecución de resistencia. (Ver Figura 1)

Para la determinación del límite de la capacidad de ejecución de larga duración (zona de transición) se han efectuado numerosos test⁷ entre los que se encuentran: el test 6 x 2Km o de Föhrenbach¹⁴ con sus variantes de 7 x 1Km y 5 x 2Km y los de escalones más prolongados de 4 x 3Km y 4 x 4Km sugeridos por Neumann y Gohlitz¹⁵(2002); en cada uno de ellos se observa la relación (curva) lactato/velocidad o intensidad en toda su extensión, y la aparición de los Umbrales Lácticos.

Neumann y Gohlitz¹⁵ han planteado que la estructura del desempeño y del entrenamiento en las carreras de medio fondo y fondo, así como que en el nivel

de desempeño en los estadios submaximales de la carga, su duración está determinada por la del evento competitivo y la misma aumentará según la longitud de la carrera. De esta manera se puede hacer una mejor evaluación de la estabilidad funcional de la resistencia para estos deportes ya que escalones de carga relativa (3 ó 4 km) y duración hasta 15 min tienen la ventaja de mostrar más claramente la transición metabólica aerobio-anaerobia por corresponder a velocidades de carrera más reales usadas en la zona individual de entrenamiento que lo que sucede con las velocidades resultantes de cargas crecientes de una longitud (1 ó 2 km) y duración menor (3 a 5 min). Por todo lo anterior la estimación del umbral láctico a través de test de cargas escalonadas de diferente duración con su correspondiente test de comprobación permitirá evaluar de forma más precisa la aparición de los umbrales y sus correspondientes velocidades de carrera.

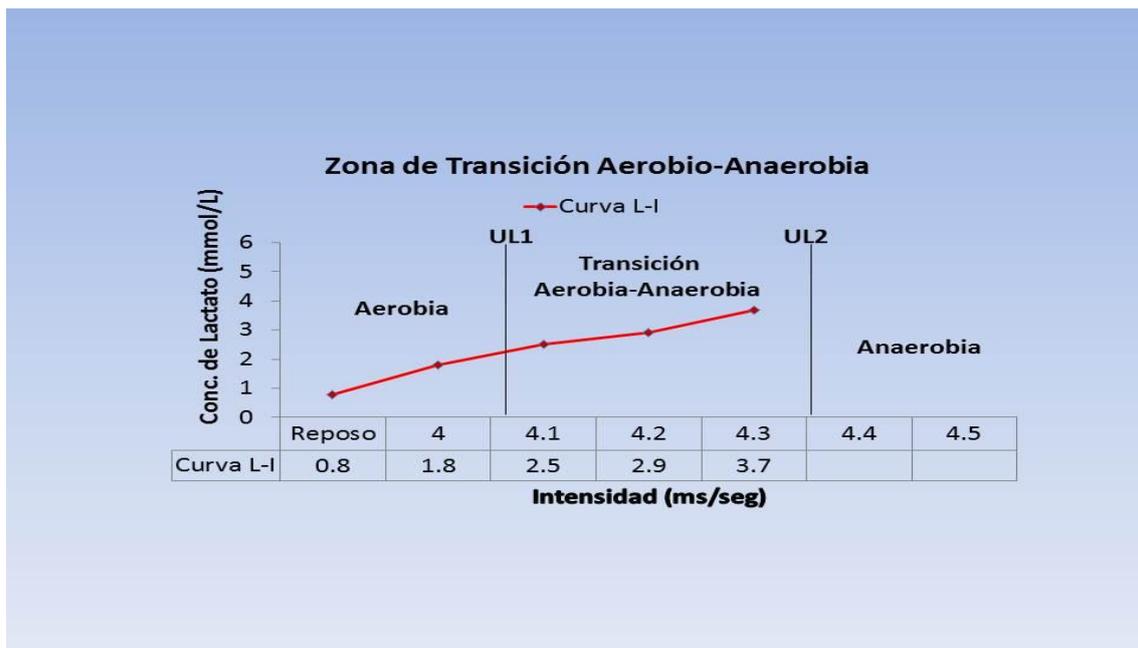


Figura 1: Zona de Transición Aerobio-anaerobia. Leyenda: Curva L-I: curva lactato-intensidad; UL1: umbral láctico 1; UL2: umbral láctico 2; Velocidades en ms/seg en test escalonado; Valores de lactato en reposo y cada escalón de carga. Fuente: Base de datos del autor.

