

Respuesta láctica de atletas de élite ante un entrenamiento específico para la prueba de 3.000 metros lisos

Lactic Response of Elite Athletes to Specific Training for the 3,000 Metres

DIONISIO ALONSO-CURIEL
JUAN DEL CAMPO-VECINO
CARLOS BALSALOBRE-FERNÁNDEZ
CARLOS M.ª TEJERO-GONZÁLEZ

Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana
Universidad Autónoma de Madrid

CHRISTOPHE RAMÍREZ-PARENTEAU
Servicios Médicos de la Real Federación Española de Atletismo

Correspondencia con autor

Dionisio Alonso-Curiel
dionisio.alonso@uam.es

Resumen

El presente trabajo analiza el comportamiento láctico de cuatro atletas de élite (con marcas en 3.000 metros entre 7'38'' y 8'08'') ante un estímulo de entrenamiento interválico extensivo medio: $4 \times (4 \times 400)$ (102%, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad), y ante la prueba de competición de 3.000 metros lisos. El estudio evidencia, por una parte y mediante estadística descriptiva, cuál es la respuesta láctica de los atletas a estos estímulos y, por otro lado y mediante análisis inferencial no paramétrico, la idoneidad de este entrenamiento a la hora de mejorar la resistencia láctica en la prueba de 3.000 metros lisos.

Palabras clave: alto rendimiento, atletismo, entrenamiento interválico, ácido láctico, medio fondo, 3.000 metros

Abstract

Lactic Response of Elite Athletes to Specific Training for the 3,000 Metres

This paper analyses the lactic behaviour of four elite athletes (with personal bests for the 3,000 metres of between 7'38'' and 8'08'') in response to an average extensive interval training stimulus: $4 \times (4 \times 400)$ (102%, Recovery: 1' and 3') + 1×400 (maximum intensity), and in response to 3,000 metres races. The study firstly uses descriptive statistics to show what the lactic response of the athletes is to these stimuli, and secondly non-parametric inferential analysis to explore the suitability of this training for improving lactic endurance in 3,000 metres races.

Keywords: high performance, athletics, interval training, lactic acid, middle distance, 3,000 metres

Introducción

Como se sabe de acuerdo a los principios de la fisiología del ejercicio y la teoría del entrenamiento deportivo, el ácido láctico –producto de desecho de la llamada *glucólisis rápida* o *anaeróbica* (Billat, 2002; Earle & Baechle, 2008; López-Chicharro & Fernández, 2008)–, es uno de los principales responsables de la fatiga, dado que su acumulación en sangre, fruto del incremento de la intensidad del ejercicio, conlleva una elevación de io-

nes hidrógeno que aumentan la acidez muscular y desencadenan ineficacia contráctil. No obstante, la producción de ácido láctico no es gratuita, pues, mediante ciertos mecanismos musculares y sanguíneos, el ácido láctico se convierte en lactato, producto mucho más sencillo de medir que su antecesor (análisis sanguíneo frente a biopsia muscular), que en última instancia no produce fatiga y que además puede ser utilizado como sustrato energético (Earle & Baechle, 2008).

Por este motivo, el análisis y la valoración del láctico es uno de los puntos de interés cuando se realiza un test de campo o un test de laboratorio con deportistas de alto rendimiento, ya que permite, por una parte, determinar la capacidad de los deportistas para tolerar esfuerzos intensos y, por otra, conocer el tipo de estímulo metabólico que suponen las distintas actividades de entrenamiento.

Una evidencia de lo anteriormente afirmado es el amplio número de investigaciones llevadas a cabo en diversos deportes como, por ejemplo, el bádminton (Cheng & Jin, 2000), el baloncesto (Rodríguez-Alonso, Fernández-García, Pérez-Landaluce, & Terrados, 2003), las artes marciales (Butios & Tasita, 2007; Jiang & Zhao, 1996), el remo (Liu & Liu, 2001), la natación (Bonifazi, Martelli, Marugo, Sardella, & Carli, 1993; Szczepanowska, Michalak, & Laurentowska, 1999) o el ciclismo (Mora-Rodríguez y Aguado-Jiménez, 2006), entre muchos otros. En estos estudios se utiliza el láctico para evaluar el rendimiento del deportista, la monitorización del entrenamiento, o bien para definir fisiológicamente la exigencia de la competición. Por su parte, en atletismo también ha sido comúnmente empleado por numerosos autores (Beaulieu, Ottoz, Grange, Thomas, & Bensch, 1995; Lacour, Bouvat, & Barthèlèmy, 1990; Leibar & Terrados, 1996; Li & Jian, 2009; Saraslandis et al., 2009; Svedenhag & Sjödin, 1984).

