

Original Article

The Role of Biochemical Tests and of New Methods in Training Monitoring at Performance Swimmers

Șalgău Silviu ^{1*}

¹“Vasile Alecsandri” University of Bacau, 157, Calea Mărășești, 600115, Romania

DOI: 10.29081/gsjesh.2017.18.2.04

Keywords: *training, blood, tests, method, anaerobic exercise*

Abstract

The blood tests represent the most precise currently used method, though not without certain traps. In this paper, we show some methods for blood testing, as well as other methods for estimating the training speeds, which require special equipment. The blood tests that determine the anaerobic threshold have something in common, since they measure the lactic acid concentration after each set of repetitions, when the intensity of the exercise is progressively increased. Our paper tries to answer the following questions: Do the methods of blood testing as well as other methods of estimating the exercise speeds represent a way of training the swimmers? Are the blood tests the optimal method used in the competitive swimming? Conclusions: We focused on the training of competitive swimmers because we consider there are a lot of people interested in getting the fundamental information about this age group, although most of coaches work with children.

1. Introduction

The blood tests can be used when one wants to improve the training in four ways: establishing the trainings speeds, recording the progress made during training, identifying the weak points of training programs and comparing the potential of one athlete with the one of another athlete aiming at superior results.

Performing an effective, high-intensity training, one needs a correct monitoring of the changes that occur at the level of aerobic and anaerobic capacities, as well as the supervision of training speeds; all these are achieved through some biochemical blood tests (Atko, 2005). Most coaches do not have at disposal the necessary equipment, funds, time and/or experience to use these biochemical blood tests. Therefore, one must find most practical methods.

Taking into account the increasing performance and aiming at better sports results, a large number of swimming specialists are looking for a more efficient classification/ configuration on all levels of the competitive swimmers (Bompa, 2002).

* E-mail: salgausilviu@yahoo.com, tel.+40744165134

2. Material and methods

The aim of this survey is identifying the methodological criteria and biochemical parameters which can be relatively easily measured in order to present accurate data. The main purpose of this paper is to study and analyse, from a methodological and biochemical point of view, the adaptation, compensation and overcompensation states for competitive swimmers.

While undergoing our research, we took into consideration the following assumptions:

- Are the blood tests as well as the assessment of exercise speeds a new way of training the swimmers?
- Do the biochemical blood tests represent the most significant method used nowadays in competitive swimming and do these influence the training?

The methods used for research in this paper were: the study of scientific bibliography, the observational method, the testing method and the statistical and data processing method. The blood tests and other methods of monitoring the training of swimmers appear in the biochemical applications of blood testing, as well as in other methods of estimating the exercise speeds which do not require special equipment (Tocitu, 2000).

The research was undertaken on a subject group during the training program for National Championship Senior + Junior between September 2016 and March 2017, benefitting from specialised assistance during testing. The locations for this survey were “Lia Manoliu” Sports Complex of Bucharest and the Olympic Swimming Pool of Bacau.

3. Results and Discussions

In order to establish the blood lactic acid level and the glycaemic index there were used the Blood Lactate Test Meter LACTATE PRO with Lactate Pro Test Strips and respectively the Blood Glucose Meter Accu-Check Performa Nano with Accu-Check Performa Test Strips.

The tests which determine the anaerobic threshold measure the lactic acid after a set of clock reps/repetitions at progressive speeds. The lactic acid levels depending on the swimming speed, as presented in Figure 1, show the results of one of the most well-known blood tests.

These results belong to athlete L.M. who swam 6 X 300 m Freestyle, being given 1 (one) minute break at each repetition. The time of the first repetition was determined so that it should lie way beneath the athlete’s anaerobic threshold. The times of the next reps decreased almost 5 seconds, and the last rep was performed at a fast pace. The blood sample was taken during break before the first repetition, but after warm-up. The lactic acid level (expressed in nmoles/L) from this blood sample is 1.00 (Tocitu, 2000).

Table 1. Results of a common blood test

Rest	3:50	3:45	3:38	3:32	3:25	3:22
- 1.0	- 1.5	- 1.5	- 2.0	- 3.2	- 6.2	- 9.6

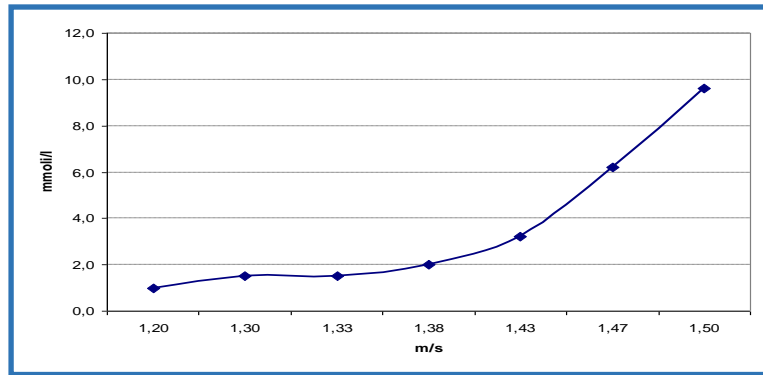


Figure 1. *The Lactic Acid Levels*

The next blood samples were taken after the first reps. The samples were taken at 1, 3, 5, 7 and 9 minutes after finishing the 6th repeat, to make sure that the highest concentration/level of lactic acid was detected. The lactic acid in muscles continues to disperse in the blood for a longer period of time after ending the high intensity effort until balance is re-established. Afterwards, the lactic acid in the blood decreases due to the reduction of acid from muscles. By using this method, coaches can be sure that they measured the highest level of lactic acid from the athlete's blood after exertion.

The achieved results, as presented in Figure 1, show that an increasing level of the blood lactate has not been detected from the first to the second repetition, although time has improved with almost 5 seconds. The speeds of these two reps were beneath the athlete's anaerobic threshold. In other words, they lie in the exertion area which tells that energy was produced anaerobically.

The lactate level grew between the second and the fourth repetition (1.5 to 3.2 nmoles/L). This growth indicates the overload of aerobic metabolism because the blood lactate accumulations were faster than its removal (Tocitu & Talaban, 1997). The athlete's anaerobic threshold was exceeded after the fourth repetition of 300 m on 3:32.00. In order to reach the anaerobic threshold, raising the speed between the third and the fourth repetition was required. The curve from the figure shows that the maximum lactate steady state was reached after the fourth rep. The curve indicates a slight raise till the fourth repetition, the lactate level slightly increases, after which a linear accentuated growth follows (the accumulation speed of the lactic acid is the highest).

