

НАУЧНО-МЕТОДИЧНИ СТАТИИ

НОВО ВИЖДАНЕ В АНАЛИЗА НА ЛАКТАТНАТА КРИВА
ПРИ ТЕСТ С ПОВИШАВАЩА СЕ СКОРОСТ НА БЯГАНЕ

гл. ас. Емилия Павлова, доктор, проф. Петър Бонов, гпн

LACTATE CURVE ANALYSIS DURING INCREMENTAL RUNNING TEST
FROM A NEW POINT OF VIEW

Head assist. Emilia Pavlova, PhD, Prof. Peter Bonov, DSc

Keywords: *lactate curve, incremental running test*

Напоследък вниманието на спортните физиолози и специалисти е фокусирано върху взаимовръзката между лактатния праг (LT), интензивността на натоварването и постижението (Urhausen et al., 1993; Грънчаров, 1997; Wilmore et al., 1999). Целта на това изследване е да се анализира динамиката на кръвния лактат посредством точките на лактатната крива при тест по бягане с прогресираща скорост с оглед приложността ѝ в тренировъчната практика.

Методика

Изследвани са тринадесет състезатели от националния отбор – бегачи на средни разстояния на възраст $22,15 \pm 2,73$ години. Атлетите изпълняват 5-стъпален тест (IRT) по бягане 5x1000 метра с прогресираща скорост (Бонов, 1991). Интервалът между всяка дистанция от 1000 м беше 3 минути. От състезателите се изискваше да повишават своята скорост на бягане по време на отсечките приблизително от начална скорост $4,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ до $5,71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Концентрациите на лактата бяха измервани в динамика в първата минута след всяко стъпало, чрез микро-метод, прилаган в Националния център „Спорт и здраве“. Кръвните проби бяха вземани от висулката на ухо с предизвикана хиперемия. При 4 изследвани лица сърдечната честота (HR) беше регистрирана със Спорт тесстер PE -3000 (Финландия) при 5-те стъпала. „Лактатната крива“ – зависимостта между концентрацията на лактата и интензивността на натоварването, беше проучена, из

Recently the attention of sports physiologists and specialists is focused on the relationship between lactate threshold (LT), exercise intensity and performance (Urhausen et al., 1993; Gruncharov, 1997; Wilmore et al., 1999). The aim of this study is to analyze lactate dynamics by Lactate (L) curve points during incremental running test (IRT) with a view to field practice application.

Material and Methods

Thirteen (13) male middle distance runners (age, mean \pm SD; 22.15 ± 2.73 years) of the Bulgarian National Team performed a five step incremental running test 5 x 1000 m with increasing velocity – V (Bonov, 1991). The interval between each 1000 m distance was 3 min recovery. The athletes were requested to increase their running speed over the course of the session roughly from an initial $4.17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ to $5.71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Lactate concentrations were measured dynamically in the 1st minute after each step through micromethods, applied at the National Center „Sports and Health“. Capillary blood samples were taken from a hyperaemic earlobe. In 4 subjects HR was registered with Sports Tester PE – 3000 (Finland). Time and running speed were recorded during 5 steps. „Lactate curve“ – dependence between L concentration and load intensity was studied using semilogarithmic graphics, presented lactate values against athletes running velocity: individual anaerobic threshold (IAT – first L breakpoint), OBLA step defined individually ($\sim 4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) and corresponding speed, second lactate curve inflection after IAT (analysis by Pavlova).

ползвайки полулогаритмична графика, представяща стойностите на лактата срещу скоростта на бягане на лекоатлетите: индивидуалния анаеробен праг (IAT- първата инфлексна точка на лактатната крива), OBLA (начало на акумулиране на кръвния лактам) стъпалото, определено индивидуално ($H^{4} \text{ mmol.l}^{-1}$) и кореспондиращата скорост, втора инфлексна точка от лактатната крива (диференцирането ѝ и анализа, предложени от Павлова).

Резултати

Показателите лактам (mmol.l^{-1}) и скорост (m.s^{-1}) са оценявани за всяка 1000-метрова дистанция от прогресивния тест по бягане: ($X \pm SD$): (1-во стъпало) L1 -2.73 ± 1.16 , V1 -4.0 ± 0.07 ; (2-ро стъпало) L2 -3.2 ± 0.95 , V2 -4.49 ± 0.05 ; (3-то стъпало) L3 -5.03 ± 1.21 , V3 -5.00 ± 0.05 ; (4-то стъпало) L4 -6.43 ± 1.79 , V4 -5.38 ± 0.07 ; (5-то стъпало) L5 -8.36 ± 2.26 , V5 -5.73 ± 0.08 ; (OBLA стъпало) L -3.92 ± 0.23 , V -4.63 ± 0.40 ; (IAT) L -3.71 ± 0.99 , V -4.48 ± 0.20 ; (Втора инфлексна точка-лактат) L -6.28 ± 1.76 , V -5.32 ± 0.16 ; (най-доброто постижение на 1000 м дистанция) V -6.66 ± 0.16 . Скоростта при последното стъпало е 84-90% от максималната скорост, достигната от бегачите на дистанция 1000 метра. (табл. 1, 2).

