

DOI: 10.26693/jmbs02.07.103

УДК 796.422.14+796.015.615

Коцера Л. І.¹, Головащенко Р. В.¹,Кузьменко М. В.², Рябіна С. А.¹

ЗМІНИ АЕРОБНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА ВПЛИВУ ПОЗАТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ У ПРЕДСТАВНИКІВ БІГОВИХ ДИСЦИПЛІН ЛЕГКОЇ АТЛЕТИКИ

¹Науково-навчальний інститут спеціальної фізичної і бойової підготовки і реабілітації Національного університету державної фіскальної служби України, Ірпінь, Україна

²Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна

gunina.sport@gmail.com

У статті представлені дані про зміну рівня показника точки відхилення частоти серцевих скорочень ЧСС_{відх.} у спортсменів різної кваліфікації, які спеціалізуються в бігу на середні дистанції, а також при застосуванні незабороненого метаболічного препарату "АТФ-лонг", який здатний нормалізувати функціональний стан міокарда і скоротливу здатність скелетної мускулатури, що позитивно впливає на фізичну працездатність легкоатлетів при аеробному забезпеченні м'язової діяльності.

Ключові слова: точка відхилення частоти серцевих скорочень, міокард, скелетні м'язи, фізична працездатність, аеробна продуктивність, метаболічний препарат АТФ-лонг.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано як фрагмент наукової тематики Зведеного плану НДР у сфері фізичної культури і спорту на 2015–2019 рр. МОН України у рамках теми «Технологія стимуляції фізичної працездатності та профілактики перенапруження серцево-судинної системи спортсменів за допомогою нетоксичних ергогенних засобів», № державної реєстрації 0116U002572, та теми «Адаптаційні реакції організму на дію ендогенних та екзогенних факторів середовища», № держреєстрації 0116U008030.

Постановка проблеми. Серед факторів, що визначають рівень фізичної працездатності бігунів на середні дистанції, досить велике значення приділяють аеробній продуктивності. Як один із основних показників, що характеризують аеробну продуктивність, а саме ємність аеробних процесів енергозабезпечення, виступає величина порогу анаеробного обміну (ПАНО) [6, 11, 12]. Інформація, яку отримують при визначенні ПАНО у спортсменів, має важливе значення для вирішення завдань, пов'язаних із програмуванням навчально-тренувального процесу [15] і, крім того, для дослідження

механізмів порушення енергозабезпечення міокарду та скелетних м'язів [21]. Дуже важливим є також можливість розробки методів щодо внесення корекційних змін до тренувального процесу на основі визначення інформативних показників, що відображують основні показники аеробної продуктивності, а також можливість застосування позатренувальних ергогенних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В процесі роботи над підвищенням аеробних можливостей спортсменів виникає необхідність удосконалення потужності аеробного процесу, яка виражається величиною максимального споживання кисню та ємності аеробного процесу, що проявляється у здатності до тривалого утримання високих показників аеробної продуктивності. Останній параметр визначається за тривалістю утримання максимально допустимих для даної роботи величин споживання кисню [5, 12].

Величину ПАНО визначають в процесі ступінчасто зростаючої потужності на велоергометрі або на тредмілі під час реєстрації вмісту молочної кислоти в крові на кожному щаблі навантаження [1, 11]. За отриманими результатами будують графік залежності вмісту лактату в крові від потужності роботи на велоергометрі (або швидкості бігу на тредмілі), при якій накопичення лактату в крові досягне рівня 4 ммоль·л⁻¹. Ця потужність (або швидкість бігу) і відповідає ПАНО. Якщо ПАНО необхідно виразити у відсотках від $Vo_{2\max}$, то в процесі роботи поряд з визначенням лактату в крові реєструють споживання кисню на кожному ступені навантаження, а потім будують інший графік, що відображає залежність між потужністю роботи (або швидкістю бігу) і споживанням кисню. На графіку знаходять точку, яка відповідає рівню споживання кисню при ПАНО [1, 11].