En cuanto a la prueba de 3.000 metros y atendiendo a las sollicitaciones energéticas y las vías metabólicas empleadas, Duffield, Dawson y Goodman (2005) hablan de un predominio del metabolismo aeróbico en esta prueba del 86% al 94% (atendiendo a diferencias interindividuales y al sexo de los atletas), frente al metabolismo anaeróbico.

García-Verdugo (2005) en su propuesta de plano bioenergético sitúa las pruebas de 1.500 metros y 3.000 metros como esfuerzos lácticos extensivos, que presentan valores entre 8 y 14 mmol/L, siendo la vía anaeróbica láctica y la vía aeróbica las predominantes en este tipo de esfuerzos.

Por su parte, Diringier (2004), prestigioso entrenador de Mehdi Baala, considera que la velocidad aeróbica máxima se corresponde con la velocidad que el atleta puede mantener entre 2.500 metros y 3.000 metros, de forma que para este autor el desarrollo de la velocidad aeróbica máxima es un elemento fundamental para conseguir buenos resultados en la distancia de 3.000 metros y es un valor de referencia importante a la hora programar el entrenamiento.

En el mismo sentido, Montmayeur y Villaret (1990; en García Manso, Navarro, Legido, & Vitoria, 2006) es-

timan que la correlación existente entre la velocidad que se alcanza en el máximo consumo de oxígeno y el rendimiento en la prueba de 3.000 metros es estadísticamente significativa ($r = ,825$, $p = ,001$). Además, en los datos de referencia que ofrece Legaz (2005; en García Manso et al., 2006) se puede observar cómo estos atletas presentan valores altos de consumo de oxígeno ($77,69 \pm 4,4$ en hombres, para atletas de marcas de $7'45''53$ en 3.000 metros y de $69,2 \pm 5,3$, para mujeres con marcas de $9'11''61$). Estos valores les permiten realizar altos volúmenes de entrenamiento y ser capaces de resintetizar el ácido láctico en sesiones que demandan esta vía energética y de esta forma prolongar el esfuerzo, completando sesiones continuas o fraccionadas de gran intensidad.

Entre los estudios revisados, no hemos encontrado ninguno que analice y compare las respuestas lácticas entre un entrenamiento de campo específico y una prueba de 3.000 metros de competición, algo que consideramos fundamental, si queremos aproximar la intensidad del entrenamiento a las exigencias de la competición y entrenar la velocidad aeróbica máxima o, mejor dicho, "supra" velocidad aeróbica máxima.

Al final del periodo específico y en el periodo de competición es necesario que el atleta entrene bajo estímulos de características similares a las que se encontrará en la prueba. Por ello, desde el área de conocimiento de la teoría y práctica del Atletismo se hace necesario investigar sesiones de entrenamiento para atletas de medio fondo prolongado que permitan poner en "crisis" el aporte de energía aeróbica, provocando cantidades significativas de ácido láctico que el atleta deba metabolizar fisiológicamente, todo ello con el objeto de optimizar la preparación de los deportistas. Es necesario por tanto encontrar sesiones de entrenamiento con distancias adecuadas de carrera, velocidades bien ajustadas y tiempos equilibrados de recuperación. En este sentido, en el presente trabajo se propone y se estudia una sesión de entrenamiento interválico: $4 \times (4 \times 400)$ (Rec.: $1'$ y $3'$), recorridos al 102% del ritmo de competición en la prueba de 3.000 metros + 1×400 (máxima intensidad), como un entrenamiento idóneo para optimizar el componente láctico determinante del rendimiento en la prueba de 3.000 metros, parámetro que consideramos fundamental para la consecución de grandes resultados en atletas de medio fondo prolongado.