Лактатната крива и двете инфлексни точки (прагове) върху нея и динамиката на сърдечната честота са показани на **фиг. 1, 2** при един бегач за илюстрация. (Съгласно Бонов взаимовръзката между сърдечната честота и акумулирането на лактата е подобна на тази между лактата и скоростта).

Дискусия и заключение

Разликата в скоростта между 1-та и 5-та дистанция варира от 37% до 44%. Тези промени в скоростта са свързани с много големи промени в кръвно-лактатния отговор (114%-259%) при последното стъпало, в сравнение с началното стъпало. Критичната скорост при OBLA варира от 4.17 m.s^{-1} до 5.39 m.s^{-1} . Това предполага, че определянето на критичната скорост (CV) при индивидуалния анаеробен праг е по-подходящо за препоръчване на тренировъчната интензивност.

Двете инфлексни точки се различават статистически значимо ($L - p < 0.05$; $V - p < 0.001$). Ролята на анаеробния лактатен метаболизъм в енергетич

Results

The indices lactate (mmol.l^{-1}) and velocity (m.s^{-1}) are evaluated for each 1000 m distance of the incremental running test (mean \pm SD) : (1 step) L1 -2.73 ± 1.16 , V1 -4.0 ± 0.07 ; (2 step) L2 -3.2 ± 0.95 , V2 -4.49 ± 0.05 ; (3 step) L3 -5.03 ± 1.21 , V3 -5.00 ± 0.05 ; (4 step) L4 -6.43 ± 1.79 , V4 -5.38 ± 0.07 ; (5 step) L5 -8.36 ± 2.26 , V5 -5.73 ± 0.08 ; (OBLA step) L -3.92 ± 0.23 , V -4.63 ± 0.40 ; (IAT) L -3.71 ± 0.99 , V -4.48 ± 0.20 ; (second L breakpoint – inflection) L -6.28 ± 1.76 , V -5.32 ± 0.16 ; (the best achievement of 1000 m D) V -6.66 ± 0.16 . The last velocity step is 84-90 % of the maximal velocity, achieved by runners in 1000 m distance (table 1, 2).

Lactate curve and two L breakpoints (threshold) on it and HR dynamics are shown on fig. 1,2 in one runner. (According to Bonov the relationship between heart rate

Таблица 1. Стойности на лактата и скоростта при стъпаловидния тест по бягане

Lactate and velocity values during five steps of the incremental running test

IRT стъпала	1	2	3	4	5
L.mmol.l ⁻¹					
Mean	2.73	3.2	5.03	6.43	8.36
SD	1.16	0.95	1.21	1.79	2.26
V.m.s ⁻¹					
Mean	4.0	4.49	5.0	5.38	5.38
SD	0.07	0.05	0.05	0.07	0.08

Таблица 2. Стойности на лактата и скоростта при IAT , OBLA, II инфлексна точка (LT), максимална скорост на бягане при дистанция 1000 м