В практиці спортивної підготовки для оцінки аеробної продуктивності широко застосовують

доступні тести з використанням навантаження на біговій доріжці в природних умовах [9, 10, 13], одним з яких методів є тест Конконі [14]. Даний метод не потребує вимірювання рівня лактату та ґрунтується на визначенні точки відхилення. Точку відхилення ($ЧСС_{відх.}$) можна охарактеризувати як частоту серцевих скорочень (ЧСС), вище якої починається підвищене утворення лактату. Як правило, концентрація лактату на рівні $ЧСС_{відх.}$ складає приблизно $4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Навантаження на рівні $ЧСС_{відх.}$ може підтримуватися протягом тривалого періоду часу, оскільки зберігається рівновага між утворенням та утилізацією молочної кислоти. На основі даних, що наведені у роботі Ф. Конконі та співавторів, можна стверджувати, що між анаеробним порогом (АнП) та $ЧСС_{відх.}$ існує тісний взаємозв'язок [14].

Сучасна система спортивного тренування у спорті вищих досягнень пов'язана зі значними затратами енергії, глибокими морфологічними та функціональними перебудовами в організмі спортсменів, які не можливо подолати без фармакологічного забезпечення, підтримки ефективного перебігу адаптаційних і відновних реакцій [8, 16]. Використання позатренувальних засобів, зокрема фармакологічних, дія яких спрямована на стимуляцію та відновлення працездатності спортсмена, повинно враховувати функціональні зміни, виникаючі під дією тренувальних навантажень в організмі, і сприяти швидкому відновленню параметрів гомеостазу [20].

Останнім часом у спортивних лікарів і дослідників, що працюють у галузі фармакологічного забезпечення спортивної діяльності, зростає інтерес до засобів метаболічної дії. Досить цікавим у даному аспекті є метаболічний препарат АТФ-лонг, який є постачальником джерел енергії для більшості метаболічних реакцій, що протікають в організмі під час фізичних навантажень [2, 3].

Як показав аналіз спеціальної літератури [1, 18, 4], відсутність достатньої кількості матеріалу, що характеризує специфічність прояву аеробних можливостей, а також даних щодо ефективності впливу препарату АТФ-лонг на показники аеробної працездатності бігунів на середні дистанції, визначає актуальність даного дослідження. За ефективністю і практично повною відсутністю токсичної дії серед інших кардіопротекторних препаратів на основі аденозинтрифосфату особливе місце займає вітчизняний засіб АТФ-лонг, який є як прямим, так і непрямим кардіопротектором [3].

Мета дослідження – визначення особливостей змін аеробної продуктивності бігунів на середній дистанції за змінами показника $ЧСС_{відх.}$ та оцінка можливостей впливу на нього позатренувальних ергогенних засобів.

Об'єкт, методи та організація дослідження. В дослідженні взяли участь 20 спортсменів-

чоловіків, що спеціалізуються з бігу на середні дистанції (студенти Національного університету державної фіскальної служби України). Середній вік спортсменів становив $20,2 \pm 2,3$ роки; спортивна кваліфікація: КМС – 8, I розряд – 12 спортсменів; стаж занять легкою атлетикою склав 3–5 років. Дослідження проведені в динаміці 21-денного передзмагального мезоциклу. Спортсменів методом випадкової вибірки було поділено на 2 рівноцінних за кількістю групи – по 10 осіб, співставимих за кваліфікацією. АТФ-лонг в цьому періоді підготовки учасники основної групи вживали тричі на день по дві таблетки під язик після їжі; контрольна група спортсменів протягом цього періоду отримувала плацебо. З усіма учасниками дослідження підписували "Інформовану згоду", в якій коротко було наведено дані щодо відсутності препарату у Забороненому списку WADA, а також свідомість стосовно виконання умов дослідження і відповідальність протягом використання лікарської субстанції.