In this case, we can estimate that the athlete's individual anaerobic threshold was reached at 300 m on 3:32.00, giving a speed of 1.42 m/s (300:212 seconds). In order to reach the threshold speed on 100 m, the necessary time is 1:10.50 (100:1.42 m/sec) or if it otherwise calculated 1:10.60 (212 seconds: 3= 1:10.60). The longer distances become the multiple of this basic speed. For example, the threshold speed on 400 m would be 4:42.40 (1:10.60X4).

The counted pace for different distances becomes the optimal speed for the training at the anaerobic threshold. The speeds can be adjusted when one aims at

basic endurance training by adding 2-4 seconds, and for the overload of strength training by subtracting 1-2 seconds. The minimum basic speed can be considered that speed expressed in metres/second at which the lactic acid concentration exceeds the rest level. The speed for the overload of the strength training will be approx. 1-2 nmoles/L over the level at which the anaerobic threshold is reached.

The biochemical tests should be run every three or four weeks in order to determine the new training pace (to demonstrate the progress during training) and to establish whether the athlete has improved his/her aerobic capacity. In Figure 2 we reveal the results of the blood test from Figure 1 and the results of the second test run four weeks later. We can notice that with each send-off the lactic acid level from the second test is lower than the one from the first test, though it is produced at relatively equal speeds. As a result, the velocity curve of the second test is lower and slightly drawn to the right, which reveals that the athlete's aerobic capacity has improved (Verchoshanski, 2009).

The athlete's ability to swim at equal speeds, but with a lower lactate concentration as in the case of the second test, shows that the energy produced by the aerobic metabolism is greater, whereas the energy produced anaerobically is reduced. Due to this improvement and consequently due to a slower progression of acidosis, the swimmer L.M. should tire/fatigue more slowly during these speed tests, as well as during all types of speed, including the contest speed.

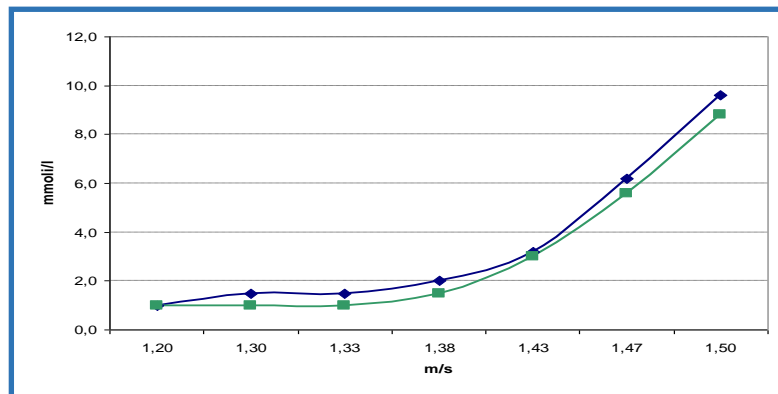


Figure 2. Results of two blood tests at a 4-week-interval

Table 2. Results of two blood tests at a 4-week-interval

Test 1	Resting	3:50	3:45	3:38	3:32	3:25	3:22
	- 1.0	- 1.5	- 1.5	- 2.0	- 3.2	- 6.2	- 9.6
Test 2	Resting	3:44	3:39	3:31	3:25	3:20	3:16
	- 1.0	- 1.0	- 1.0	- 1.5	- 3.0	- 5.6	- 8.8

The swimmer L.M. should have as target higher speed levels for all three stages of endurance training when the lactate velocity curve is drawn to the right, in

this case he applies the progress principle. The results of the second test reveal that the new threshold speed will be 1.46 m/s, or 1:08.5 on 100 m (3:25.5: 3). Thereby, the athlete L.M. will no longer overload the aerobic metabolism if he continues to swim at a threshold speed of 1.42 m/s.

This type of testing demonstrates that, when the athlete is ready, he should train faster. The progress is achieved in a safer and more effective way, but one should take into account the athlete's ability to adapt physiologically to the training requirements. The biochemical test is used to assess the changes of the aerobic capacity and to determine the training speeds.

The use of biochemical tests emphasizes the improvement of training sessions by: (1) determining the training speeds; (2) recording the progress during training; (3) identifying the weak points of training programs and (4) comparing one athlete's potential with another athlete's potential regarding the achievement of superior performance.

While monitoring the training session it is very important the so-called "the test of the two speeds" in order to determine the swimming speed of 4 mmoles/L. This test was applied on athlete L.M. and it was run through two timed repeats of 400 m, having 20 second rest between them. In the first repeat the athlete swam at 85-90 % of maximum speed, therefore, the lactate concentration exceeded the one of 4 mmoles/L. In the second repeat the athlete swam at maximal exertion. The blood samples were taken during the rest break, every 2 minutes over 9 to 11 minutes, so that the maximal lactate concentration should be determined. The results of the test are shown in Figure 3.

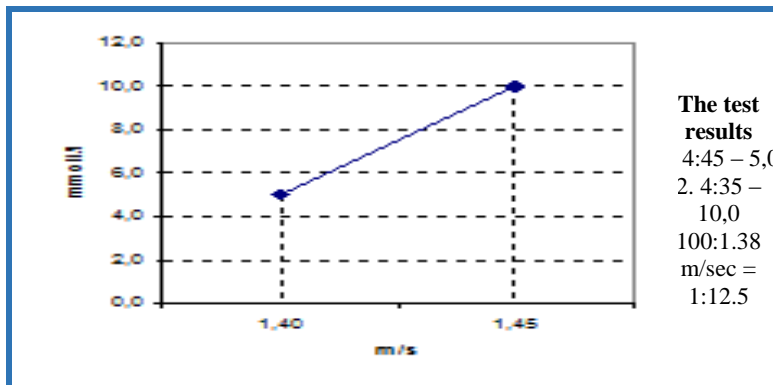


Figure 3. *The results of the two speeds test*

By using this method one can approximate the speed at which the athlete's maximum lactate steady state can be reached that ultimately leads to an effective endurance training. The individual anaerobic thresholds can vary between 1.3 to 6.8 mmoles. The results of research have shown that the threshold of 4 mmoles/L approximates the individual anaerobic threshold.