En nuestro país no se cuenta con ningún estudio relacionado con este tema,

por lo que nos motivamos a la realización de este trabajo, con el objetivo de identificar la velocidad de carrera más real en el umbral láctico y con ello ejecutar test de terrenos más eficientes para evaluar el entrenamiento de los maratonistas.

Material y Métodos

Se realizó un estudio prospectivo, transversal de carácter descriptivo para identificar la duración idónea del escalón en test de cargas de carrera progresiva en 4 atletas de alto rendimiento de la modalidad de maratón de Ciudad Habana con edades entre 19 y 41 años¹⁶(Ver tabla 1 en Anexos).

Se realizaron 2 test escalonados, progresivos de diferente duración y con una semana de diferencia, en la pista de atletismo de 400 metros de la Universidad de Ciencias del Deporte “Manuel Fajardo” con los siguientes protocolos:

✓ Primer test escalonado: 4 x 4Km:

- El primer escalón se corrió a una velocidad de 4m/s. y los siguientes con un incremento de 0.1 ms/seg. y una pausa de un minuto para la toma de lactato y frecuencia cardiaca (FC).

✓ Segundo test escalonado: 6 x 1Km

- El protocolo seguido fue idéntico al del test precedente.

Para la toma de la FC

En reposo: Los atletas estuvieron acostados durante 15 minutos, lo más relajados posible y se tomó la FC central mediante estetoscopio durante un minuto.

Durante el test: se tomó mediante estetoscopio, durante 10 seg., inmediatamente después de terminado cada escalón de carrera.

Para la toma de muestra del Lactato

Se tomó muestra de sangre capilar, a través de puntura en el pulpejo de los dedos, para lo cual se utilizó una lanceta esterilizada, se depositó en tiras reactivas de lactato, y se usó un Analizador Portátil de Lactato Accusport.

Para la determinación del Umbral Láctico

Se utilizó el método basado en la cinética del Lactato en sangre (aumentos fijos sobre determinadas concentraciones), donde un aumento de 1 mmol/l por encima de los valores de lactato en reposo se tomó como referencia de UL_1 ya que los maratonistas suelen correr en el entorno de este umbral².

Para el control de la Velocidad

Se utilizaron cuatro cronómetros digitales para controlar la velocidad de cada atleta en cada escalón de carrera, para lo cual se fijó el tiempo al que pasó por cada vuelta de 400 ms, informándole si debía aumentar o disminuir la velocidad de carrera. En la tablall (Anexos) se recogen los tiempos a los que tenía que pasar el atleta por cada vuelta de 400 ms, según la velocidad a la que tenía que correr cada escalón:

Test comprobatorio de 10 Km:

Después de haber realizado cada test escalonado se procedió a la comprobación de los mismos, que consistió en correr 10 Km a la velocidad umbral, es decir a la velocidad que apareció el umbral aerobio (UL_1) en cada test. Se tomó la FC y muestras de lactato cada 2,4 Km y al terminar los 10 Km de carrera, con la misma metodología que en los test escalonados antes citados y se controló igualmente la velocidad por tramo para mantener el ritmo adecuado. Los comprobatorios se realizaron para cada uno de los test escalonados realizados, al cuarto día después de cada test, con el objetivo de que todos los almacenes de sustratos se encontraran recuperados completamente. En la tabla III (anexos) se recogen las velocidades a las que se realizaron cada uno de los test comprobatorios.

Se confeccionó una planilla para la recogida de la información la cual se llevó a una base de datos EXCEL para su ordenamiento. Se utilizó la estadística descriptiva (Tests de KolmogorovSmirnov) para cada variable y se aplicó el paquete estadístico Statistica versión 8, donde se analizó, el coeficiente de correlación (r), para significación estadística de $p < 0,05$.

Resultados

En la tabla I (ver anexos) se muestran las características antropométricas y etarias de la muestra estudiada.

En la figura 2 se muestran las curvas lactato-velocidad de los diferentes atletas estudiados para la intensidad de carga de 4 Km en la cual el segundo atleta alcanzó el UL₁ en el tercer escalón en tanto los el resto lo alcanzaba en el tercer escalón. Ningún atleta tuvo un crecimiento exponencial del lactato por lo que no se alcanzó el UL₂.

