

Concentraciones de lactato tras una maratón en relación con los años de entrenamiento y la mejor marca

ALVERO, J.R.^(1,2,3); GARCÍA, J.^(2,3);
PÉREZ, F.^(2,3); BERDUGO, C.⁽³⁾;
DE DIEGO, A.M.⁽²⁾

(1) Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Consejería de Turismo y Deporte. Junta de Andalucía. Málaga.

(2) Fisiología del Ejercicio. Universidad de Málaga.

(3) Servicios Médicos Maratón Los Pacos. Fuengirola. Málaga

CORRESPONDENCIA:

J.R. Alvero Cruz,
Avda. Sta. Rosa de Lima, 7.
Instalaciones Deportivas Carranque,
29007 MÁLAGA
Tel. 95.227.74.57
Fax. 95.227.96.04
E-mail: alvero@uida.es

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2000; 134: 21-24

RESUMEN. Se ha realizado un estudio de los niveles de ácido láctico en 33 corredores de maratón de diferentes rendimientos, al finalizar dicha prueba (42.195 m.). No se han apreciado diferencias significativas de los valores de ácido láctico tras la prueba, aunque sí unos valores mayores en los que mejor tiempo realizaron. Un estudio correlacional, de diferentes variables: años de entrenamiento, horas de entrenamiento semanales, mejor marca personal, tiempo real en la maratón y concentración de lactato, muestran correlaciones significativas:

- Años de entrenamiento-mejor marca en maratón: $r = -0.38$
- Años de entrenamiento- Niveles de lactato: $r = 0.34$
- Mejor marca en maratón-horas semanales de entrenamiento: $r = -0.44$
- Niveles de lactato- Horas semanales de entrenamiento: $r = 0.52$
- Mejor marca-niveles de lactato: $r = -0.30$

La carrera de maratón y el tiempo de ejecución está relacionado a un mayor número de horas de entrenamiento semanal y a los años de entrenamiento.

PALABRAS CLAVE: Maratón, ácido láctico, correlaciones, Entrenamiento, rendimiento.

SUMMARY. A study on the lactic acid levels has been done in 33 marathon runners of different performances at the end of this race (26 miles 385 yards). Significant differences of lactic acid values after the race have not been detected. However, major values have been detected in those who had a better performance.

A correlation study of different variables –training years, weekly training hours, best personal record, real time in the marathon and lactate concentration- shows significant correlations:

- Training years – best record in marathon: $r = -0.38$
- Training years – lactate levels: $r = 0.34$
- Record in marathon – weekly training hours: $r = -0.44$
- Lactate levels – weekly training hours: $r = 0.52$
- Record – lactate levels: $r = -0.30$

The marathon and the execution time are related to a higher number of weekly training hours and to training years.

KEY WORDS: Marathon, lactate acid, correlation, training, performance.

INTRODUCCION

La carrera de maratón es una prueba atlética que exige la utilización constante de por lo menos el 85-90% de la capacidad aeróbica máxima.⁽¹⁷⁾

Este valor suele relacionarse al consumo máximo de oxígeno, y representan valores entorno al umbral anaeróbico. Es precisamente el cálculo del umbral anaeróbico, relacionado con la velocidad de carrera, el parámetro que entre otros, ayudan a mejorar el rendimiento y que algunos autores cifran en torno a los 4 mMol./l. de ácido láctico.^(3,13)

La concentración de ácido láctico en sangre en una carrera de maratón debe ser entendida como un valor que representa la participación porcentual de la vía aeróbica y/o anaeróbica^(7,9) y que es mantenida durante un largo periodo de tiempo, sin existir por ello un aumento en la deuda de oxígeno.

Los niveles de lactato elevados se consideran por diversos autores como un mecanismo de urgencia, tras haber superado los mecanismos oxidativos, en esfuerzos de una intensidad considerable.

Las variaciones de la concentración de lactato puede modificarse con el mantenimiento del ejercicio de larga duración, pudiendo variar de unos sujetos a otros,⁽¹⁶⁾ pero la relación del umbral anaeróbico y el VO_2 max. es bien parecido en corredores jóvenes y mayores bien entrenados.⁽⁴⁾

El entrenamiento de resistencia produce una mejora de la capacidad de trabajo entendida como variaciones de la velocidad de carrera, para una misma concentración de lactato.⁽¹⁴⁾

La resistencia aeróbica de larga duración, depende del consumo máximo de oxígeno y del porcentaje de utilización del mismo. Como promedio puede mantenerse a un 75% en torno a un máximo aproximado de 90-120 min. y en el 97 % unos 20-30 min.⁽¹³⁾

Cuando los esfuerzos aeróbicos de larga duración se mantienen durante mucho tiempo, la utilización de hidratos de carbono disminuye con respecto a la utilización de los ácidos grasos.^(6,18)

La determinación de los niveles de lactato en sangre en competición permite el control de la intensidad de esfuerzo. Ello unido a las pruebas de valoración tanto en el laboratorio como en el campo, es de una gran ayuda para los entrenadores y fisiólogos del deporte.