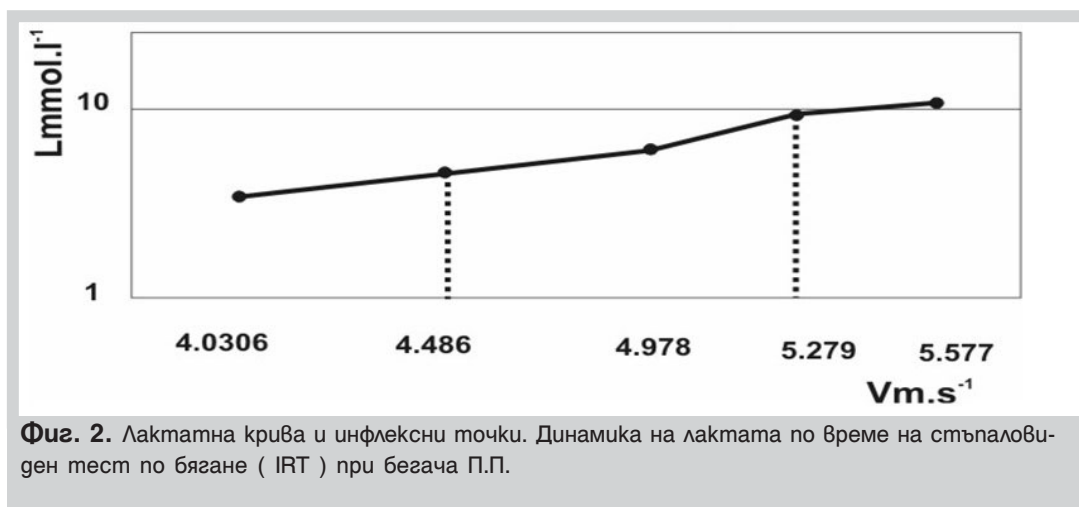
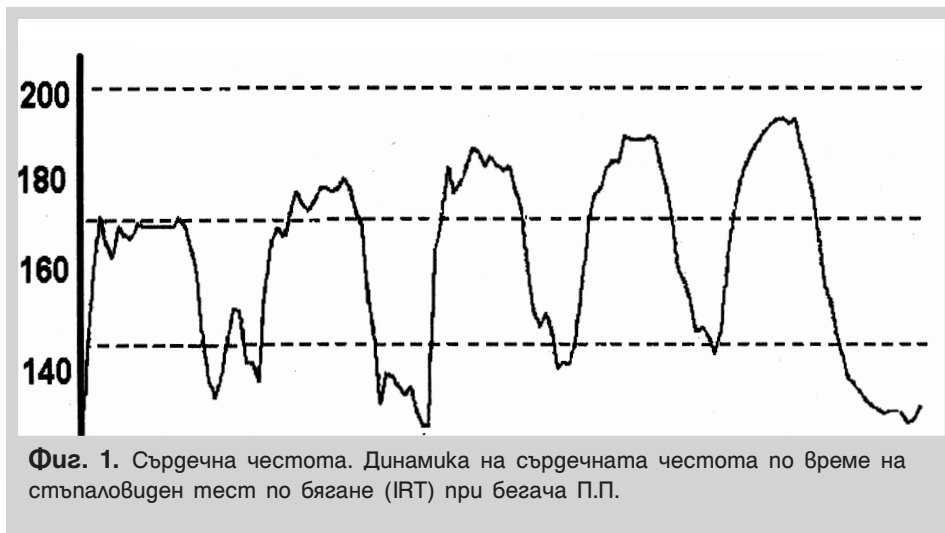
Lactate and velocity values at IAT, OBLA, second LT (second lactate breakpoint), Maximal runner velocity of 1000 m distance

	IAT	OBLA	II-ра инфл. точка- LT	1000 м дистанция
Lm.mol. ⁻¹				
Mean	3.71	3.92	6.28	
SD	0.99	0.23	1.76	
V m.s ⁻¹				
Mean	4.48	4.63	5.32	6.66
SD	0.20	0.40	0.16	0.16

and the build-up of lactate is similar to that of lactate/ speed).

Discussion and conclusions

The difference in speed between 1st and 5th distance (D) varied from 37 to 44 %. These velocity changes are



ното осигуряване се увеличава при поддържането на по-висока скорост на бягане, но процентното увеличение на стойностите на лактата показва индивидуални различия при бегачите, вероятно дължащо се на комбинирането на тяхната $VO_2 \max$ и икономичността им на бягане. Подобен графически подход въз основа на динамиката на лактата при прогресиращ тест на бягане позволява да бъдат диференцирани физиологични зони на адаптация със значително променлива анаеробна гликолитична активност. От данните на анализа би могло да се заключи, че индивидуалният анаеробен праг-транзиторното състояние на аеробно-анаеробния метаболизъм е важен, втората инфлексна точка на лактатната крива е по-сензитивна по отношение нивото на скоростта и постижението на лекоатлетите.

Литература

1. Bonov, P. New studies in athletics. 1991, 51-54.
2. Urhausen et al Int J Sports Med. 1993, 134 – 139.
3. Gruncharov. The Anaerobic Threshold, Sofia, 1997.
4. Wilmore et al. Physiology of Sport and Exercise. 1999, 196 – 203, 293 – 294.

connected with very big alterations in blood lactate response (114 – 295 %) at the last step compared to the initial step. The critical velocity (CV) at OBLA ranged from 4.17 to 5.39 $m.s^{-1}$. This suggested that the determination of critical velocity at individual anaerobic threshold (IAT) is more suitable for training intensity recommendation.

The two breakpoints differed significantly ($L - p < 0.05$; $V - p < 0.001$). The role of anaerobic lactate metabolism in energy supply increases in sustaining higher running speed, but the lactate value percentage augmentation shows individual differences in runners, probably due to the combination of their $VO_2 \max$ and running economy. A such graphically approach on the basis of L dynamics during incremental running test allows to be differentiated physiological zones of adaptation with significant changeable anaerobic glycolytic activity. From the data analysis it could be concluded that the IAT – transitional state of aerobic – anaerobic metabolism is important, but the second lactate breakpoint on the curve is more sensitive to the speed level and performance of track and field athletes.

Рецензент: доц. Апостол Славчев, доктор