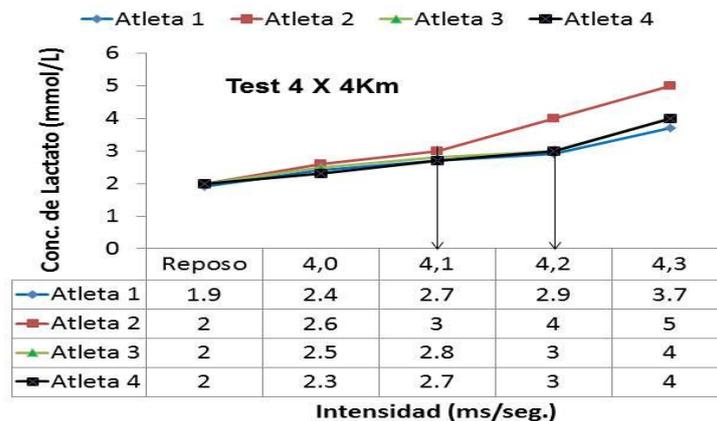


Figura 2. Curvas lactato-velocidad de los test escalonados de 4 X 4Km en

maratonistas estudiados. Las flechas señalan los escalones a los cuales se alcanzó el UL₁. Fuente: Base de datos del autor.

Al analizar la curva lactato / velocidad se encontró una alta significación estadística entre ambas variables en todos los maratonistas, con un intervalo de confianza (IC) de 95% y un r entre 0,9 y 1. En cuanto a la relación Lactato / FC, también se encontró alta significación estadística entre ambas para similares IC y rentre las variables.

La figura 3 muestra las curvas lactato-velocidad de los diferentes atletas estudiados para la intensidad de carga de 1 Km, para la cual los atletas 2 y 3 alcanzaron el UL₁ en el quinto escalón en tanto los atletas 1 y 4 lo alcanzaban en el sexto.

En este test de 6 X 1Km tanto la curva lactato-velocidad como la de FC-velocidad, también exhibieron alta significación estadística entre las variables en todos los maratonistas para un IC de 95% y r entre 0,9 y 1.

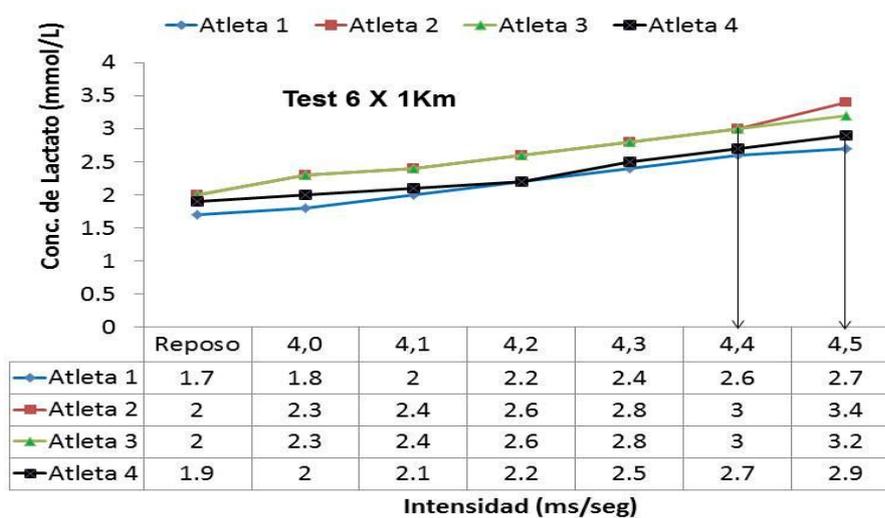


Figura 3. Curvas lactato-velocidad de los test escalonados de 6 X 1Km en maratonistas estudiados. Las flechas señalan los escalones a los cuales se alcanzó el UL₁. Fuente: Base datos del autor.

Los resultados de los comprobatorios de los test escalonados 4 X 4Km y 6 X 1Km se muestran en las figuras 4 y 5 respectivamente.

Al analizar los comprobatorios de cada atleta en el 4 x 4Km, se observó que el lactato durante todo el test se mantuvo en cifras similares, mostrando tendencia a la linealidad, desde el comienzo al final de la prueba, lo que demuestra que a la intensidad umbral (V_{UL}) hay un equilibrio entre la producción y el aclaramiento del lactato, en cambio en los comprobatorios individuales del 6 x 1Km se observó una tendencia ascendente del lactato durante el mismo denotando que a la V_{UL} alcanzada en este no existía un verdadero equilibrio entre producción y eliminación lácticas.