Another method of establishing the individual anaerobic threshold, through which one can determine the optimal speeds for endurance training, is the so-called

the maximum lactate steady state – max Lass – (it refers to the maximal lactate level and to the maximum training speed that can be maintained at least 30 minutes).

The subject L.M. was submitted to the test of producing a high level of lactic acid by swimming 5 repeats of 300 m at a progressive speed. The athlete swam first two maximal repeats on 50 m having 10 second rest between them. A blood sample was taken 8 minutes after the second repeat. The lactate level of that sample was used as a starting point (9.6 mmol/L) for the repeats on 300 m. Then the repeat 5 X 300 m was swum progressively.

The first repeat was swum at low speed and time was improved almost 5 seconds with each repeat. Blood samples were taken immediately after each repeat on 300 m.

Table 3. Results of the test

Before start	3:45	3:40	3:35	3:30	3:25
9,6	7,0	5,0	3,6	4,8	7,0

100:1.40 = 1:11.4

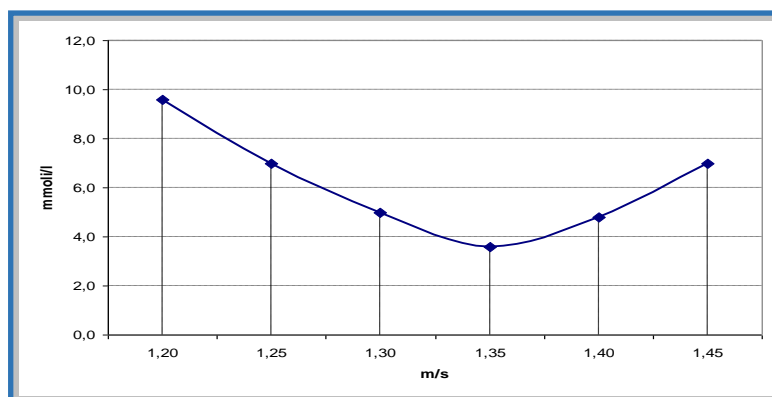


Figure 4. Results of the test

The result of this method is drawn through the vertical dotted line at a speed of 1,4 m/s. Since the blood lactate has increased from 3.6 to 4.8 mmol/L after the fourth repeat, this proves that the progression speed of the lactic acid exceeded the removal speed.

Experience reveals that the test with progressive repeats on 300 m requires fewer corrections when one tries to determine the training speeds on other distances: 50 and 100 m which generally have to be swum approx. 1-2 seconds faster than the speed on 100 m which was calculated on the repeats of 300 m. 800 m and longer distances should be swum 1-2 seconds slower than the determined speed on 100 m (Dragnea & Mate-Teodorescu, 2002).

Other protocols of excellent blood tests refer to the swimming of some repeats of 8x100, 8x200 and 6x400 m. These protocols reveal a mild lactate

velocity curve which represents the training state both aerobically and anaerobically.

For our research the athlete L.M. was submitted to the protocol of 8x100m:

- He swam 3x100 m on 1 minute interval between each repeat at 75% intensity. He rested for 3 minutes. A blood sample was taken between the second minute and the third.

- He swam 2x100 m on 1 minute interval between each repeat at 85% intensity. He rested for 4 minutes. A blood sample was taken between the third minute and the fourth.

- He swam 1x100 m at 90% intensity. He rested for 6 minutes. A blood sample was taken between the fourth and the fifth minute.

- He swam 1x100 m at 95% intensity. He rested for 20 minutes. A blood sample was taken between the fifth and the sixth minute.

- He swam 1x100 m at 100% intensity. A blood sample was taken between the fifth and the sixth minute.

After conducting this experiment, we can say that each attempt of determining the training speeds through blood tests must be followed by verification procedures in which the athlete has to swim some long sets of repeats at the determined threshold speed. The repeats should be between 2500 m and 4000 m.

When the curve is drawn to the left as the consequence of a later test in Figure 5, the athlete's times were almost equal at each repeat after the second test as compared to the first test. Nevertheless, the lactic acid levels were considerably higher. If the level of the lactic acid increases without a corresponding growth of the swimming speed, this shows that the aerobic capacity has worsened. A smaller amount of energy is produced through anaerobic metabolism, and the anaerobic metabolism is more involved in producing the necessary energy even at lower speeds (Maglischo, 1982, p. 312). This will make the athlete fatigue sooner/earlier in contest events.

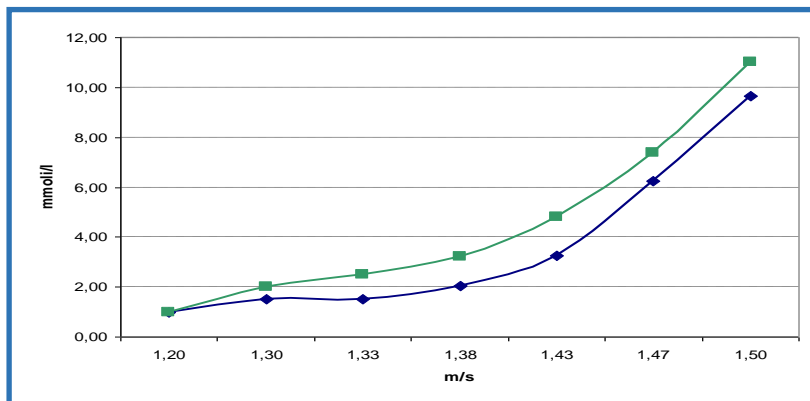


Figure 5. *The lactate velocity curve indicates a decrease of aerobic capacity*

Table 5. *The lactate velocity curve indicates a decrease of aerobic capacity*

Test 1	Resting	3:50	3:45	3:38	3:31	3:25	3:21
	- 1.0	- 1.51	- 1.52	- 2.03	- 3.24	- 6.25	- 9.66
Test 2	Resting	3:50	3:45	3:38	3:31	3:25	3:22
	- 1.0	- 2.0	- 2.5	- 3.2	- 4.8	- 7.4	- 11.0

The training deficits can be discovered by comparing the form of the lactate velocity curve from one test to another.

