

Concentracions de lactat després d'una marató en relació amb els anys d'entrenament i la millor 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

CORRESPONDÈNCIA:

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

RESUM. S'ha realitzat un estudi dels nivells d'àcid làctic en 33 corredors de marató de diferents rendiments al finalitzar la prova (42.195 m). En general, no s'han apreciat diferències significatives dels valors d'àcid làctic després de la prova, però sí en els que van realitzar un millor temps.

Un estudi correlacional de diferents variables: anys d'entrenament, hores d'entrenament setmanal, millor marca personal, temps real en la marató i concentració de lactat, mostren correlacions significatives:

- Anys d'entrenament – millor marca en marató: $r = -0,38$
- Anys d'entrenament – nivells de lactat: $r = 0,34$
- Millor marca en marató – hores setmanals d'entrenament: $r = -0,44$
- Nivells de lactat – hores setmanals d'entrenament: $r = 0,52$
- Millor marca – nivells de lactat: $r = -0,30$

La carrera de marató i el temps emprat està relacionat a un major nombre d'hores d'entrenament setmanal i als anys d'entrenament.

PARAULES CLAU: Marató, àcid làctic, correlacions, entrenament, rendiment..

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.

INTRODUCCIO

La carrera de marató és una prova atlètica que exigeix la utilització constant d'almenys el 85-90% de la capacitat aeròbica màxima.⁽¹⁷⁾

Aquest valor acostuma a relacionar-se amb el consum màxim d'oxigen i són valors en torn al llindar anaeròbic. El càlcul del llindar anaeròbic, relacionat amb la velocitat de carrera, és el paràmetre que, entre altres, ajuda a millorar el rendiment i que alguns autors xifren en uns 4 mMol./l. d'àcid làctic.^(3,13)

La concentració d'àcid làctic a la sang durant una carrera de marató s'ha d'entendre com un valor que representa la participació percentual de la via aeròbica i/o anaeròbica^(7,9) i que es manté durant un llarg període de temps, sense comportar un augment en el deute d'oxigen.

Diversos autors consideren els nivells de lactat elevats com un mecanisme d'urgència, després de superar els mecanismes oxidants, en esforços de considerable intensitat. Les variacions en la concentració de lactat poden modificar-se mitjançant la pràctica d'exercicis de llarga durada, poden variar d'uns subjectes a uns altres,⁽¹⁶⁾ però la relació del llindar anaeròbic i el VO₂ màx. es molt similar en corredors joves i grans ben entrenats.⁽⁶⁾

L'entrenament de resistència produeix una millora en la capacitat de treball entesa com variacions de la velocitat de carrera, per a una mateixa concentració de lactat.⁽¹⁴⁾ La resistència aeròbica de llarga durada depèn del consum màxim d'oxigen i del percentatge d'utilització. Com a promig pot mantenir-se al 75% durant un període aproximat de 90-120 minuts i al 97% durant uns 20-30 minuts.⁽¹³⁾

Quan els esforços aeròbics de llarga durada es mantenen molt temps, la utilització d'hidrats de carboni minva respecte a la utilització dels àcids grassos.^(6,18) La determinació dels nivells de lactat a la sang en les competicions permet controlar la intensitat de l'esforç. Tot això, juntament amb les proves de valoració, tant en el laboratori com en el camp, és de gran ajut pels entrenadors i fisiòlegs de l'esport.

Kumagai⁽⁸⁾ en un estudi en corredors de mitja distància relaciona més la marca obtinguda amb el valor percentual del llindar anaeròbic, respecte al consum màxim d'oxigen, que amb el valor absolut de VO₂ màx.

En maratonians, l'OBLA (onset blood of lactate accumulation) es trobava entre un 81 i 94% del VO₂ màx (valor mig de 86,6%).^(5,6,17) El valor de la velocitat de carrera a l'OBLA s'ha relacionat amb el rendiment en la carrera de marató.⁽¹⁴⁾ En la marató, el concepte de llindar anaeròbic té gran importància per a la determinació del ritme de carrera i de càrregues d'entrenament, i això es valora en el laboratori amb les proves ergomètriques esglaonades amb determinació de lactats, tests de camp i nous conceptes com el de maxlass.^(10,11)

Actualment, la valoració dels nivells de lactat i, en concret, la valoració del llindar metabòlic del lactat ha assolit una notable repercussió pel que fa a la regulació de l'entrenament i a l'adequació de les càrregues d'entrenament.⁽¹²⁾