Kumagai⁽⁸⁾ en un estudio en corredores de media distancia relaciona mejor la marca obtenida con el valor porcentaje del umbral anaeróbico con respecto al consumo máximo de oxígeno que con el valor absoluto de VO_2 max.

En maratonianos el OBLA (onset blood of lactate accumulation) se hallaba entre valores del 81 y 94% del VO_2 max (valor medio de 86.6%).^(5,6,17) El valor de velocidad de carrera en el OBLA ha sido relacionado con el rendimiento en la carrera de maratón.⁽¹⁴⁾

En la maratón el concepto de umbral anaeróbico tiene una gran importancia para la determinación del ritmo de carrera y de cargas de entrenamiento, y ello se valora en el laboratorio con las pruebas ergométricas escalonadas con determinación

de lactatos, test de campo y nuevos conceptos como el de maxlass.^(10,11)

Hoy en día la valoración de los niveles de lactato, y en concreto la valoración del umbral metabólico del lactato ha adquirido una notable repercusión en cuanto a la regulación del entrenamiento y en la adecuación de las cargas del entrenamiento.⁽¹²⁾

OBJETIVOS

- I. Realizar un estudio de campo para la medición de las concentraciones de lactato en sangre total, durante los 3 primeros minutos de finalizada la prueba de maratón.
- II. Determinar la variabilidad y diferencias de las concentraciones de lactato según el nivel deportivo y el tiempo realizado.
- III. Establecer correlaciones estadísticas con el fin de relacionar distintas variables que pueden influir en el entrenamiento y la preparación del deportista (horas de entrenamiento semanales, número de maratones corridas, tiempo de la mejor maratón y tiempo de la actual maratón).
- IV. Intentar determinar los niveles de lactato que puedan orientar el entrenamiento del maratoniano.

MATERIAL Y METODOS

Material

- Algodón, lancetas, tubos capilares heparinizados micromuestras de sangre total (25 microlitros)
- YSI 1500 Lactate Analyzer (Radiometer, S.A.):
- Análisis de la concentración de lactato por método enzimático, con calibraciones entre rango de 0 a 30 mMol/l.

Sujetos

33 Atletas maratonianos participantes en la Maratón Popular Los Pacos de Fuengirola (Málaga), unos escogidos voluntariamente a la llegada a meta por solicitud verbal y bajo su consentimiento por escrito; y otros, que el día anterior a la prueba se les informó del estudio, de su protocolo, de sus riesgos y de la posibilidad de conocer su resultado y su significado en relación a su control del entrenamiento.

Cabe destacar que todos los sujetos estudiados son varones debido a la baja participación femenina en dicha maratón. Sólo una de las mujeres se ofreció para el estudio, pero sus datos se descartaron para no alterar el análisis estadístico.

Se establecieron los diferentes grupos de estudio:

Grupos de estudio	tiempo de llegada (horas)	n
I	2.22 - 2.46	8
II	2.47 - 3.00	11
III	3.01 - 3.30	11
IV	3.30 - 3.45	3

Encuesta al maratoniano:

ÍTEMS :

- horas de entrenamiento semanales

- años de entrenamiento
- tiempo de la mejor maratón
- tiempo de la actual maratón
- nivel de lactato (mMol/l) al final de la maratón

Método

Se realizó un estudio de campo, con la medición de las concentraciones de lactato en sangre total, extraída del lóbulo de la oreja, durante los 3 primeros minutos al finalizar la prueba de maratón (42.195 m.), para poder medir, de este modo, la máxima concentración de ácido láctico y conocer el "ambiente metabólico" en el que los corredores acaban una prueba de larga duración y moderada intensidad.

Es importante considerar que estas extracciones se realizaron a sujetos con la característica de haber realizado una prueba en algunos casos competitiva y otros popular y/o participativa.

Análisis estadístico

Análisis de la varianza entre grupos de estudio y de las correlaciones entre los parámetros de encuesta y los niveles de lactato.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los valores medios y SD de los años de entrenamiento (8.1 años), horas de entrenamiento se-

Variable	n	Media	Std. Dev.	Minimo	Maximo
A E	33	8.12	6.30	1.00	30.00
HES	33	10.69	5.02	3.50	20.00
MM	33	174.72	19.81	139.00	222.00
TR	33	181.09	20.52	142.00	222.00
LACT	33	4.71	1.80	2.22	9.39

Variabes	Unidad
Años de entrenamiento (AE)	años
Horas de entrenamiento semanales (HES)	horas
Mejor marca personal (MM)	min.
Tiempo real maratón (TR)	min.
Concentración de lactato (LACT)	mMol/l.

Grupos de estudio	lactato mMol/l	n
I	5.78 ± 2.56	8
II	4.01 ± 1.35	11
III	5.01 ± 1.35	11
IV	3.29 ± 3.41	3

No existen diferencias significativas entre los grupos de estudio, en el nivel medio de lactato, al final de la prueba, siendo mayores en el grupo I.

manal (10.7 h.), tiempo medio de la maratón (3.01 h.) y valor medio de lactato (4.71 mMol/l.) de los 33 individuos estudiados.

Coef. Corr.	A	B	C	D
A	—			
B	-0,38	—		
C	0,34	-0,30	—	
D	-0,44	0,52	—	—

El análisis correlacional, demuestra que existe relación entre los siguientes parámetros:

- A. años de entrenamiento
- B. mejor marca
- C. mayor producción de lactato
- D. horas de entrenamiento semanales

de la siguiente forma: todos ellos estadísticamente significativos $p < 0.05$

Grupos de estudio	Años entreno	Horas sem. entreno
I	9.62	14.87 (*)
II	7.27	9.22
III	5.45	9.45
IV	9.33	8.33

(* = $p < 0.01$)
La cantidad de horas de entrenamiento del grupo I, presenta diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) con respecto a los otros grupos.

Los coeficientes de correlación son significativos para un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$).

- Años de entrenamiento-mejor marca en maratón: $r = -0.38$
- Años de entrenamiento- Niveles de lactato: $r = 0.34$
- Mejor marca en maratón-horas semanales de entrenamiento: $r = -0.44$
- Niveles de lactato- Horas semanales de entrenamiento: $r = 0.52$
- Mejor marca-Niveles de lactato: $r = -0.30$

DISCUSION

Los valores de lactato aún sin presentar DES, muestran ciertas variaciones sobre todo el grupo I con respecto a los demás.

Los valores medios del estudio constatan y concuerdan con los valores descritos por Heck y Mader,^(3,13) que propugnaron valores en torno a los 4 mMol/l., como valor sostenible de lactato sin que hubiera una participación del metabolismo anaerobio, y que dependiendo del entrenamiento, estos valo-

res podían variar notablemente de sujetos más o menos entrenados.⁽¹⁶⁾

Ello, no puede hacer que se generalicen los valores de lactato para cada tipo de deportistas y se debe tender a la individualización en la obtención de los niveles de lactato para comprender mejor el entrenamiento y el rendimiento.^(12, 18)

La carrera de maratón, se considera un tipo de modalidad deportiva en la que el rendimiento en la misma puede estar influenciado por muchos factores, no solo los intrínsecos al atleta, sino los de tipo extrínseco como alimentación, descanso antes de la prueba, nivel de la prueba, tipo de recorrido, climatología, etc.

Los valores de acumulación de lactato en una prueba incremental máxima escalonada se hallan entre los 8-12 mMol/l,⁽⁴⁾ y en nuestro estudio se encuentran valores medios que van desde 3.29 a 5.78 mMol/l.

Otros autores como Chavarren⁽¹⁾ han valorado lactatos en pruebas de duatlón de una duración de 60-70 min. , ha hallado valores estables tras los 30 minutos de prueba primeros (primer segmento de carrera) de entre 4 y 8 mMol/l, hasta el final de dicha prueba, siendo valores similares a los nuestros y dependiendo del nivel deportivo de los atletas y el tipo de prueba.

Otros autores han encontrado estados estables del lactato en ciclistas muy entrenados, en torno a 9 mMol/l. en ejercicios de larga duración⁽⁷⁾.

En nuestro estudio, se encuentran relaciones entre el lactato final y el tiempo en la prueba y no es así en el trabajo con atletas de duatlón.⁽¹⁾

La relación inversa entre la mejor marca-Niveles de lactato: $r = -0.30$, indica la existencia de una dependencia entre el rendimiento deportivo (tiempo de la prueba) y el nivel de lactato.

Los años de entrenamiento se relacionan con la mejor marca en maratón ($r = -0.38$) indicando que a mayor entrenamiento disminuyen los tiempos de ejecución de la maratón.

Los años de entrenamiento se relaciona con unos niveles de lactato mayores indicando la mayor tolerancia de este por parte de un organismo entrenado ($r = 0.34$). Igualmente se relacionan los niveles de lactato con las horas semanales de entrenamiento ($r = 0.52$), quizá por el mismo razonamiento (12). Maassen⁽¹²⁾ no encuentra relación con el nivel de lactato y la carga de trabajo del atleta con respecto a su nivel de resistencia.