The ultimate goal of lactate velocity curves is to compare the swimmer's future performance with the one of another swimmer assuming that a swimmer that swims faster with a lower lactate level, should swim faster during contest, too. (Verchoshanski, 2009).

Discussions

It has previously been reported that peak blood lactate concentrations occur when competing in main competitions (Bonifazi, Sardella & Lupo, 2000), therefore the findings from this study are likely to accurately reflect the responses of swimmers during major competitions.

Our study confirmed a previous observed situation, in which the estimated anaerobic contributions to maximal exercise are inversely related to exercise duration (Gastin, 2001).

There are evidences that an active recovery performed at the speed associated with the lactate threshold was more effective for reducing blood lactate concentration compared with speeds above or below the lactate threshold (Greenwood, Moses, Bernardino, Gaesser, & Weltman, 2008).

Our study reveals there is a close connection between the athlete's performance and the fixed/individual anaerobic threshold, this connection confirms 80% of the future performance for 400m and longer distances events, and almost 60% for 100m and 200m events. The anaerobic tests are necessary because the decreased anaerobic work capacity can be devastating for the swimmers of 400m or shorter distance events. Kindermann and Keul (1977) reported the highest blood lactate following 400–800 m sprint running, which is equivalent in duration to 100–200 m events for high performance swimmers. It is estimated that 35–60% of the energy supplied for events of this duration comes from glycolysis (Wells, Selvadurai & Tein, 2001) and as expected substantial blood lactate accumulation occurs during these events.

The best method of monitoring the anaerobic capacity is to measure the maximum lactate after a contest event. If lower levels add up to weak performance, the swimmer might be over trained (on the condition that the event was swum at maximum effort). A certain decrease of anaerobic work capacity comes as a consequence to many endurance training sessions which are required when improving the anaerobic capacity, but the athlete's capacity to use the anaerobic ATP should appear during pre-competitive training (Atko, 2005).

4. Conclusions

1. The biochemical blood tests represent the most precise method of monitoring the swimmers' performance.

2. The tests of determining the anaerobic threshold measure the lactic acid concentration at a set of timed repeats swum at progressive speeds.

3. The biochemical tests should be run three or four weeks in order to establish new training paces and to determine whether the athlete has improved his/her aerobic capacity.

4. The biochemical tests can be used through their improvement of the training sessions in four ways by: (1) determining the training speed; (2) recording the progress during training; (3) identifying the weak points of training programs and (4) comparing one athlete's potential with another athlete's potential regarding the achievement of superior performance.

5. Nowadays there is no method of establishing the individual anaerobic threshold which shows 100% precision. All tests described offer only reasonable approximations.

6. One has to be very cautious when running blood tests for the identification of individual anaerobic threshold.

References

1. ATKO, V. (2005). *Mecanismul adaptării și antrenamentului. Teoria antrenamentului*, București: SDP collection MTS-CCPS, 359-361;
2. BOMPA, T. (2002). *Periodicizarea: Teoria și metodologia antrenamentului*, București: Ministerul Tineretului și Sportului, Școala Națională de Antrenori C.N.F.P.A., Romania;
3. BONIFAZI M, SARDELLA F, & LUPO C. (2000). Preparatory versus main competitions: differences in performances, lactate responses and pre-competition plasma cortisol concentrations in elite male swimmers. *European Journal of Applied Physiology* 82, 368–373;
4. DRAGNEA, C. A., & MATE-TEODORESCU, S. (2002). *Teoria sportului*, București, Romania: Editura FEST;
5. GASTIN P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31, 725–741;
6. GREENWOOD, J., MOSES G., BERNARDINO, F., GAESSER, G., & WELTMAN, A. (2008). Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. *Journal of Sports Sciences*, 26, 29–34.
7. KINDERMANN, W., & KEUL, J. (1977). Lactate acidosis with different forms of sports activities. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 2, 177–182.
8. MAGLISCHO, E. W. (1982). *Swimming faster*. California: Mayfield Publishing Company;
9. TOCITU, D. (2000). *Echilibrul acido-bazic la sportivii de inalta performanta. Aspecte biochimice in controlul si dirijarea antrenamentului*

sportiv, Teza de doctorat, Universitatea din București, Facultatea de Biologie;

10. TOCITU, D., & TALABAN, D. (1997). Adaptări biochimice generate de fenomenele de compensare, supracompensare și super-supracompensare, *Știința Sportului*, 6, 49-57;
11. VERCHOSHANSKI, I. (2009). Prioritatea aspectului biologic în teoria antrenamentului, *Leistungssport* 21, 143;
12. WELLS G., SELVADURAI, H., & TEIN I. (2009). Bioenergetic provision of energy for muscular activity. *Paediatric Respiratory Revue*, 10, 83–90.

Rolul Testelor Biochimice și a Metodelor Noi de Monitorizare a Antrenamentului la Înotătorii de Performanță

Șalgău Silviu ¹

¹Universitatea "Vasile Alecsandri" din Bacău, Calea Mărășești 157,600115, Romania

Cuvinte cheie: *antrenament, sânge, teste, metodă, efort anaerob.*

Abstract

Testele de sânge reprezintă metoda cea mai precisă, folosită în prezent, cu toate că nu este lipsită de capcane. În conținutul lucrării mele voi prezenta câteva metode de testare a sângelui, precum și alte metode de estimare a vitezelor de antrenament, care nu necesită un echipament special. Realizarea acestei lucrări are la bază următoarele ipoteze: Reprezintă metode de testare a sângelui ca și alte metode de estimare a vitezei în antrenament o formă de pregătire a înotătorilor ? Testele de sânge reprezintă metoda ideală folosită în prezent în înotul de performanță? Concluzii: Lucrarea are la bază pregătirea înotătorilor de performanță, deoarece consider că sunt mai mulți doritori de cunoștințe fundamentale la acest nivel, chiar dacă cei ce lucrează la nivel de copii sunt mult mai mulți.

1. Introducere

Testele de sânge pot fi folosite la îmbunătățirea antrenamentelor în patru moduri: stabilirea vitezelor de antrenament, înregistrarea progresului din antrenament, diagnosticarea părților slabe ale programelor de antrenament și compararea potențialului unui sportiv cu cel al altui sportiv privind atingerea unor performanțe superioare.