Como se acaba de mencionar, dicho entrenamiento utiliza como referente la velocidad de carrera en los 3.000 metros, siendo esta una prueba de resistencia de media duración y con un alto componente láctico,

aunque también aeróbico (García-Verdugo, 2007) y con transferencia a otras pruebas de resistencia como, por ejemplo, los 5.000 metros. En definitiva, el entrenamiento postulado se asemeja en distancia y volumen al método definido por García-Verdugo y Leibar (1997) como interválico extensivo medio, elevando la intensidad de trabajo al máximo, con intención de provocar una relevante deuda de oxígeno y, en consecuencia, la intervención del metabolismo anaeróbico láctico. Al respecto, la última repetición de 400 metros expresa la capacidad que tienen los atletas a la hora incrementar la producción de lactato desde el nivel marcado por las series previas, reflejando el margen del que disponen a la hora de afrontar un final fuerte de carrera.

Llegados aquí y en virtud de lo argumentado hasta el momento, este trabajo persigue dos objetivos: (1) analizar cuál es la respuesta láctica de atletas de alto rendimiento al estímulo de entrenamiento $4 \times (4 \times 400)$ (102 %, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad); y (2) analizar la idoneidad de esta sesión de entrenamiento de cara a desarrollar la capacidad láctica en pruebas de media duración, tomando como referencia los 3.000 metros por su potencial transferencia a otras pruebas de resistencia.

Método

Participantes

La muestra la componen cuatro atletas masculinos de alto rendimiento, seleccionados mediante muestreo no aleatorio o incidental por el único motivo de facilidad de acceso, con tiempos registrados en 3000 metros entre 7'38'' y 8'08''. Los participantes colaboraron de forma voluntaria y sin recibir recompensa por ello (tabla 1).

Diseño

Estudio de grupo único, con fines descriptivos e inferenciales.

| Variables | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------|----------|----------|
| Edad (años) | 24 | 31 |
| Peso (kg) | 55 | 61 |
| Talla (cm) | 173,1 | 179,5 |
| IMC | 18,001 | 20,358 |
| VO ₂ máx (ml/kg/min) | 75,65 | 79,54 |
| Umbral anaeróbico (min_s/km) | 2'56'' | 3'03'' |
| % VO ₂ máx | 87,77 | 91,78 |
| Marca en 3000 m | 7'38''26 | 8'08''55 |

Tabla 1

Perfil de los participantes

Variables

- Variable independiente: estímulo de carrera.
- Variable dependiente: respuesta láctica del organismo operativizada en mmol/L.

Procedimiento

Los participantes se sometieron a un estímulo de entrenamiento interválico extensivo medio, en concreto, al entrenamiento $4 \times (4 \times 400)$ (102 %, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad). A lo largo de toda la sesión se registró la frecuencia cardiaca y también se tomaron muestras de sangre para el análisis de lactato al finalizar cada grupo de 4×400 metros, al terminar el 1×400 metros, y en los minutos 3, 5, 7, 10 y 20 después de la última serie. Las velocidades propuestas para los primeros cuatro grupos de 400 metros se estimaron de forma individual para cada deportista: el 102 % del ritmo o velocidad de carrera en la prueba de 3.000 metros. Se finalizó la sesión de entrenamiento con un último 400 metros a máxima velocidad, con tiempos registrados entre 53''2 y 59''80.

Asimismo, se midieron los niveles de lactato de los deportistas después de una prueba competitiva de 3.000 metros, en los minutos 3, 5, 7, 10 y 20 posteriores al final de la carrera.

Material

Para la obtención de los datos de laboratorio se utilizó un kit de análisis de lactato de la marca *Roche Diagnostics*, adaptado a un analizador *Hitachi 717*. La frecuencia cardiaca se midió con un pulsómetro *Polar 600 XI*.

Análisis de los datos

Con la intención de analizar la respuesta láctica al entrenamiento se procedió con estadística descriptiva, interpretando a los atletas como un grupo único. Asimismo, con el objeto de contrastar empíricamente la idoneidad del entrenamiento para mejorar la respuesta láctica en pruebas de resistencia media, se procedió con Coeficiente de Correlación Intraclase para estimar el grado de asociación y concordancia entre, por una parte, el comportamiento láctico en los minutos 3, 5, 7, 10 y 20 posteriores al entrenamiento y, por otra parte, el comportamiento láctico en los mismos minutos después de una competición de 3.000 metros. Complementando este análisis de covariación, se contrastaron las diferencias de lactato entre la recuperación al entrenamiento y la recuperación a la competición, y se realizó un análisis bajo la curva mediante procedimiento COR. Se utilizaron las aplicaciones informáticas *IBM SPSS Statistics 18* y *Epidat 3.1*.

Resultados

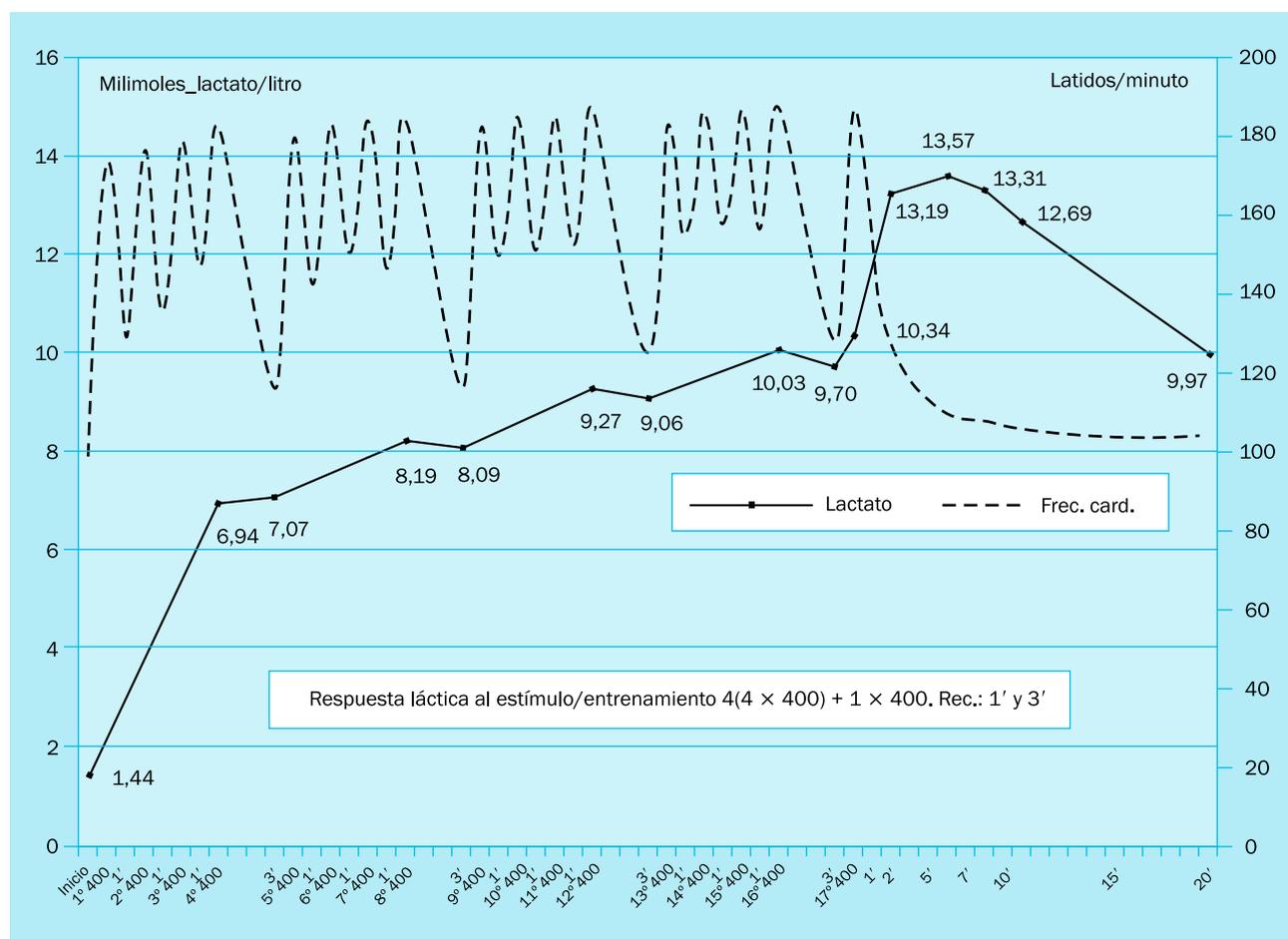
Objetivo 1

Tal y como se detalla en *tabla 2*, los valores promedio del grupo de atletas en lactato antes del primer grupo de cuatrocientos se sitúan en 1,44 mmol/L, al finalizar la última serie se alcanzan 10,34 mmol/L, y se eleva a un máximo de 13,57 mmol/L en el minuto 5 después de la última serie. Por su parte, la frecuencia cardiaca alcanza un máximo de 186 pulsaciones por minuto en el último cuatrocientos.

Como era de esperar en virtud de los principios de la fisiología del ejercicio, los resultados apuntan a una acumulación lineal de lactato con un punto de inflexión y crecimiento, después del último 400 metros recorrido a máximo ritmo (*fig. 1*).

| | Lactato (mmol/L) | FC (pulsaciones/minuto) |
|---------|------------------|-------------------------|
| Inicio | 1,44 | 99 |
| 4º_400 | 6,94 | 182 |
| 3' | 7,07 | 116 |
| 8º_400 | 8,19 | 184 |
| 3' | 8,09 | 116 |
| 12º_400 | 9,27 | 186 |
| 3' | 9,06 | 124 |
| 16º_400 | 10,03 | 187 |
| 3' | 9,70 | 128 |
| 17º_400 | 10,34 | 186 |
| 3' | 13,19 | 125 |
| 5' | 13,57 | 110 |
| 7' | 13,31 | 108 |
| 10' | 12,69 | 105 |
| 20' | 9,97 | 104 |

▲ **Tabla 2**
Valores de respuesta al entrenamiento 4 × (4 × 400) + 1 × 400 (102%, 1' y 3')



▲ **Figura 1**
Respuesta láctica grupal

| Variables | Minuto de recuperación | Valores promedio de lactato del grupo de atletas (mmol/L) | |
|-----------|------------------------|---|-------------|
| | | Entrenamiento | Competición |
| 1 | 3' | 13,19 | 13,71 |
| 2 | 5' | 13,57 | 14,12 |
| 3 | 7' | 13,31 | 14,20 |
| 4 | 10' | 12,69 | 12,93 |
| 5 | 20' | 9,97 | 9,86 |

Tabla 3

Recuperación láctica entrenamiento vs. 3.000 m

Objetivo 2

Asimismo, se analizó la asociación y concordancia entre la recuperación láctica al entrenamiento descrito y la recuperación láctica en competición, valiéndose de los valores promedio de lactato de los atletas, interpretados como grupo único, en los minutos 3, 5, 7, 10 y 20 posteriores al entrenamiento y de los mismo valores después de una competición de 3.000 metros, encontrando un coeficiente de correlación intraclase igual a 0,97, estadísticamente significativo ($p < ,01$) pese al bajo número de casos (5 variables) (tabla 3).

Además, con la intención de analizar la existencia o no de diferencias entre la recuperación láctica a la competición y la recuperación láctica al entrenamiento, se procedió con contraste no paramétrico para muestras relacionadas. Los resultados obtenidos mediante prueba de Signos ($p = ,375$) y prueba de Wilcoxon ($Z = -1,75$; $p = ,081$) indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre la recuperación láctica en el entrenamiento y la recuperación en la competición. Si bien, el bajo número de casos del grupo no permite controlar con suficiente confianza un error por falso negativo ($\beta = ,53$). Por ello, se decidió complementar el análisis estadístico testando la capacidad discriminativa de los valores de recuperación láctica a la hora de diferenciar entre el estímulo de entrenamiento y el estímulo de competición.

Tras proceder con regresión logística binaria como técnica de clasificación de los deportistas (porcentaje de clasificación correcta del 60 %), se actuó con procedimiento Curva COR bajo el supuesto de distribución no paramétrica. El análisis del área bajo la curva indica una clasificación que no es estadísticamente mejor que una clasificación realizada al azar (AUC = ,60; $p = ,60$; límite inferior = ,23; límite superior = ,96). Así, los resultados indican que las curvas de recuperación de

lactato son tan similares que no tienen capacidad para diferenciar entre el estímulo de entrenamiento y el estímulo de competición; es decir, no hay diferencia estadísticamente significativa entre la curva de recuperación láctica derivada del entrenamiento $4 \times (4 \times 400)$ (102 %, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad) y la curva de recuperación láctica ante la competición de 3.000 metros.

Discusión y conclusiones

Este estudio ha analizado la respuesta láctica al estímulo de entrenamiento $4 \times (4 \times 400)$ (102 %, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad) y su relación con la respuesta láctica al estímulo de competición en 3.000 metros.