OBJECTIUS

- I. Realitzar un estudi de camp per a mesurar les concentracions de lactat total en sang, durant els 3 primers minuts després de finalitzar la prova de marató.
- II. Determinar la variació i les diferències de les concentracions de lactat segons el nivell esportiu i el temps realitzat.
- III. Establir correlacions estadístiques per tal de relacionar les diferents variables que poden influir en l'entrenament i la preparació de l'esportista (hores d'entrenament setmanals, nombre de maratons corregudes, temps de la millor marató i temps de l'actual marató).
- IV. Intentar determinar els nivells de lactat que poden orientar l'entrenament del maratonista.

MATERIAL I METODES

- Cotó, llancetes, tubs capil·lars heparinitzats, micromostres de sang total (25 microlitres).
- YSI 1500 Lactate Analyzer (Radiometer, S.A.).
- Anàlisi de la concentració de lactat per mètode enzimàtic, amb calibracions entre rang de 0 a 30 mMol/l.

Subjectes

33 atletes maratonians participants en la marató popular Los Pacos, de Fuengirola (Màlaga), uns escollits voluntàriament a l'arribada a la meta per sol·licitud verbal i amb consentiment per escrit; altres, que el dia abans de la prova se'ls va informar de l'estudi, del seu protocol, dels seus riscos i de la possibilitat de conèixer el seu resultat i el seu significat en relació amb el seu control d'entrenament.

Tots els subjectes estudiats són homes degut a la baixa participació femenina en aquest marató. Només una de les dones es va oferir per a l'estudi, però les seves dades es van descartar per a no alterar l'anàlisi estadístic.

Es van establir els diferents grups d'estudi:

Grups d'estudi	temps d'arribada (hores)	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

Enquesta al maratonista:

ÍTEMS

- hores d'entrenament setmanals
- anys d'entrenament

- temps de la millor marató
- temps de l'actual marató
- nivell de lactat (mMol/l) al final de la marató

Mètode

Es va realitzar un estudi de camp, mesurant les concentracions de lactat en sang total, extreta del lòbul de l'orella, durant els 3 primers minuts després de finalitzar la prova de marató (42.195 m), per tal de poder mesurar, així, la màxima concentració d'àcid làctic i conèixer "l'ambient metabòlic" en el qual els corredors acaben una prova de llarga durada i moderada intensitat.

És important considerar que aquestes extraccions es van realitzar en subjectes que es caracteritzaven per haver realitzat una prova en alguns casos competitiva i en altres popular o participativa.

Anàlisi estadística:

Anàlisi de la variància entre grups d'estudi i de les correlacions entre els paràmetres de l'enquesta i els nivells de lactat.

RESULTATS

A la taula 1 es mostren els valors mitjos i SD dels anys d'entrenament (8,1 anys), hores d'entrenament setmanal (10,7 hores), temps mig de la marató (3,01 hores) i valor mig del lactat (4,71 mMol/l) dels 33 individus estudiats.

Variable	n	Mitja	Std. Dev.	Mínim	Màxim
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
Variables	Unitat				
Anys d'entrenament (AE)	anys				
Hores d'entrenament setmanals (HES)	hores				
Millor marca personal (MM)	min.				
Temps real marató (TR)	min.				
Concentració de lactat (LACT)	mMol/l.				

Grups d'estudi	lactat 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 existeixen diferències significatives entre els grups d'estudi, en el nivell mig de lactat, al final de la prova, essent més importants en el grup I.

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

L'anàlisi correlacional demostra que existeix relació entre els paràmetres següents:

- A. anys d'entrenament
- B. millor marca
- C. major producció de lactat
- D. hores d'entrenament setmanals

de la següent forma: tots ells estadísticament significatius $p < 0,05$

Grups d'estudi	Anys d'entrenament	Hores set. entren.
I	9.62	14.87 (*)
II	7.27	9.22
III	5.45	9.45
IV	9.33	8.33

(* = $p < 0,01$)
La quantitat d'hores d'entrenament del grup I presenta diferències estadísticament significatives ($p < 0,01$) respecte a altres grups.

Els coeficients de correlació són significatius per a un nivell de confiança del 95% ($p < 0,05$).