Efectuarea unui antrenament de rezistență eficient, necesită o monitorizare exactă a schimbărilor survenite la nivelul capacității aerobe și anaerobe, ca și o controlare atentă a vitezelor de antrenament, aceasta realizându-se prin intermediul unor teste biochimice de sânge (Atko, 2005). Majoritatea antrenorilor nu dispun de echipament, fonduri, timp sau experiență, pentru a folosi testele biochimice de sânge. Din această cauză, trebuie găsite metode mai practice.

Având în vedere creșterea performanței și obținerea unor rezultate sportive mai bune, o mare parte a specialiștilor din domeniul disciplinei înot caută o structurare cât mai eficientă pe toate planurile la nivelul înotătorilor de performanță (Bompa, 2002).

2. Material și metode

Scopul acestei cercetări este de a identifica criteriile metodologice și parametrii biochimici care pot fi măsurați relativ ușor în vederea prezentării unor date precise a acestor stări.

Obiectivul urmărit este acela de a studia și caracteriza din punct de vedere metodologic și biochimic stările de adaptare, compensare și supracompensare la înotătorii de performanță.

În realizarea cercetării s-au avut în vedere următoarele ipoteze:

- metodele de testare a sângelui ca și alte metode de estimare a vitezei în antrenament, reprezintă o formă de pregătire modernă a înotătorilor?
- testele biochimice de sânge reprezintă metoda cea mai semnificativă folosită în prezent în înotul de performanță cu implicații asupra antrenamentului?

Teste de sânge și alte metode de monitorizare ale antrenamentului la înotători sunt reprezentate prin aplicațiile biochimice de testare a sângelui, ca și alte metode de estimare a vitezelor de antrenament, care nu necesită un echipament special (Tocitu, 2000).

Cercetarea s-a desfășurat pe un grup de subiecți, în cadrul antrenamentelor pentru Campionatele Naționale de seniori și juniori în perioada septembrie 2016 – martie 2017, beneficiind de asistență specializată în cadrul testărilor. Locațiile folosite au fost bazinul din cadrul Complexului Sportiv „Lia Manoliu” din București și Bazinul Olimpic din Bacău.

Metodele de cercetare utilizate au fost: studiul bibliografiei, metoda observației, metoda testărilor, metoda prelucrării statistico-matemetică a datelor.

3. Rezultate și discuții

Pentru determinarea acidului lactic din sânge s-a utilizat analizatorul portabil al acidului lactic LACTATE PRO cu lamelele de testare Lactate Pro Test Strip, iar pentru determinarea glicemiei s-a folosit analizatorul portabil al glicemiei Glucometru Accu-Chek Performa Nano cu lamelele de testare Accu-Chek Performa.

Testele de localizare a pragului anaerob măsoară concentrația de acid lactic la o serie de repetări cronometrate, înotate la viteze progresive. Concentrația de lactat în funcție de viteza de înot, prezentată în Figura 1, arată rezultatele unuia dintre cele mai des folosite teste de sânge.

Aceste rezultate au fost obținute pe sportivul L.M. care a înotat de 6 X 300 m liber, cu o pauză de 1 minut între fiecare repetare. Timpul primei repetări a fost astfel stabilit încât să se afle mult sub pragul anaerob al sportivului. Timpii următoarelor repetări au fost reduși cu aproximativ 5 secunde, iar ultima repetare s-a făcut la un efort maximal. Mostra de sânge s-a recoltat în repaus, înainte de prima repetare, dar după încălzire. Concentrația de acid lactic (exprimată în mmoli/l) din această mostră de sânge este 1,00 (Tocitu, 2000).

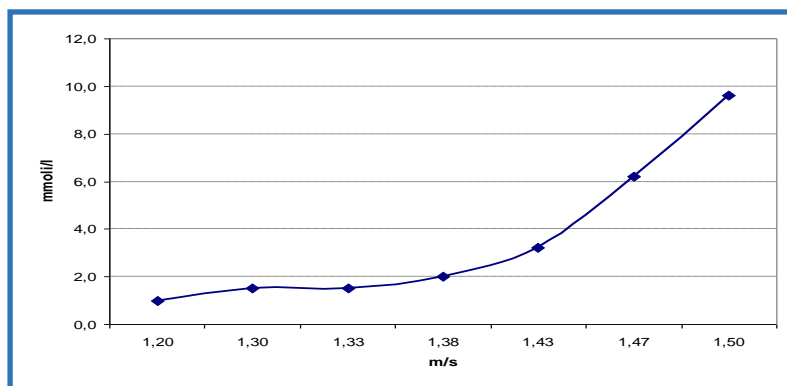


Figura 1. Concentrația de acid lactic

Tabelul 1. Rezultatele unui test tipic de sânge

Repaus	3:50	3:45	3:38	3:32	3:25	3:22
- 1.0	- 1.5	- 1.5	- 2.0	- 3.2	- 6.2	- 9.6

Următoarele mostre de sânge au fost recoltate după primele 5 repetări. Au fost recoltate mostre la 1, 3, 5, 7 și 9 minute după terminarea celei de-a șasea repetări, pentru a se asigura că a fost detectată concentrația maximă de acid lactic. Acidul lactic muscular continuă să difuzeze în sânge, timp de mai multe minute, după terminarea unui efort maximal, până la instalarea un echilibru. După aceea, acidul lactic din sânge scade datorită scăderii cantității de acid, care iese din mușchi. Prin utilizarea acestui procedeu, antrenorii pot fi siguri, că a măsurat concentrația maximă de acid lactic, din sângele sportivului, după efort.

Rezultatele obținute, prezentate în Figura 1, arată că nu s-a înregistrat o creștere a lactatului sanguin de la prima la a doua repetare, cu toate că timpul s-a îmbunătățit cu 5 secunde. Vitezele acestor două repetări s-au aflat sub pragul anaerob al sportivului. Cu alte cuvinte, ele se aflau în zona de efort, în care energia a fost furnizată pe cale aerobă.