Al respecto, en pruebas de resistencia media, como por ejemplo los 3.000 metros lisos, el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) es uno de los principales responsables del rendimiento deportivo, ya que, de manera predominante, interviene el metabolismo aeróbico en la reposición del ATP. No obstante, y como ya hemos comentado, existen otros muchos factores decisivos en la diferenciación de las marcas y los resultados de los deportistas de medio fondo relacionados con el metabolismo anaeróbico y la producción y reutilización o *aclaramiento* del ácido láctico.

En cuanto a la producción, unos mayores niveles de ácido láctico significan una mayor intervención de la glucólisis rápida, lo cual conlleva una mayor potencia de producción de ATP y, por tanto, una mayor velocidad de carrera (Earle y Baechle, 2008). No obstante, un exceso de producción de ácido láctico, sin su correcta reutilización, significará la aparición de fatiga muscular y obligará a descender el rendimiento drásticamente. En este sentido, entendemos en virtud de la respuesta láctica ilustrada en la figura 1, que el estímulo de carrera $4 \times (4 \times 400)$ (102 %, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad) es idóneo para entrenar el equilibrio entre producción de ácido láctico y su reutilización en una sesión de entrenamiento de corredores de medio fondo prolongado de alto rendimiento, en un periodo cercano a la competición, donde se busca reproducir situaciones de lactacidemia similares a las de competición.

En relación con la eliminación o aclaramiento del ácido láctico, y sin entrar exhaustivamente en detalles, es imprescindible la capacidad del deportista de

utilizar dicho producto como sustrato energético para, por un lado, evitar la acumulación de metabolitos que produzcan fatiga, y, por otro, aportar unas moléculas de ATP extras que ayuden a mantener la contracción muscular. Dicha reutilización se produce de diversas maneras (Billat, 2002). Así, mediante el ciclo de Cori, el lactato pasa a la sangre y llega hasta el hígado, donde es convertido en glucosa. Por otro lado, mediante la glucólisis lenta o aeróbica, el ácido láctico se convierte en piruvato, el cual es utilizado como sustrato en la oxidación de la glucosa en el ciclo de Krebs. Además, la isoenzima lactatodeshidrogenasa-H (LDH-H), presente en el corazón, convierte el ácido láctico en piruvato, el cual puede ser utilizado como se ha explicado anteriormente. De este modo, la capacidad del deportista de utilizar este tipo de medios, optimizada gracias al entrenamiento, es imprescindible para evitar la acumulación de ácido láctico y lograr así mantener la intensidad del esfuerzo por más tiempo. Al respecto, los atletas estudiados presentan una gran capacidad de aclarar el láctico (diferencia promedio entre el primer grupo de 400 metros y el último de 3,4 mmol/L), lo que les permite aumentar considerablemente la velocidad en el último 400 metros. Esto supone una garantía de éxito en la prueba, ya que el hecho de que sean capaces de reutilizar eficazmente el láctico les supone un aporte extra de energía, a la vez que les permite llegar sin excesiva acidez muscular al último 400 metros, en el cual todavía tienen margen de acumulación de lactato como para terminar con un incremento del ritmo de carrera.

Asimismo, la capacidad de *buffering* o *tamponamiento* muscular hace referencia a los medios que tiene el organismo de mantener el equilibrio ácido-base en el músculo mediante el aporte de iones bicarbonato HCO_3^- (López-Chicharro y Fernández, 2008), en una situación en la que la presencia de ácido láctico ha aumentado la concentración de iones hidrógeno, con el correspondiente descenso del pH. De esta forma, la mayor adaptación del deportista a equilibrar esta acidosis ayudará a evitar la fatiga y a prolongar el ejercicio. Aquí, los valores de lactato encontrados al finalizar el último 400 metros (10,34 mmol/L) son muy similares a los encontrados en competiciones oficiales en las que se finaliza muy rápido.