Discusión

En los deportes de resistencia, en particular en la modalidad de Maratón, la evaluación del entrenamiento aerobio tiene una importancia primaria para alcanzar el rendimiento del atleta siendo el umbral láctico el principal parámetro para planificación del entrenamiento (zonas de intensidad).

En este estudio se realizaron test escalonados de diferente duración en escalón de carga, los cuales analizaremos a continuación:

1. Test 4 x 4000

En cada escalón de carga se encontró que la concentración del lactato por debajo del umbral, aumentó ligeramente hasta que sobrepasó la intensidad umbral, luego siguió incrementando pero sin sobrepasar los 4 mmol/L. Al analizar los comprobatorios de los test 4 x 4000 de cada atleta, se observó que el lactato durante todo el test se mantuvo en cifras similares, mostrando tendencia a la linealidad, lo que demuestra que a la intensidad umbral hay un equilibrio entre la producción y el aclaramiento del lactato, a pesar de que la frecuencia cardíaca se comportaba en ascenso, esto corrobora que la FC no

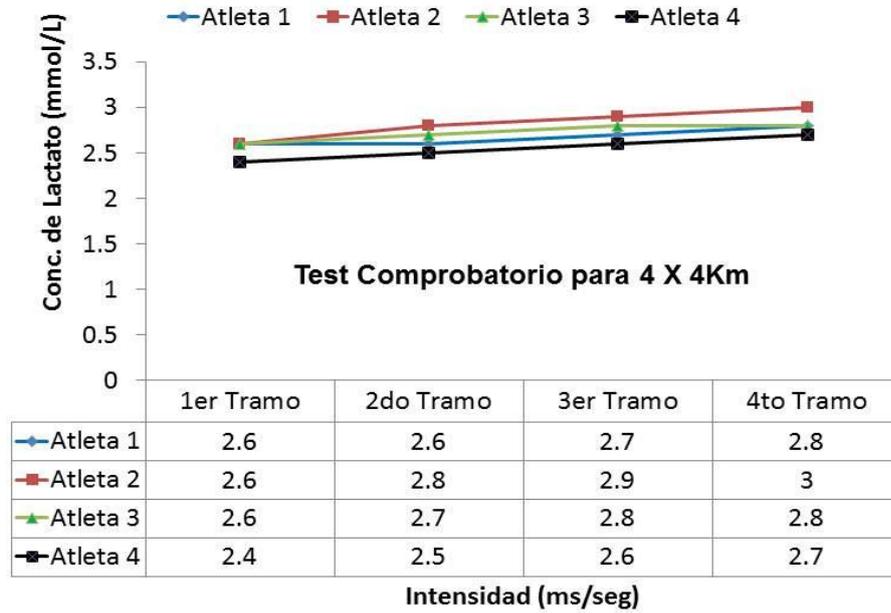


Figura 4. Test comprobatorio en 10Km de maratonistas estudiados con escalonado de 4 X 4Km. Fuente: Base de datos del autor.

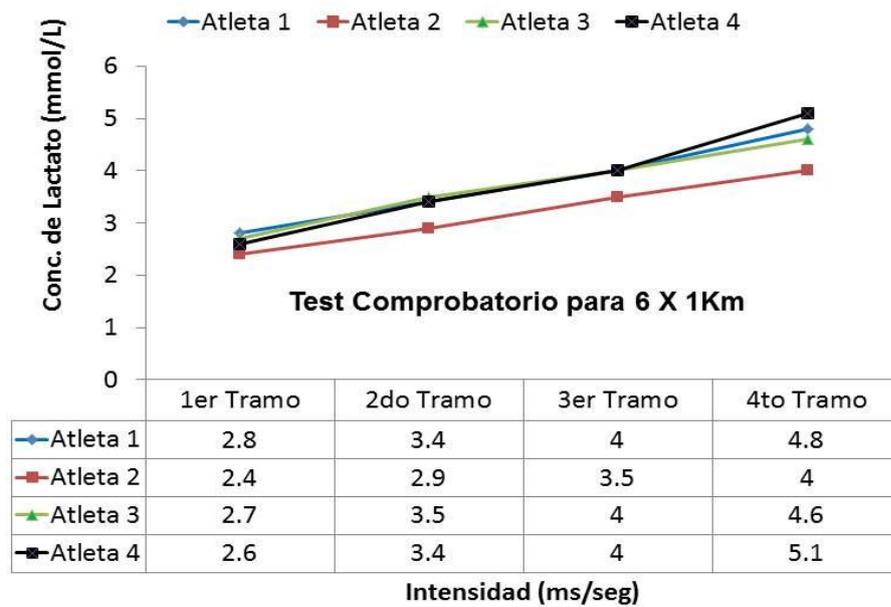


Figura 5. Test comprobatorio en 10Km de maratonistas estudiados con escalonado de 6 X 1Km. Fuente: Base de datos del autor.

refleja directamente los niveles del metabolismo. Se pudo evidenciar que los maratonistas realizaron este esfuerzo a expensas de la resistencia de base I.

Neumann y Gohlitz¹⁵, en su estudio a maratonistas en Alemania en el año 2002 aplicando igual test, obtuvieron similares resultados, donde la intensidad umbral fue alcanzada a 4,3 m/s, con una tendencia a la linealidad en la concentración del lactato durante todo el test de comprobación. Farrell y cols.,1979¹⁷ en un estudio realizado en 13 corredores de maratón señalan también que la velocidad de carrera en test progresivos correspondiente al umbral láctico consiguió una alta correlación ($r=0,98$) con el rendimiento obtenido durante la carrera similar a la de los maratonistas aquí estudiados.

2. Test 6 x 1000

En este test la concentración del lactato presentó en cada escalón de carga un ligero aumento, manifestándose la intensidad umbral (UL_1) en el último escalón. El aumento de la frecuencia cardiaca en cada escalón de carrera estuvo relacionado directamente con el incremento de la concentración de lactato y velocidad. Sin embargo, en los comprobatorios de los test 6 x 1000 de cada atleta se observó, que el lactato se incrementaba progresivamente durante toda la carrera de 10Km llegando al final de la misma con cifras elevadas por encima de los 4 mmol/L, demostrando así que a la intensidad que apareció el umbral en este test no existía un verdadero equilibrio entre la producción y el aclaramiento del lactato. Estos resultados coinciden con los comprobatorios realizados por Neumann y Gohlitz¹⁵ a maratonistas en Alemania, los cuales mostraban incremento de la concentración del lactato durante toda la carrera.

Cuanto más breve sea la duración de la carga tanto más lo es la difusión del lactato por el músculo a los líquidos corporales, incidiendo en la propia concentración del lactato. Con cargas de breve duración, especialmente si son de elevada intensidad, no hay tiempo suficiente para un aumento de la concentración del lactato correspondiente a la propia carga y, por consiguiente, la capacidad de ejecución en la competencia prolongada será sobrestimada².

Ferliche y Delgado¹ plantean que los mecanismos que intervienen en la producción, transporte y metabolización del lactato, se modifican en relación a la intensidad y la duración de la carga de trabajo impuesta. A una intensidad por debajo del umbral láctico la concentración de lactato aumenta poco, pero, conforme aumentamos la intensidad de la carga, se irá incrementando la producción del mismo de una forma equilibrada a su posible metabolización, este comportamiento es estable hasta que sobrepasamos la intensidad umbral o máximo estado estable, lo que no ocurrió a ninguna de las intensidades aquí estudiadas.

La intensidad del entrenamiento determinará los efectos adaptativos que se producen en el deportista, pero si se desconoce no se sabrá si el trabajo realizado es útil para la obtención de los objetivos trazados, por lo que llevar un control de las intensidades es algo fundamental para poder personalizar las cargas de trabajo posteriormente.

Por otra parte, los aumentos de la frecuencia cardiaca en cada escalón de carrera de los test aplicados estuvieron relacionados directamente con el aumento de la concentración de lactato y velocidad de cada escalón expresada por una alta correlación. Sin embargo, para Lajoie, Laurencelle y Trudeau, 2000¹⁸ la frecuencia cardiaca no es el medio más apropiado o preciso de expresar la intensidad de trabajo a realizar, dadas sus frecuentes variaciones incluso por debajo del umbral anaerobio. No obstante, en ocasiones es el único parámetro disponible para el control de la intensidad del ejercicio. No es correcto tomar valores de la frecuencia cardiaca sin estar ella relacionada con el lactato, ya que la FC solo mide el estrés a que está sometido el sistema cardiovascular, y no refleja los niveles del metabolismo. En estos últimos años, las experiencias en el control médico del entrenamiento, han demostrado que es posible transferir con bastante precisión en la práctica la FC medida en tests con escalones de mayor duración. Se admite que uno de los frutos del entrenamiento para la resistencia prolongada es una desviación de la curva lactato – velocidad hacia la derecha, indicando con ello que los atletas entrenados son capaces de hacer el mismo trabajo físico con valores de frecuencia cardiaca menores².