Lactatul a crescut între a doua și a patra repetare (1.5 la 3.2 mmol/l). Această creștere arată că, metabolismul aerob a devenit supraîncărcat, datorită faptului că acumulările de lactat din sânge au fost mai rapide decât îndepărtarea acestuia (Tocitu & Talaban, 1997). Pragul anaerob al sportivului a fost depășit, după cea de-a patra repetare, la o viteză de 3:32.00 pe 300 m. Pentru atingerea pragului anaerob a fost necesară o mărire a vitezei între a treia și a patra repetare. Graficul arată că lactatul maxim stabil a fost atins după cea de-a patra repetare. Linia a prezentat o creștere ușoară până la a patra repetare lactatul are o creștere ușoară, după care, s-a înregistrat o creștere liniară accentuată (viteza de acumulare a acidului lactic este maximală).

În acest caz se poate aprecia că pragul anaerob individual al sportivului a fost atins la 3:32.00 pentru distanța de 300 m, rezultând o viteză de 1.42 m/sec (300:212 secunde). Pentru atingerea vitezei de prag pe distanța de 100 m timpul necesar este

1:10.50 (100:1.42 m/sec) sau altfel calculat 1:10.60 (212 secunde: 3= 1:10.60). Distanțele mai lungi devin un multiplu al acestei viteze de bază. De exemplu, viteza de prag a distanței de 400 m ar fi 4:42.40 (1:10.60X4).

Ritmul calculat pentru diferite distanțe devine viteza optimă pentru antrenamentul la pragul anaerob. Vitezele pot fi ajustate pentru antrenamentul rezistenței de bază adăugând 2-4 secunde, iar pentru rezistența cu supraîncărcare, scăzând 1-2 secunde. Viteza minimă pentru rezistența de bază, poate fi considerată, acea viteză exprimată în metri/secunde, la care concentrația de acid lactic crește peste nivelul de repaus. Viteza, pentru antrenamentul de rezistență cu supraîncărcare va fi cu aproximativ 1-2 mmoli/l peste concentrația, la care se produce pragul anaerob.

Testele biochimice ar trebui făcute, tot la trei sau patru săptămâni pentru a stabili ritmuri noi de antrenament (a demonstra progresul în antrenament) și pentru a determina dacă sportivul și-a îmbunătățit capacitatea aerobă. În Figura 2 sunt prezentate rezultatele testului de sânge din Figura 1 și cele ale unui al doilea test, făcut cu patru săptămâni mai târziu. Se observă că, la fiecare repetare concentrația de lactat, la al doilea test, este mai scăzută, la viteze relativ egale, față de primul test. Ca urmare, curba de viteză al celui de-al doilea test este mai joasă și ușor deplasată spre dreapta, ceea ce demonstrează că s-a îmbunătățit capacitatea aerobă a sportivului (Verchoshanski, 2009).

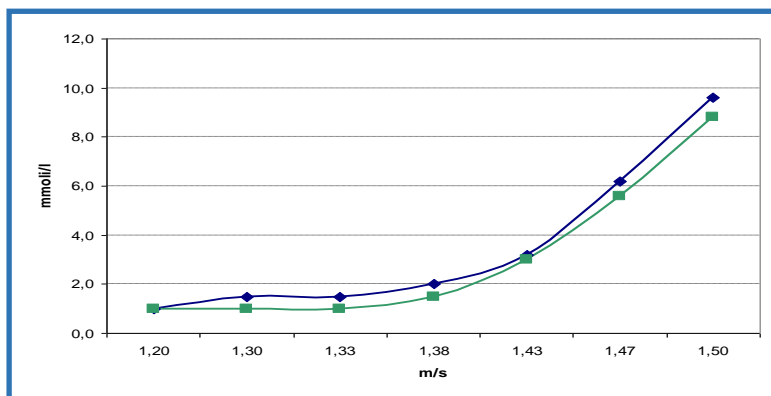


Figura 2. Rezultatele a două teste de sânge efectuate la 4 săptămâni distanță

Tabelul 2. Rezultatele a două teste de sânge efectuate la 4 săptămâni distanță

Test 1	Repaus	3:50	3:45	3:38	3:32	3:25	3:22
	- 1.0	- 1.5	- 1.5	- 2.0	- 3.2	- 6.2	- 9.6
Test 2	Repaus	3:44	3:39	3:31	3:25	3:20	3:16
	- 1.0	- 1.0	- 1.0	- 1.5	- 3.0	- 5.6	- 8.8

Capacitatea sportivului de a înota cu aceleași viteze, dar cu o concentrație de lactat mai mică, în cazul celui de-al doilea test, arată că, energia furnizată de

metabolismul aerob este mai mare, iar energia furnizată anaerob scade. Datorită acestor îmbunătățiri, înotătorul L.M. ar trebui să obosească mai încet, ca urmare a avansării mai lente a acidozei, la aceste teste de viteză, cât și la toate vitezele, incluzând și viteza de concurs.

Înotătorul L.M. ar trebui să-și stabilească valori mai mari ale vitezelor, pentru toate cele trei nivele ale antrenamentului de rezistență, atunci când curba vitezei de lactat se mută la dreapta, aplicând deci, principiul progresivității. Rezultatele celui de-al doilea test ne arată că, noua viteză de prag va fi la 1.46 m/sec, sau 1:08.5 pentru 100 m (3:25.5: 3). Astfel sportivul L.M. nu va mai supraîncărca metabolismul aerob, dacă el continuă să înoate la o viteză de prag de 1.42 m/sec.

Acest tip de testare demonstrează că atunci când sportivul este pregătit trebuie să se antreneze mai repede. Progresivitatea se realizează, ținând cont de capacitatea sportivului de a se adapta din punct de vedere fiziologic la cerințele antrenamentului, într-un mod mai eficient și mai sigur. Testul biochimic este utilizat pentru a evalua schimbările la nivelul capacității aerobe și de a stabili vitezele de antrenament.

Folosirea testelor biochimice evidențiază îmbunătățirea antrenamentelor prin: (1) stabilirea vitezelor de antrenament; (2) înregistrarea progresului din antrenament; (3) diagnosticarea părților slabe ale programelor de antrenament și (4) compararea potențialului unui sportiv cu cel al altuia, în ceea ce privește atingerea unor performanțe superioare.