Аеробну продуктивність оцінювали за класичним тестом Конконі [14]. Цей тест виконується на 400-метровій доріжці, перед початком дослідження спортсмен виконує розминку 25–30 хв, потім – безперервний біг з поступовим підвищенням швидкості бігу через кожні 400 м. На 400-метровому відрізку швидкість тримається постійною, а швидкість бігу збільшується таким чином, щоб кожний наступний відрізок спортсмени пробігали на 2–3 с швидше, ніж попередній. У кінці кожного відрізка фіксується ЧСС і час пробігання тестової дистанції. Тест виконується до тих пір, доки спортсмен не зможе більше підвищувати швидкість. Обстеження учасників дослідження проводилось двічі: до початку і по закінченні обраного мезоциклу.

Для статистичної обробки даних вираховували середнє арифметичне значення (\bar{x}) і середнє квадратичне відхилення (S). З метою порівняння вірогідності розбіжностей використовували непараметричний Манна-Уїтні. Математичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері із використанням програми "Statistica 6,0".

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз показників аеробної працездатності, що наведений у **таблиці**, свідчить, що в основній групі після прийому АТФ-лонг та контрольній групі спортсменів, які застосовували плацебо, в динаміці дослідження не спостерігали вірогідно значущих змін показників $ЧСС_{відх.}$.

Проте, оскільки ці дані не враховували рівень спортивної кваліфікації спортсменів, для подальшого аналізу основну та контрольну групи спортсменів було розподілено кожну на дві підгрупи різної чисельності з урахуванням цього параметру. При такому більш детальному аналізі отриманих даних було встановлено, що, зокрема, після прийому

препарату в основній підгрупі спортсменів, які мали кваліфікацію "КМС", показник ЧСС_{відх.} на початку дослідження становив 5,4 мхс⁻¹, а по його закінченні – 5,86 мхс⁻¹ (р<0,05). Як свідчать дані таблиці, у представників I розряду після 21-денного курсу прийому препарату більш значно, ніж у представників підгрупи "КМС", покращилися показники аеробної продуктивності організму.

Натомість, у контрольній підгрупі з кваліфікацією "КМС" цей показник наприкінці дослідження склав лише 5,65 мхс⁻¹ (рис. 1).

Можна припускати, що більш розвинені адаптаційні можливості організму спортсменів високої кваліфікації є більш стійкими для будь-якої спроби, в тому числі, й позитивної спрямованості впливу, змінити досить сталі показники гомеостазу та параметри енергозабезпечення, а слід, й аеробної продуктивності та фізичної працездатності.

Слід зазначити, що на відміну від кандидатів у майстри спорту, в першорозрядників був відзначений більш помітний вплив курсового прийому препарату на показники аеробної продуктивності. Так, після закінчення прийому в контрольній підгрупі приріст був дуже незначним і склав лише 1,07% (р > 0,05), а в основній підгрупі цей показник за такий короткий проміжок часу перевищив вихідний рівень на 11,00% (р < 0,05) (рис. 2).

Враховуючи тісний зв'язок між аеробною продуктивністю та продуктивністю м'язової роботи [17], можна припустити, що одним з можливих механізмів такого зростання є саме покращання процесів енергозабезпечення скорочувальної діяльності скелетних м'язів під дією АТФ-лонг. Таким чином, отримані дані вказують на наявність позитивного впливу пливу метаболічного препарату на процес аеробного енергозабезпечення у бігунів на середні дистанції, одним з можливих механізмів якого є стимулююча дія АТФ-лонг на

Таблиця – Показник точки ЧСС_{відх.} у спортсменів різної кваліфікації під впливом АТФ-лонг

Показники	Групи спортсменів		
	до прийому препарату	контрольна після прийому препарату	основна після прийому препарату
ЧСС _{відх.} , мхс ⁻¹ (n=20)	4,97±0,47	5,09±0,49	5,46±0,40
ЧСС _{відх.} , мхс ⁻¹ (КМС, n=8)	5,4±0,10	5,65±0,05	5,86±0,18*
ЧСС _{відх.} , мхс ⁻¹ (I розряд, n=12)	4,66±0,08	4,71±0,13	5,17±0,08**

Примітки: * – P<0,05 відносно відповідного значення до прийому препарату в групах; ** – P<0,05 між значеннями в основній та контрольній групах.