Esto vendría probablemente explicado por la variación a la que se pueden someter los niveles de lactato en lo que a su medición se refiere, a los niveles de glucógeno muscular y niveles de ácidos grasos circulantes que inhiben la glucólisis.⁽¹⁸⁾

La mejor marca en maratón se relaciona con un número mayor de horas semanales de entrenamiento: $r = -0.44$. Los mejores rendimientos hoy en día se logran con muchas sesiones de entrenamiento tanto de volúmenes como de intensidad.

La mejor marca (menor tiempo) se relaciona con niveles de lactato superiores ($r = -0.30$) lo cual indica una mayor preponderancia de la vía anaeróbica a sujetos que realizan mejores tiempos. Chavarren y cols.⁽¹⁾ no encuentran relación de estos dos parámetros en un estudio en duatletas.

CONCLUSIONES

El entrenamiento deportivo en maratón está relacionado:

1. Con un mayor número de horas de entrenamiento semanal.
2. Con los años de entrenamiento.
3. Con unos mayores niveles de lactato.
4. Con una mejor marca.

Bibliografía

1. CHAVAREN, J., BALLESTEROS, J. M., DORADO, C, ESPINO, L., LOPEZ, J. A.: Concentración sanguínea de lactato durante competiciones de duathlon. Arch. Med. Dep. 1995; 49, 333-340.
2. FAVIER, R., CONSTABLE, S.H., CHEN, M., HOLLOSZY, J.O.: Endurance training reduces lactate production. J. Appl. Physiol. 1986; 61, 885-889.
3. HECK, H., MADER, A., HESS, G., MUCKE, S, MULLER, R., HOLLMANN, W.: Justification of the 4mMol/l lactate threshold. Int. J. Sports Med. 1985; 6: 117.
4. IWAOKA, K., FUCHI, T., HIGUCHI, M., KOBAYASHI, S.: Blood lactate accumulation during exercise in older endurance runners. Int. J. Sports Med. 1988; 9, 253-256.
5. JACOBS, I., SJODIN, B., KAISER, P., KARLSSON, J.: Onset of blood lactate accumulation after prolonged exercise. Acta Physiol. Scand. 1981; 112: 215-217.
6. JACOBS, I.: Blood lactate. Implication for training and sports performance. Sports Med. 1986; 3, 10-25.
7. JENKINS, D.G., QUIGLEY, B.M.: Blood lactate in trained cyclist during cycle ergometry at critical power. Eur. J. Appl. Physiol. 1990; 61, 278-183.
8. JONES, N.L., EHRSAM, R.: The anaerobic threshold. Exerc. sports Sci. Rev. 1982; 10, 49-83.
9. KUMAGAI, HG, TANAKA, K, MATSURA, I, MATSUZUKA, A, et al: Relationship of the anaerobic threshold with the 5 km and 10 miles races. Eur. J. Appl. Physiol. 1982; 49: 13-23.
10. LEIBAR, X. et al.: Aspectos biomédicos del maratón I. Atletismo Español. 1994; 27-33, 11.
11. LEIBAR, X. et al.: Aspectos biomédicos del maratón II. Atletismo Español. 1995; 39-46, 1.
12. LOPEZ CHICHARRO, J., LEGIDO ARCE, J.C. Umbral anaeróbico. Bases Fisiológicas y aplicaciones. 1991; McGraw-Hill- Interamericana España.
13. MAASEN, N., BUSSE, M.W.: Relationship between lactic acid and work load: a measure for endurance capacity or and indicator o carbohydrate deficiency?. Eur J. Appl. Physiol. 1989; 58: 728-737.
14. MADER, A., HECK, H., HOLLMANN, W.: Evaluation of lactic acid and anaerobic energy contribution by determination of postexercise lactic acid concentration of the ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers.: En Landry, W, Orban Ward. The International of Physical Activity Sciences. Vol. IV. Exercise Physiology. Montreal. 1976; 187-200.
15. RUMLEY, A.G., TAYLOR, R., PETTIGREW, A.R.: Effect of marathon training on the plasma lactate response to submaximal exercise in middle-aged men. Bar. J. S. Med. 1988; 22 (1): 31-34.
16. SJODIN, B., JACOBS, I.: Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. Int. J. Sports Med. 1981; 2, 23-26.
17. STEGMANN, H., KINDERMANN, W., SCHNABEL, A.: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. Int. J. Sports Med. 1981; 2, 160-165.
18. TANAKA, K., MATSURA, Y.: Marathon performance, anaerobic threshold and obla. J. Appl. Physiol. 1984; 57: 640-643.
19. YVI, J.L., COSTILL, D.L., VAN HANDEL J: Alteration in the lactate threshold with changes in substrate availability. Int. J. Sports Med. 1981; 2, 139-142.