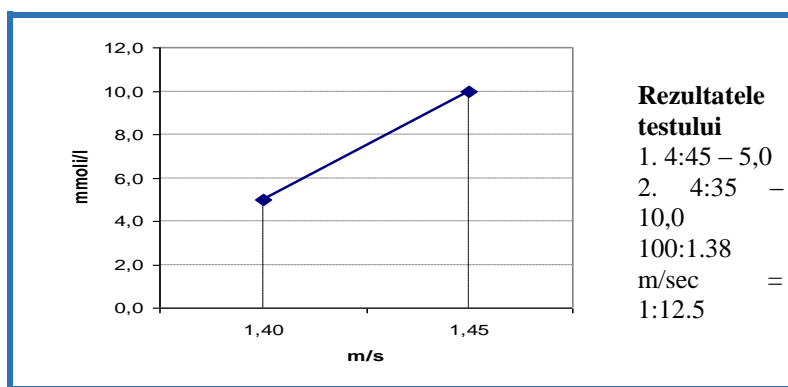


Figura 3. Rezultatele testului celor două viteze

Reprezentativ în monitorizarea antrenamentului îl reprezintă așa numitul „test al celor două viteze”, pentru a stabili viteza de înot corespunzătoare pragului de 4 mmol/l. Acest test fiind aplicat sportivului L.M. s-a concretizat prin două repetări cronometrate de 400 m, cu o pauză de 20 de secunde între ele.

Prima s-a înotat la 85-90 % din viteza maximă, astfel că, concentrația de lactat a depășit-o pe cea de 4 mmol/l. A doua repetare s-a înotat la un efort maxim. Mostrele de sânge au fost luate, în timpul pauzei de odihnă, din 2 în 2 minute timp de 9 până la 11 minute, astfel încât concentrația maximă de lactat să poată fi stabilă. Rezultatele testului sunt arătate în Figura 3.

Prin utilizarea acestei metode se poate aproxima viteza la care se realizează starea maximă stabilă de lactat a sportivului care să conducă la un antrenament eficient de rezistență. Pragurile individuale anaerobe pot varia între 1.3 până la 6.8 mmoli.

Rezultatele cercetării au arătat că pragul de 4 mmoli/l, aproximează pragul individual anaerob.

O altă metodă pentru stabilirea pragului individual anaerob, prin care se pot determina vitezele optime pentru antrenamentul de rezistență, este denumită stare maximă stabilă de lactat – Maxlass - (se referă la concentrația maximă de lactat și la viteza maximă de antrenament care poate fi menținută timp de minimum 30 min.)

Subiectul L.M. supus testului producerii unui nivel ridicat de acid lactic prin înotarea a 5 serii de 300 m cu o viteză progresivă.

Sportivul a înotat mai întâi 2 serii maximale pe 50 m, cu o pauză de 10 secunde între ele. A fost recoltată o mostră de sânge după 8 minute, de la terminarea celei de-a doua serii. Concentrația de lactat a acestei mostre a fost folosită ca valoare de plecare (9.6 mmoli/l), pentru seria de repetări pe distanța de 300 m. Apoi o serie de 5 X 300 m a fost înotată în mod progresiv.

Prima serie a fost înotată la o viteză mică, iar timpul a fost îmbunătățit cu câte 5 secunde la fiecare repetare. Mostre de sânge au fost recoltate imediat după fiecare repetare de 300 m.

Tabelul 3. Rezultatele testului

Înainte de începere	3:45	3:40	3:35	3:30	3:25
9,6	7,0	5,0	3,6	4,8	7,0

100:1.40 = 1:11.4

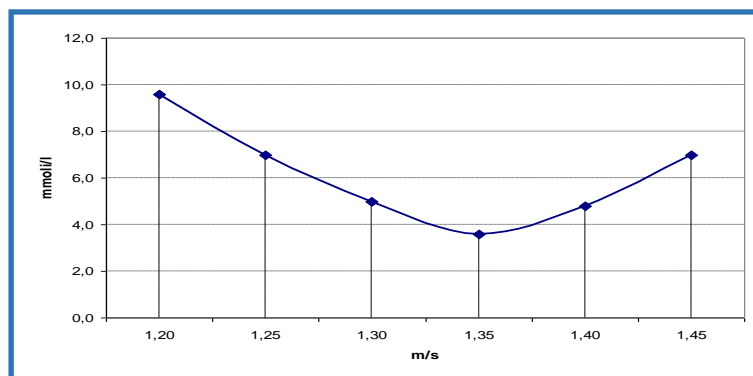


Figura 4. Rezultatele testului

Rezultatul aplicării metodei este reprezentată prin linia punctată, verticală, la o viteză de 1,4 m/sec. Faptul că, lactatul sanguin a crescut de la 3.6 la 4.8 mmoli/l, după a patra repetare, reflectă că viteza de intrare a acidului lactic a depășit-o pe cea de îndepărtare, în acest punct.

Experiența arată că testul cu repetările progresive de 300 m, necesită mai puține corecturi, în stabilirea vitezelor de antrenament, pentru alte distanțe: 50 și

100 m care trebuie înotate în general cu aproximativ 1-2 secunde mai repede, decât viteza pe 100 m, calculată din repetările de 300 m. Distanțe de 800 m și mai lungi ar trebui înotate cu 1-2 secunde mai încet decât viteza stabilită pe 100 m (Dragnea & Mate-Teodorescu, 2002).

Alte protocoale de teste de sânge excelente presupun înotarea unor serii de 8x100, 8x200 și 6x400 m. Aceste protocoale evidențiază o curbă de viteză – lactat lină, care reprezintă starea antrenamentului, atât din punct de vedere aerob cât și anaerob.

În cadrul cercetării, sportivului L.M. i s-a aplicat protocolul 8 x 100

- A înotat de 3x100 m cu un minut pauză între fiecare, la o intensitate de 75%. S-a odihnit 3 minute. S-a luat o mostră de sânge între minutul 2 și 3.
- A înotat de 2x100 m cu 1 minut pauză între fiecare, la un efort de 85%. S-a odihnit 4 minute. S-a luat o mostră de sânge între minutul 3 și 4.
- A înotat de 1x100 m la un efort de 90%. S-a odihnit 6 minute. S-a luat o mostră de sânge între minutul 4 și 5.
- A înotat de 1x100 m la un efort de 95%. S-a odihnit 20 minute. S-a luat o mostră de sânge între minutul 5 și 6.
- A înotat de 1x100 m la un efort de 100%. S-a luat o mostră de sânge între minutul 5 și 6.