функціональні можливості серцево-судинної системи та скелетних м'язів.

Висновки

1. Під час аналізу динаміки показників функціональної підготовленості було встановлено, що під впливом метаболічного препарату АТФ-лонг спостерігалася виражена тенденція до приросту показника ЧСС_{відх.}, що залежала від рівня спортивної майстерності.
2. Показник ЧСС_{відх.} у спортсменів основної групи, що мають I розряд, збільшився на 11,0 % від вихідного рівня, тоді як у кандидатів у майстри спорту – лише на 8,5 %.
3. Тест Конконі у бігунів на середні дистанції дає змогу виявляти динаміку аеробних можливостей спортсменів, що дозволяє своєчасно коригувати тренувальний процес.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується розширення сфери застосування інших метаболіто-тропних незаборонених кардіопротекторів, а також можливості їх використання та ефективності у представників інших циклічних видів спорту.

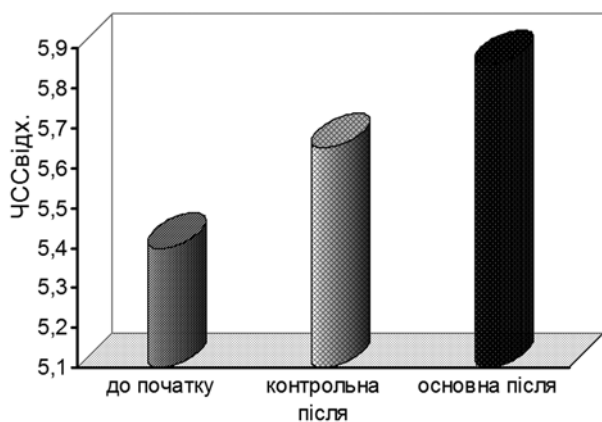


Рис. 1. Динаміка середньої величини ЧСС_{відх.} (у % відносно вихідного рівня) у бігунів з кваліфікацією "КМС" під впливом прийому АТФ-лонг

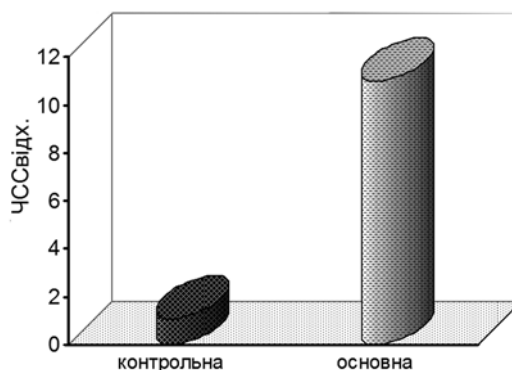


Рис. 2. Динаміка середньої величини ЧСС_{відх.} (у % відносно вихідного рівня) у бігунів-першорозрядників під впливом прийому препарату АТФ-лонг