Sin embargo, los resultados en este estudio denotan que la estabilidad en las cargas de resistencia en test escalonados puede ser observada solo si se seleccionan escalones de larga duración, alrededor de los 10 minutos (Test de 4 X 4Km). El uso de escalones de 1 Km es más frecuente en corredores de media distancia. Esta afirmación se aplica para corredores de elite¹⁵.

Los escalones de larga duración influyen en el estado estable de la acumulación de lactato y permiten que la curva de lactato-velocidad haga un tránsito más real por la zona de transición aeróbico-anaeróbica que el observado en escalones de corta duración. Es innegable que un test con cargas crecientes, con escalones de breve duración, es más económico que los otros procedimientos desde el punto de vista del gasto de tiempo y energía, sin embargo, los resultados son equívocos en la determinación de las intensidades a entrenar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Feriche B, Delgado M. Evolución y Aplicación Práctica del Umbral Anaeróbico en el Entrenamiento Deportivo. Revisión. Revista Motricidad.1996; 2:39-53.
2. Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate Threshold Concepts. How valid are they? Sports Med 2009; 39(6):469-90.
3. Davis JA, Vodak P, Wilmore JH, Vodak J, Kurtz P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. J Appl Physiol.1976; 41:544-50.
4. Ivy JL, Withers RT, Van Handel PJ, Elger DH, Costill DL. Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of lactate threshold. J Appl Physiol.1980; 48:523-7.
5. Hernando CD. Ergoforesis de los componentes lácticos, ventilatorios y cardiovasculares del fenómeno umbral (tesis doctoral). Castellón: Universidad Jaume I de Castellón; 2007.
6. Skinner JS, McLelland T. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. Res. Q Exerc Sport 1980; 51:234-48.
7. Hollmann W. Zurfrage der dauerleistungsfähigkeitFortsch Medicine 1961; 79:439-53.
8. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients. Am J Cardiol 1964; 14:844-52.
9. Londeree BR, Ames S, Maximal steady-state versus state of conditioning. Eur J ApplPhysiol 1975; 34:269-78.
10. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schurch P, Hollmann W. Zur Beurteilung der sportartspezifischen ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. Sportarzt Sportmed 1976; 27:80-8, 109-12.

11. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol* 1979; 42:25-34.
12. Sjodin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med* 1981; 2(1):23-6.
13. Davis JA. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17:6-18.
14. Föhrenbach R, Mader A, Hollmann W. Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. *Int J Sports Med* 1987; 8:11-8.
15. Neumann G, Gohlitz D. Training control with event specific endurance tests. *Modern Athlete and Coach*. 2002; (40):3-12.
16. Del Arco Pérez LV. Duración del escalón de carrera en test progresivos y su influencia en el umbral láctico en fondistas (tesis de residencia). Ciudad de La Habana: Universidad de Ciencias Médicas; 2012.
17. Farrell PA, Wilmore JH, Coyle EF, Costill DL. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports Exercise*. 1979; 11:338-44.
18. Lajoie C, Laurecenlle L, Trudeau F. Physiological response to cycling for 60 minutes at maximal lactate steady state. *Can J Appl Physiol*. 2000; 25:250-61.

ANEXOS

Tabla I. Características antropométricas y etarias de la muestra estudiada.

ATLETA	EDAD	PESO (Kg)	TALLA (Cm)	GRASA (%)	AKS
1	26	55,1	172,2	5,9	1,02
2	19	54,3	173,5	5,6	0,98
3	37	69,6	179,7	9	1,10
4	41	74,2	186,8	9,3	1,03
X	30,7	63,3	178,0	7,5	1,03
DS	10,1	0,8	5,8	1,7	0,04

Fuente: Base de datos del autor

Tabla II. Control de la velocidad de carrera en test escalonados

Velocidad m/s	Tiempo por vuelta de 400 ms
4	1,40 minutos
4,1	1,38 minutos
4,2	1,35 minutos
4,3	1,33 minutos
4,4	1,31 minutos
4,5	1,29 minutos

Fuente: Base de datos del autor

Tabla III. Control de la velocidad individual en test comprobatorios

Atletas	Test 4 x 4Km	Test 6 x 1Km
1	4,24 m/s.	4,49 m/s.
2	4,08 m/s.	4,41 m/s.
3	4,23 m/s.	4,43 m/s.
4	4,23 m/s.	4,50 m/s.

Fuente: Base de datos del autor