Din experiment a rezultat că orice încercare de stabilire a vitezelor de antrenament, prin teste de sânge, trebuie urmate de teste de verificare, în care sportivul să înoate la viteza de prag, stabilită, câteva serii lungi de repetări. Seriile de repetări trebuie să fie de 2500m până la 4000m.

Atunci când curba se deplasează spre stânga, în urma unui test ulterior. În Figura 5, timpii înotătorului au fost aproape egali, la fiecare repetare, la cel de-al doilea test în comparație cu primul. Cu toate acestea, concentrațiile acidului lactic au fost considerabil mai ridicate. Dacă concentrația de acid lactic se mărește fără o creștere corespunzătoare a vitezei de înot, aceasta arată că, capacitatea aerobă s-a înrăutățit.

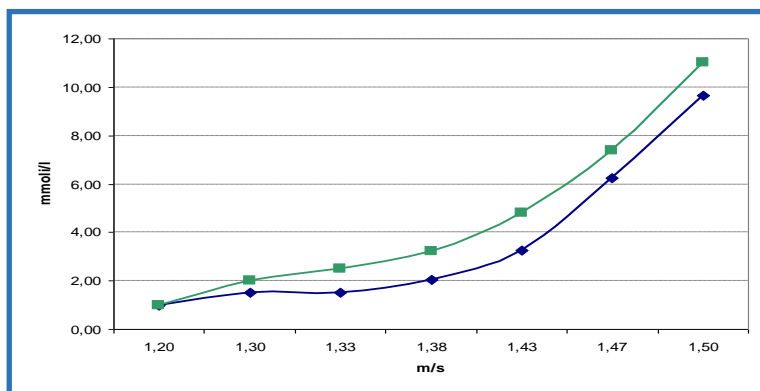


Figura 5. O curbă viteză – lactat, care indică o scădere a capacității aerobe

O mai mică cantitate de energie este furnizată prin metabolismul aerob, iar metabolismul anaerob se implică mai mult în furnizarea energiei necesare, chiar și

la viteze mai mici (Maglischo, 1982, p. 312). Acest lucru, îl va face pe sportiv să obosească mai repede (mai devreme) în probele de concurs.

Tabelul 5. Valori ale lactatului funcție de viteză

Test 1	Repaus	3:50	3:45	3:38	3:31	3:25	3:21
	- 1.0	- 1.51	- 1.52	- 2.03	- 3.24	- 6.25	- 9.66
Test 2	Repaus	3:50	3:45	3:38	3:31	3:25	3:22
	- 1.0	- 2.0	- 2.5	- 3.2	- 4.8	- 7.4	- 11.0

Deficiențele din antrenament pot fi descoperite, prin compararea formei curbei de viteză-lactat de la un test la altul.

Scopul final al curbelor de viteză-lactat este de a compara performanțele viitoare ale unui înotător, cu cele ale altuia, presupunând că, un înotător care înoată mai repede, cu un nivel al lactatului mai scăzut, ar trebui să fie mai rapid și la concurs (Verchoshanski, 2009).

Discuții

Cercetările anterioare au evidențiat valori maxime ale concentrațiilor de lactat în cazul participărilor la competițiile mari (Bonifazi, Sardella & Lupo, 2000), iar studiul nostru reflectă cu acuratețe situația existentă în cazul înotătorilor de performanță.

De asemenea, cercetarea de față confirmă și o situație consemnată anterior în literatură, și anume că contribuția anaerobică în cadrul unui exercițiu este invers proporțională cu durata acestuia (Gastin, 2001).

Există evidențe că o recuperare activă efectuată la viteza asociată pragului de lactat a fost mult mai eficientă în reducerea concentrației de lactat din sânge comparativ cu recuperările efectuate la viteze inferioare sau superioare acestui prag (Greenwood, Moses, Bernardino, Gaesser, & Weltman, 2008).

Studiul de față a arătat că relația dintre performanța sportivului și pragul anaerob fix sau individual, este strânsă, ea justificând performanțele viitoare în proporție de 80% în cazul probelor de 400 m și mai lungi, și în proporție de 60% în cazul probelor de 100 m și 200 m.

Testele anaerobe sunt necesare, deoarece scăderi ale capacității anaerobe pot devastatoare pentru înotători ai probelor de 400 m și mai scurte. Kindermann and Keul (1977) au arătat că cea mai mare concentrație de lactat din sânge apare la proba de sprint 400-800m, echivalentă ca durată cu probele de 100-200m de la înotătorii de performanță.

Se estimează că 35%-60% din energia necesară acestor eforturi provine din glicoliză (Wells, Selvadurai & Tein, 2001) și, așa cum este de așteptat, se acumulează o cantitate mare de lactat.

Cea mai bună metodă de monitorizare a capacității anaerobe, este de a măsura lactatul maximal, după o probă de concurs. Dacă valori scăzute sunt cuplate cu performanțe slabe, înotătorul poate fi supraantrenat (cu condiția, desigur, că proba a fost înotată la un efort maximal). O anumită scădere a capacității anaerobe, este consecința unui volum mărit de rezistență, necesar îmbunătățirii capacității

anaerobe, dar capacitatea unui sportiv de a consuma ATP-ul anaerob, ar trebui să revină în timpul îngustării (Atko, (2005).

4. Concluzii

1. Testele biochimice de sânge reprezintă metoda cea mai precisă metodă pentru monitorizarea performanțelor înotătorilor.

2. Testele de localizare a pragului anaerob măsoară concentrația de acid lactic la o serie de repetări cronometrate, înotate la viteze progresive.

3. Testele biochimice trebuie făcute la 3 sau 4 săptămâni pentru a stabili ritmuri noi de antrenament și pentru a determina dacă sportivul și-a îmbunătățit capacitatea aerobă.

4. Testele biochimice pot fi folosite la îmbunătățirea antrenamentelor în patru moduri: (1) a stabili vitezele de antrenament; (2) a înregistra progresul din antrenament; (3) a diagnostica părțile slabe ale programelor de antrenament și (4) a compara potențialul unui sportiv cu cel al altuia, în ceea ce privește atingerea unor performanțe superioare.

5. Nu există în prezent o metodă pentru determinarea pragului anaerob individual, care să fie 100% exactă. Toate testele descrise ne dau aproximații rezonabile.

Pentru identificarea pragul anaerob individual, atunci când sunt utilizate testele de sânge trebuie avută o mare grijă.