References

1. Volkov NI, Nesen EN, Osipenko AA, Korsun SN. *Biochemistry of muscular activity*. Kyev: Olymпыjskaya lyteratura, 2000. s. 306-405. [Russian].
2. Gunina LM, Vinnichuk YD, Sukhikh VA, Gulai VS. Efficacy and safety of the use in sports of the metabolic cardioprotector ATP-long. *Sovremennyye zdorovesberegayushhye tehnologyy*. 2017; (2): 57-64. [Ukrainian].
3. Gunina Larisa, Kostenko Vitaly. Cardioprotectors of direct action in sports: the present and the future. *Nauka v olymпыjskom sporte*. 2016; (4): 44-58. [Ukrainian].
4. Gunina LM, Vinnichuk YuD, Chikina IV, Golovashchenko RV, Ryabina SA, Kovryga Yul. The influence of ATP-LONG on the parameters of hematologic and biochemical homeostasis in the dynamics of physical activity in athletes. *Science: Aktualnye yssledovaniya v nauchnom myre: sbornik nauchnykh trudov*. 2017; 2 (2), Part 4: 59-63. [Ukrainian].
5. Drachuk SP. Influence of different modes of physical education classes on aerobic and anaerobic (lactate) productivity of an organism of students. *Fizychna kultura, sport ta zdorov'ya nacyi: zbirka naukovich pracz*. 2004; (5): 461-6. [Ukrainian].
6. Mikhailov SS. *Sports biochemistry*. A textbook for high schools and colleges of physical culture. Moskwa: Sovetskiy sport, 2004. 220 s. [Russian].
7. Osipenko GA. *Basics of biochemistry muscle activity*. Kyev: Olymпыjskaya lyteratura, 2007. 199 s. [Ukrainian].
8. *Pharmacology of sports*. Eds. SA Oleinik, LM Gunina, RD Seifulla. Kyev: Olymпыjskaya lyteratura, 2010. s. 9-49. [Russian].
9. Platonov VN *The system of training athletes in the Olympic sport. General theory and its practical applications*. Kyev: Olymпыjskaya lyteratura, 2004. 808 s. [Russian].
10. Sirenko VA. Preparation of runners for medium and long distances Kyev: Zdorov'ya, 1990. 144 s. [Russian].
11. Suslov FP, Popov YuA, Kulakov VP, Tikhonov SA. *Running on medium and long distances*. Moskwa: FCiS, 1982. 174 c. [Russian].
12. Wilmore JH. *Physiology of sports*. Eds. Jack H. Wilmore, David L. Costill. Kyev, Olymпыjskaya lyteratura, 2001. 503 s. [Russian].
13. Chen W, Sandoval H, Kubiak JZ, Li XC, Ghobrial RM, Kloc M. The phenotype of peritoneal mouse macrophages depends on the mitochondria and ATP/ADP homeostasis. *Cell Immunol*. 2017; pii: S0008-8749(17)30199-5. doi: 10.1016/j.cellimm.2017.11.003.
14. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG. Determination of anaerobic threshold by a noninvasive field test in runner. *J Appl Physiol*. 1982; 52: 869-73.
15. Davies JA. Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports*. 1985; 17 (1): 6-31. <https://doi.org/10.1249/00005768-198502000-00003>.
16. Gabriels G, Lambert M, Smith P, Hiss D. Will the new Consumer Protection Act prevent harm to nutritional supplement users? *S-Afr Med J*. 2011; 101 (8): 543-5.
17. Ng LJ, Sih BL, Stuhmiller JH. An integrated exercise response and muscle fatigue model for performance decrement estimates of workloads in oxygen-limiting environments. *Eur J Appl Physiol*. 2011; 7: 1234-41.
18. Nyberg M, Hellsten Y. Reduced blood flow to contracting skeletal muscle in ageing humans: is it all an effect of sand through the hourglass. *J Physiol*. 2016; 594 (8): 2297-305. doi: 10.1113/JP270594.
19. Ramos-Filho D, Chicaybam G, de-Souza-Ferreira E, Guerra Martinez C, Kurtenbach E, Casimiro-Lopes G, Galina A. High Intensity Interval Training (HIIT) Induces Specific Changes in Respiration and Electron Leakage in the Mitochondria of Different Rat Skeletal Muscles. *PLoS One*. 2015; 10 (6): e0131766. doi: 10.1371/journal.pone.0131766.
20. Rosano GM, Barbaro G. Metabolic therapy: an important therapeutic option for the treatment of cardiovascular diseases. *Curr Pharm Des*. 2008; 14 (25): 2519-20. <https://doi.org/10.2174/138161208786071308>.
21. Young DR, Appel LJ, Lee S, Miller ER. The effects of aerobic exercise and T'ai Chi on blood pressure in older people: results of a randomized trial. *J Am Geriatr Soc*. 1999; 47: 3277-84. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1999.tb02989.x>.