- Anys d'entrenament – millor marca en marató: $r = 0,38$
- Anys d'entrenament – nivells de lactat: $r = 0,34$
- Millor marca en marató – hores setmanals d'entrenament: $r = 0,44$
- Nivells de lactat – hores setmanals d'entrenament: $r = 0,52$
- Millor marca – nivells de lactat: $r = 0,30$

DISCUSSIO

Els valors de lactat encara sense presentar DES mostren certes variacions, sobretot en el grup I, respecte del demés.

Els valors mitjos de l'estudi constaten i concorden amb els valors descrits per Heck i Mader,^(3,13) que propugnaven valors al voltant dels 4mMol/l, com valors sostenibles de lactat sense que hi hagués una participació del metabolisme anaeròbic i que, segons l'entrenament, aquests valors podien variar notablement entre subjectes més o menys entrenats.⁽¹⁶⁾

Això no pot fer que es generalitzin els valors de lactat per a cada tipus d'esportista i s'ha d'anar vers la individualització a

l'hora d'obtenir els nivells de lactat per comprendre millor l'entrenament i el rendiment.^(12, 18)

La carrera de marató es considera un tipus de modalitat esportiva en la qual el rendiment pot estar influït per molts factors, no només els intrínsecs a l'atleta, sinó els de tipus extrínsec com l'alimentació, el descans abans de la prova, el nivell de la prova, el tipus de recorregut, la climatologia, etc.

Els valors d'acumulació de lactat en una prova incremental màxima esglaonada es troben entre els 8-12 mMol/l⁽⁴⁾ i, en el nostre estudi, es troben valors que van des de 3,29 fins 5,78 mMol/l.

Altres autors, com Chavarren,⁽¹⁾ han valorat lactats en proves de duatló d'una durada de 60-70 minuts, i han trobat valors estables després dels primers 30 minuts de prova (primer segment de la cursa) d'entre 4 i 8 mMol/l, fins el final de la prova, essent valors similars als nostres i dependent del nivell esportiu dels atletes i del tipus de prova.

Altres autors han trobat estats estables de lactat en ciclistes molt entrenats, al voltant de 9 mMol/l, en exercicis de llarga durada.⁽⁷⁾

En el nostre estudi, es troben relacions entre el lactat final i el temps en la prova, i no es així en el treball amb atletes de duatló.⁽¹⁾

La relació inversa entre la millor marca-nivells de lactat: $r = -0,30$, indica l'existència d'una dependència entre el rendiment esportiu (temps de la prova) i el nivell de lactat. Els anys d'entrenament es relacionen amb la millor marca en la marató ($r = -0,38$), indicant que a major entrenament menor temps d'e-

xecució de la marató. Així mateix, els anys d'entrenament també es relacionen amb uns majors nivells de lactat que indiquen una més gran tolerància per part de l'organisme entrenat ($r = 0,34$). També es relacionen els nivells de lactat amb les hores setmanals d'entrenament ($r = 0,52$), potser pel mateix raonament.⁽¹²⁾ Maassen⁽¹²⁾ no troba relació amb el nivell de lactat i la càrrega de treball de l'atleta respecte al seu nivell de resistència.

Això s'explicaria per la variació a la qual poden veure's sotmesos els nivells de lactat, pel que fa a la seva mesura, als nivells de glucogen muscular i als nivells d'àcids grassos circulants que inhibeixen la glucolisis.⁽¹⁸⁾

La millor marca en marató es relaciona amb un major nombre d'hores setmanals d'entrenament: $r = -0,44$. Els millors rendiments actualment s'aconsegueixen amb moltes sessions d'entrenament tant en volum com en intensitat. Així mateix, la millor marca (menor temps) es relaciona també amb nivells de lactat superiors ($r = -0,30$) la qual cosa indica una major preponderància de la via anaeròbica en subjectes que realitzen millors temps. Chavarren i cols.,⁽¹⁾ no troben cap relació entre aquests dos paràmetres en un estudi en duatletes.

CONCLUSIONS

L'entrenament esportiu en marató està relacionat amb:

- 1 un major nombre d'hores d'entrenament setmanal;
- 2 els anys d'entrenament;
- 3 uns majors nivells de lactat;
- 4 una millor marca.

Bibliografia

1. CHAVARREN, J., BALLESTEROS, J. M., DORADO, C., ESPINO, L., LOPEZ, J. A.: Concentració 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, H.G., 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 O₂bla. 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.