En definitiva, concluimos que la respuesta láctica de recuperación al entrenamiento $4 \times (4 \times 400)$ (102 %, Recuperación: 1' y 3') + 1×400 (máxima intensidad) es muy similar a la respuesta láctica de recuperación en

una competición de 3.000 metros lisos, y que ello permite mejorar la resistencia de media duración. Hecho empírico que revela la idoneidad de los parámetros de la carga del entrenamiento descrito: distancia, 400 metros; recuperación, 1 y 3 minutos; y velocidad, 102 % del ritmo competición en 3.000 metros (excepto el último 400 que se recorre a máxima intensidad); todo ello en aras de mejorar el rendimiento en la prueba de 3.000 metros, que como se ha podido comprobar a lo largo de este trabajo se trata de una especialidad atlética donde la respuesta láctica tiene una gran relevancia y en esa medida debe ser contemplada en los entrenamientos.

Referencias

- Beaulieu, P., Ottoz, H., Grange, C., Thomas, J., & Bensch, C. (1995). Blood lactate levels of decathletes during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 29(2), 80-84. doi:10.1136/bjism.29.2.80
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Bonifazi, M., Martelli, G., Marugo, L., Sardella, F., & Carli, G. (1993). Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(1), 13-18.
- Butios, S., & Tasika, N. (2007). Changes in heart rate and blood lactate concentration as intensity parameters during simulated Taekwondo competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 179-185.
- Cheng, Y., & Jin, H. (2000). A study on effect of blood lactic acid in physical fitness training of badminton. *Journal of Hubei Sports Science*, 19(3), 34-36.
- Dirringer, J. M. (2004). La preparación de Mehdi Baala para el Campeonato del Mundo de París. En RFEA, *Campeonato del Mundo París 2003*. Madrid: RFEA.
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 993-1002. doi:10.1080/02640410400021963
- Earle, R. W., & Baechele, T. R. (2008). *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal*. Barcelona: Paidotribo.
- García Manso, J. M., Navarro, F., Legido, J. C., & Vitoria, M. (2006). *La resistencia desde la óptica de las ciencias aplicadas al entrenamiento deportivo*. Madrid: Grada.
- García Verdugo (2005). Estructura y metodología para mediofondistas. En RFEA, *V Sesiones de Estudio de la E.N.E.* (pp. 73-108), Zaragoza 2004. Madrid: RFEA.
- García-Verdugo, M. (2007). *Resistencia y entrenamiento. Una metodología práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- García-Verdugo, M., & Leibar, X. (1997). *Entrenamiento de la resistencia de los corredores de medio fondo y fondo*. Madrid: Gymnos.
- Jiang, C., & Zhao, G. (1996). Application of blood lactic acid index in practising unarmed combat of Wu Shu. *Journal of Shanghai Physical Education Institute / Shanghai Tiyu Xueyuan Xuebao*, 20(4), 72-75.
- Lacour, J., Bouvat, E., & Barthélémy, J. (1990). Post-competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(3-4), 172-176. doi:10.1007/BF00357594

- Leibar Mendarte, X., & Terrados Cepeda, N. (1996). Un approccio biomedico alla corsa di maratona (Approche biomédicale du marathon (a suivre)). *Scuola Dello Sport*, 15(35), 43-51.
- Li, G., & Jian, W. (2009). A Study on Fencers' Competition Heart Rate, After-Competition Blood Lactic Acid and CK. *Journal of Beijing Sport University*, 32(5), 62-64.
- Liu, X., & Liu, J. (2001). Application of rate and blood lactic acid in rowing training. *Journal of Wuhan Institute of Physical Education*, 35(3), 45-46.
- López-Chicharro, J., & Fernández, A. (2008). *Fisiología del Ejercicio*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Mora-Rodríguez, R., & Aguado-Jiménez, R. (2006). Performance at High Pedaling Cadences in Well-Trained Cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(5), 953-957. doi:10.1249/01.mss.0000218139.46166.ec
- Rodríguez-Alonso, M., Fernández-García, B., Pérez-Landaluce, J., & Terrados, N. (2003). Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(4), 432-436.
- Saraslanidis, P., Manetzi, C., Tsalis, G., Zafeiridis, A., Mougios, V., & Kellis, S. (2009). Biochemical evaluation of running workouts used in training for the 400-m sprint. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(8), 2266-2271.
- Svedenhag, J., & Sjödín, B. (1984). Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle- and long-distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 5(5), 255-261. doi:10.1055/s-2008-1025916
- Szczepanowska, E., Michalak, E., & Laurentowska, M. (1999). The training status evaluation of synchronised swimmers in the preparatory period during laboratory studies and competitions. *Studies in Physical Culture & Tourism*, 687-692.