УДК 796.422.14+796.015.615

**ИЗМЕНЕНИЯ АЭРОБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНЕТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ
У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ БЕГОВЫХ ДИСЦИПЛИН ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКИ**

Коцербуба Л. И., Головащенко Г. В., Кузьменко М. В., Рябина С. А.

Резюме. В статье представлены данные об изменении уровня показателя точки отклонения частоты сердечных сокращений ЧСС_{откл.} у спортсменов разной квалификации, специализирующихся в беге на средние дистанции, а также при применении незапрещенного метаболического препарата "АТФ-лонг", который способен нормализовать функциональное состояние миокарда и сократительную способность скелетной мускулатуры, что позитивно влияет на физическую работоспособность легкоатлетов при аэробном обеспечении мышечной деятельности.

Ключевые слова: точка отклонения частоты сердечных сокращений, миокард, скелетные мышцы, физическая работоспособность, аэробная продуктивность, метаболический препарат АТФ-лонг.

UDC 796.422.14+796.015.615

Changes in Aerobic Productivity due to the Influence of Non-training Facilities on Representatives of Racetrack Exercises*Koceruba L. I., Golovashchenko R. V., Kuzmenko M. V., Ryabina S. A.*

Abstract. Among the factors that determine the level of physical performance of middle distance runners, the aerobic performance is very important. As one of the main indicators characterizing aerobic productivity, namely the capacity of aerobic processes of energy supply, the value of the threshold of anaerobic metabolism acts. The information that is obtained in determining the threshold of anaerobic exchange in athletes is important for solving problems related to the programming of the training process and, moreover, for studying the mechanisms of disturbing the energy supply of the myocardium and skeletal muscles. It is also very important to develop methods for making corrective changes to the training process based on the definition of informative indicators that reflect the main indicators of aerobic productivity, as well as the possibility of using non-training ergogenic agents.

In the practice of sports training for the evaluation of aerobic performance, widely available tests using a racetrack in natural conditions, one of which is a test developed by F. Conconi, which does not require measurement of lactate level and is based on determining the points of deviation of the heart rate (HRD). The point of HRD can be characterized as the heart rate, above which the acceleration of the formation and accumulation of lactate begins, resulting in the lack of energy substrates developing processes of fatigue. Since the accumulation of lactate can be slowed down by improving energy supply, the interest in ATP-based extra solar therapy is fully justified.

In a study conducted in the dynamics of pre-competition mesocycle, there participated 20 athletes specializing in running on medium distances. Athletes by random sampling were divided into 2 groups of 10 people. Participants in the main group used ATP-long for 21 days, and the athlete's control group received placebo.

An increase in athletes' value of HRD indicator in the mesocycle dynamics was established. It was more pronounced when used as an ATP-level energy grantor by athletes of lower sport qualifications. In particular, the rate of HRD in athletes of the main group, having the I category, increased by 11.0% from the initial level, while the candidates for the master of sports – only 8.5%. On the basis of the determination of the F. Conconi test in runners on medium distances, not only was revealed the dynamics of aerobic capabilities of athletes, but also there was a reasonable opportunity to timely correct the training process.

Taking into account the close relationship between aerobic performance and muscle productivity, one can assume that one of the possible mechanisms for such an increase is precisely the improvement of energy supply of skeletal muscle contraction under the action of ATP-long. Thus, data obtained from middle-distance runners indicate that there is a positive effect of this metabolic energy-tricky drug on the processes of aerobic energy supply, one of the possible mechanisms of which is the stimulating effect of ATP-long on the functionalities of the cardiovascular system and skeletal muscles.

Keywords: heart rate rejection points index, medical drug ATP-long, myocardium, skeletal muscles, physical capacity, aerobic productivity.

Стаття надійшла 27.10.2017 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування