

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.5>

УДК 796.03

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



Влияние нормобарической гипоксии на динамику биохимических показателей при выполнении умственной работы

*Р.В. Тамбовцева, Д.И. Сечин**

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучение влияния нормобарической гипоксии на биохимические показатели крови для оценки гомеостатических изменений, вызванных умственной работой.

Материалы и методы: в научном наблюдении приняли участие 90 спортсменов высокой квалификации разных специализаций. Спортсмены выполняли психофизиологические тесты для определения умственной работоспособности в обычных условиях и при воздействии нормобарической гипоксии. Четырехкратно на разных этапах измерялись концентрации лактата (La), глюкозы (Glu), холестерина (Chol) и триглицеридов (Trigl) крови.

Результаты: у спортсменов после пребывания в условиях нормобарической гипоксии достоверно повысились показатели лактата, глюкозы, холестерина и триглицеридов, что свидетельствует о мобилизации энергетических ресурсов и усилении анаэробных процессов в ответ на нормобарическое воздействие. Повторное выполнение умственной работы после пребывания в условиях нормобарической гипоксии связано с выраженным снижением концентрации глюкозы, холестерина, триглицеридов наряду с незначительным повышением концентрации лактата.

Заключение: нормобарическое гипоксическое воздействие вызывает существенные изменения биоэнергетического профиля у спортсменов.

Ключевые слова: биохимические показатели, спортсмены, умственная работоспособность, гипоксия

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тамбовцева Р.В., Сечин Д.И. Влияние нормобарической гипоксии на динамику биохимических показателей при выполнении умственной работы. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(4):84–89. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.5>

Поступила в редакцию: 23.11.2021

Принята к публикации: 23.12.2021

Online first: 28.12.2021

Опубликована: 30.12.2021

*Автор, ответственный за переписку

Influence of normobaric hypoxia on the dynamics of biochemical indicators during the performance of mind work

*Ritta V. Tambovtseva, Dmitriy I. Sechin**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, Russia

ABSTRACT

The aim was to study the effect of normobaric hypoxia on biochemical parameters to assess homeostatic changes caused by mental work.

Materials and methods: 90 highly qualified athletes of various specializations took part in the scientific observation. Athletes performed psychophysiological tests to determine mental performance under normal conditions and under the influence of normobaric hypoxia.

Results: the concentrations of lactate (La), glucose (Glu), cholesterol (Chol), and triglycerides (Trigl) in the blood were measured four times at different stages.

Conclusions: it was shown that athletes after staying in NH conditions significantly increased the La, Glu, Chol and Trigl indices, which indicates the mobilization of energy resources and an increase in anaerobic processes in response to NH exposure. Re-performance of mental work after exposure to NH was associated with a marked decrease in the concentration of Glu, Chol, and Trigl, along with a slight increase in the concentration of La after normobaric hypoxic exposure, there are significant changes in the bioenergetic profile in athletes.

Keywords: biochemical parameters, athletes, mental performance, hypoxia

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Tambovtseva R.V., Sechin D.I. Influence of normobaric hypoxia on the dynamics of biochemical indicators during the performance of mind work. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(4):84–89. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.5>

Received: 23 November 2021

Accepted: 23 December 2021

Online first: 28 December 2021

Published: 30 December 2021

*Corresponding author

1. Введение

В настоящее время изучение компенсаторных и адаптационных механизмов организма спортсмена к различным вариациям газового состава внешней среды — одна из наиболее актуальных проблем современных медико-биологических научных дисциплин. Использование гипоксии в тренировочном процессе выступает одним из базовых элементов системы подготовки спортсменов различной квалификации и специализации [1–6], поскольку гипоксическое воздействие, согласно современным исследованиям, оказывает положительное влияние на физическую работоспособность. Между тем влияние гипоксии на умственную работоспособность спортсменов по-прежнему остается без должного внимания. Сведения о нем представлены лишь фрагментарно [7–9] и характеризуют данный фактор не только как негативный [10], но и в определенной мере положительный [11]. Малое количество исследований нормобарической гипоксии и ее эффекта на умственную работоспособность человека определяется еще и тем, что преимущественно изучаются иные формы гипоксии и их влияние на работоспособность людей различных специальностей, чья деятельность происходит в условиях прямого влияния данного фактора на организм. Остается практически мало изученным вопрос о биохимических изменениях в организме при выполнении умственной работы.

Таким образом, влияние гипоксических воздействий на умственную работоспособность спортсменов является вопросом, требующим углубленного исследования, что определяется низкой степенью разработанности данной проблемы и высокой ее актуальностью, обусловленной набором популярности использования гипоксических факторов.

Целью исследования явилось изучение влияния нормобарической гипоксии на биохимические показатели для оценки гомеостатических изменений, вызванных умственной работой.

2. Материалы и методы

Исследование проведено в лаборатории физиологии мышечной деятельности и восстановления НИИ спорта и спортивной медицины РГУФКСМиТ без риска для здоровья людей с соблюдением всех принципов этических норм и гуманности (Хельсинкская декларация, 2000 г., Директивы Европейского сообщества 86/609). В научном наблюдении участвовало 90 спортсменов высокой

квалификации разных специализаций (контрольная и экспериментальная группы) в возрасте 20–25 лет, которые на момент исследования были здоровы, осмотрены врачом, дали информированное согласие на участие в наблюдении с использованием гипоксических воздействий.

Спортсмены выполняли психофизиологические тесты для определения умственной работоспособности (УР) с применением аппаратно-программного комплекса «Спортивный психофизиолог» [12] и метода гипоксических проб с помощью гипоксикатора «Эверест-1, мод.07м».

Научное наблюдение было проведено в стандартных лабораторных условиях по следующему протоколу: на первом этапе спортсмены проходили предварительное психофизиологическое исследование в обычных условиях с целью получения параметров мышления, двигательных реакций и функций. Далее исследование проводилось с использованием нормобарической гипоксии (NH) (газовая смесь с 10 % O₂) в течение 30 минут. На третьем этапе проводилось повторное психофизиологическое исследование, направленное на выявление изменений показателей мышления, двигательных реакций и функций при воздействии гипоксическим стимулом. Выполнялись тесты на внешнем пульте АПК «Спортивный физиолог». Используемые психофизиологические тестовые задания адекватны для оценки УР человека и применяются в схожих исследованиях отечественных и зарубежных авторов [13]. Критерием досрочного завершения эксперимента было снижение показателя SpO₂ менее 60 % на протяжении 10 секунд либо потеря сознания испытуемым.

После проведения гипоксической пробы спортсмены отдыхали в условиях нормоксии на протяжении 5 минут, после чего приступали к повторному выполнению умственной работы.

Производился забор капиллярной крови для определения стандартных биохимических показателей: концентрации лактата (La), глюкозы (Glu), холестерина (Chol) и триглицеридов (Trigl) крови. Определение концентрации перечисленных биохимических показателей производилось с помощью портативных экспресс-анализаторов Multi-Care in и Nova biomedical Lactate Plus.

Первый забор капиллярной крови производился непосредственно перед первичным выполнением умственной работы. Второй — после выполнения умственной работы. Третий — после завершения гипоксической

пробы. Завершающий, четвертый — после выполнения повторной умственной работы.

По результатам выполнения математических операций с полученными биохимическими показателями получены три основных параметра: разность биохимических показателей, полученных до (Б1) и после (Б2) первичного выполнения умственной работы; разность биохимических показателей, полученных после первичного выполнения умственной работы (Б2) и после НН воздействия (Б3); разность биохимических показателей после НН воздействия (Б3) и после повторного выполнения умственной работы (Б4). Использовался тест Шапиро — Уилка. Сравнение показателей связанных и несвязанных выборок осуществлялось с использованием непараметрического критерия Вилкоксона (для связанных выборок) и *U*-критерия Манна — Уитни (для несвязанных выборок), также использовался односторонний дисперсионный анализ Краскела — Уоллиса с последующим апостериорным анализом. Для отражения направленности и выраженности

изменений показателей умственной работоспособности производилась процедура вычитания показателей, полученных при повторном тестировании (Т2) из первоначальных результатов (Т1). Показатель разности вычислялся путем вычитания итогового показателя из исходного, что позволило оценить направленность и выраженность произошедших изменений биохимических показателей.

Полученные результаты обработаны с помощью математико-статистических методов (Microsoft Excel 2019).

3. Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены биохимические показатели контрольной и экспериментальной групп. Ввиду того что биохимические показатели представлены совокупностью результатов повторных измерений для каждой из обследованных групп, был применен ранговый дисперсионный анализ Фридмана для подтверждения или отклонения предположения о наличии случайных различий в биохимических показателях.

Таблица 1

Результаты двухфакторного рангового дисперсионного анализа Фридмана для связанных выборок по биохимическим показателям контрольной и экспериментальной групп

Table 1

The results of Fridman's two-factor rank analysis of variance for a sample of biochemical parameters of the control and experimental groups

Выборка	La	Glu	Chol	Trigl
КГ	0,15	0,01	0,84	0,17
ЭГ	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 2

Биохимические показатели капиллярной крови контрольной и экспериментальной групп на различных этапах забора крови

Table 2

Biochemical parameters of capillary blood of the control and experimental groups at various stages of blood sampling

Показатель	Выборка	Этап забора капиллярной крови			
		Б1 Me (Q1; Q3)	Б2 Me (Q1; Q3)	Б3 Me (Q1; Q3)	Б4 Me (Q1; Q3)
La, ммоль/л.	КГ	0,95(0,77;1,4)	1,2(0,57;1,95)	1,2(0,77;1,67)	1,3(0,87;1,75)
	ЭГ	1,2 (0,80;1,2)	1,1 (0,80;1,10)	1,2 (0,9;1,2)*	1,4(1;1,4)
<i>p</i> -value (<i>U</i> -критерий)		0,46	0,94	0,28	0,40
Glu, ммоль/л.	КГ	5,5(5,35;5,75)	5,5(4,92;5,7)	5,2(4,8;5,6)	5,0(4,7;5,4)*
	ЭГ	5,6 (5,2;5,6)	5,4 (5;5,4)*	5,7(5; 5,75)*	5,0 (4,7;5)*
<i>p</i> -value (<i>U</i> -критерий)		0,80	0,90	0,07	0,65
Chol, ммоль, л.	КГ	5,6(5,1;6,02)	5,95(5,07;6,87)	5,85(5,15;6,32)	5,95(5,15;6,2)
	ЭГ	5,2 (4,7; 5,2)	5,8 (4,9; 5,8)*	5,9 (4,5;5,9)*	5,6 (4,8; 5,6)
<i>p</i> -value (<i>U</i> -критерий)		0,13	0,77	0,78	0,56
Trigl, ммоль, л.	КГ	1, 7(1,2;2,3)	1,7(1,5;2,5)	1,7(1,6;2,4)	1,8 (1,5;2,5)
	ЭГ	1,5 (1,1;1,5)	1,8 (1,2; 1,8)*	1,8 (1,4;1,8)*	1,6 (1,2;1,6)*
<i>p</i> -value (<i>U</i> -критерий)		0,35	0,42	0,78	0,27

Примечание:* — различия по отношению к предшествующему измерению достоверны при *p*-value < 0,05.

Note: * — differences in relation to the previous measurement are significant at *p*-value < 0.05

Как видно из таблицы 1, у испытуемых контрольной группы лишь по показателю Glu различия показателей не являются случайными. У испытуемых экспериментальной группы по всем рассматриваемым биохимическим показателям изменения не носят случайного характера.

В таблице 2 представлена вся совокупность статистических показателей, отражающих изменения концентрации La, Glu, Chol и Trigl.

Сопоставление биохимических показателей для несвязанных выборок осуществлено при помощи *U*-критерия Манна — Уитни, было показано, что по биохимическим показателям значимых достоверных различий не наблюдается. Также было проведено сопоставление биохимических показателей для связанных выборок. Сравнивались биохимические показатели 2–4 этапов исследования с предшествующими измерениями. Сравнение проведено с использованием непараметрического критерия Вилкоксона. Реализация подобного подхода продиктована необходимостью определения достоверности изменений, происходящих при переходе от одного этапа исследования к другому. Данный подход позволил провести оценку изменений, вызванных предварительной умственной работой, гипоксическим воздействием, а также повторным выполнением умственной работы после пребывания в гипоксических условиях. Полученные результаты показали, что концентрация La при выполнении умственной работы обладает тенденцией к незначительному его повышению и сохраняется даже на протяжении последующего за работой отдыха. При этом повторная умственная работа более не вызывает выраженных изменений; показатель Glu характеризуется постепенной тенденцией к снижению, однако после повторного выполнения умственной работы отмечается статистически достоверное снижение данного показателя. Факт статистически достоверного снижения показателя Glu после повторного выполнения умственной работы обусловлен продолжительностью исследования и подкрепляется отсутствием приема пищи или напитков, содержащих углеводы за час до и непосредственно во время проведения исследования; показатель Chol обладает тенденцией к повышению после выполнения первого блока исследования, с последующим устойчивым нахождением на устойчивом уровне; концентрация Trigl после выполнения первого блока исследования достигает своего максимума и удерживается на достигнутом уровне до конца исследования. Обладая сведениями о динамике приведенных биохимических показателей на протяжении экспериментального исследования, можно перейти к непосредственной описательной характеристике данных показателей при условии осуществления гипоксического воздействия между обоими блоками выполняемой умственной работы. Было показано, что пребывание в условиях гипоксии вызвало достоверное повышение концентрации La крови, как и повторное выполнение умственной работы; концентрация Glu после гипоксического воздействия

отличается от показателей испытуемых, пребывавших в условиях нормоксии и характеризуется статистически достоверным повышением. Повторное выполнение умственной работы вызывает значительное снижение концентрации Glu крови ($p < 0,001$), концентрация Chol достоверно повышается после пребывания в условиях влияния гипоксического фактора, а при повторной умственной работе, наоборот, обладает тенденцией к снижению; концентрация Trigl достоверно повышается после воздействия гипоксического фактора, а после выполнения повторной умственной работы обладает тенденцией к достоверному ее снижению.

Достоверное повышение лактата крови обусловлено усугублением физиологической гипоксии, которая присутствует не только при интенсивной деятельности, но и в условиях покоя. Для спортсменов экспериментальной группы, пребывавших в условиях воздействия NH, отмеченная тенденция повышения концентрации La согласуется с научными данными о переходе от окислительных процессов энергообразования в головном мозге к гликолитическим [14].

Показатель глюкозы свидетельствует о ее мобилизации после пребывания в гипоксических условиях, а также более высокой глюкозной стоимости умственной работы. Данная реакция соотносится с существующими представлениями о поддержании образования АТФ методом субстратного фосфорилирования за счет гликолиза [3, 5, 15, 16].

Динамика триглицеридов и холестерина наиболее выражена при многократных гипоксических воздействиях. Однако отмеченные статистически достоверные изменения, касающиеся повышения показателей жирового обмена, являются следствием изменения процессов энергопотребления и энергообразования, связанных с повышением вклада гликолиза в общие процессы энергопродукции.

4. Выводы

Таким образом, согласно представленным показателям, целесообразно сделать заключение об изменении активности механизмов энергообеспечения, вызванных как выполнением самой умственной работы, так и после пребывания в условиях воздействия NH-фактора. У спортсменов после пребывания в условиях NH достоверно повысились показатели La, Glu, Chol и Trigl, что свидетельствует о мобилизации энергетических ресурсов и усилении анаэробных процессов в ответ на NH-воздействие. Повторное выполнение умственной работы после пребывания в условиях NH связано с выраженным снижением концентрации Glu, Chol и Trigl наряду с незначительным повышением концентрации La.

Соотнося факты о снижении результативности при выполнении моторных задач и перестройке механизмов энергообеспечения в сторону усиления анаэробных процессов после NH-условий, логично предположить, что после нормобарического гипоксического воздействия происходят существенные изменения биоэнергетического профиля у спортсменов.

Вклад авторов:

Тамбовцева Ритта Викторовна — сбор и обработка материала, редактирование.

Сечин Дмитрий Иванович — сбор и обработка материала, написание текста статьи.

Список литературы

1. Асташова А.Н., Карпухин Г.Н., Федоров В.П. Горная тренировка в авиации, медицине, спорте. OlymPlus. Гуманитарная версия. 2019;(1):96–101.
2. Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте. Москва: Советский спорт; 2013.
3. Бурых Э.А. Общие закономерности и индивидуальные особенности интегративного ответа организма человека на воздействие острой нормобарической гипоксии: автореферат дис. доктора медицинских наук. Санкт-Петербург: Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук; 2020.
4. Иорданская Ф.А. Гипоксия в тренировке спортсменов и факторы, повышающие её эффективность. Москва: Советский спорт; 2015.
5. Колчинская А.З. Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений. Спортивная медицина. 2008;(1):9–25.
6. Колчинская А.З. Кислород, физическое состояние работоспособность. Киев: Наукова думка; 1991.
7. Балиоз Н.В., Кривошеков С.Г. Индивидуально-типологические особенности ЭЭГ спортсменов при остром гипоксическом воздействии. Физиология человека. 2012;38(5):24–32.
8. Капилевич Л.В., Ежова Г.С., Захарова А.Н., Кабачкова А.В., Кривошеков С.Г. Биоэлектрическая активность головного мозга и церебральная гемодинамика у спортсменов при сочетании когнитивной и физической нагрузки. Физиология человека. 2019;45(2):58–69. <https://doi.org/10.1134/S0131164619010089>
9. Ушаков И.Б., Федоров В.П. Кислород. Радиация. Мозг. Структурно-функциональные паттерны. Воронеж: Научная книга; 2011.
10. Blacker K.J., Seech T.R., Funke M.E., Kinney M.J. Deficits in visual processing during hypoxia as evidenced by visual mismatch negativity. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 2021;92(5):326–332. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5735.2021>
11. Jung M., Zou L., Yu J.J., Ryu S., Kong Z., Yang L., et al. Does exercise have a protective effect on cognitive function under hypoxia? A systematic review with meta-analysis. *J. sport health sci.* 2020;9:562–577. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.004>
12. Корягина Ю.В., Нопин С.В. Аппаратно-программные комплексы исследования психофизиологических особенностей спортсменов. Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. 2013;1(1):70–78.
13. Williams T.B., Corbett J., McMorris T., Young J.S., Dicks M., Ando S., et al. Cognitive performance is associated with cerebral oxygenation and peripheral oxygen saturation, but not plasma catecholamines, during graded normobaric hypoxia. *Exp. physiol.* 2019;104(9):1384–1397. <https://doi.org/10.1113/EP087647>
14. Самойлов М.О. Реакции нейронов мозга на гипоксию. Ленинград: Наука; 1985.
15. Цыганова Т.Н. Использование нормобарической интервальной гипо-гипероксической тренировки в профилактике митохондриальных дисфункций (обзорная статья). Вестник новых медицинских технологий. 2019;(2):126–130.

Authors' contributions:

Ritta V. Tambovtseva — collection and processing of material, editing.

Dmitriy I. Sechin — collection and processing of material, manuscript preparation.

References

1. Astashova A.N., Fedorov V.P. Mountain training in aviation, medicine, sports. OlymPlus. Gumanitarnaya versiya = OlymPlus. Humanitarian version. 2019;(1):96–101 (In Russ.).
2. Breslav I.S., Volkov N.I., Tambovtseva R.V. Breathing and muscle activity of a person in sports. Moscow: Sovetskii sport Publ.; 2013 (In Russ.).
3. Burykh E.A. General patterns and individual characteristics of the integrative response of the human body to the impact of acute normobaric hypoxia: abstract of thesis Doctors of Medical Sciences. St. Petersburg: Sechenov institute of evolutionary physiology and biochemistry Russian academy of sciences; 2020 (In Russ.).
4. Iordanskaya F.A. Hypoxia in training athletes and factors that increase its effectiveness: monograph. Moscow: Sovetskii sport Publ.; 2015 (In Russ.).
5. Kolchinskaya A.Z. Interval hypoxic training in elite sports. *Sportivnaya meditsina = Sports medicine.* 2008;(1):9–25 (In Russ.).
6. Kolchinskaya A.Z. Oxygen, physical condition, working capacity. Kiev: Naukova dumka Publ.; 1991 (In Russ.).
7. Balioz N.V., Krivoshchekov S.G. Individual-typological characteristics of the EEG of athletes during acute hypoxic exposure. *Human Physiology.* 2012;38(5):470–477. <https://doi.org/10.1134/s0362119712050027>
8. Kapilevich L.V., Ezhova G.S., Zakharova A.N., Kabachkova A.V., Krivoshchekov S.G. Bioelectrical activity of the brain and cerebral hemodynamics in athletes with a combination of cognitive and physical load. *Human Physiology.* 2019;45(2):164–173. <https://doi.org/10.1134/s0362119719010080>
9. Ushakov I.B., Fedorov V.P. Oxygen. Radiation. Brain. Structural — functional pattern. Voronezh: Nauchnaya kniga Publ.; 2011 (In Russ.).
10. Blacker K.J., Seech T.R., Funke M.E., Kinney M.J. Deficits in visual processing during hypoxia as evidenced by visual mismatch negativity. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 2021;92(5):326–332. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5735.2021>
11. Jung M., Zou L., Yu J.J., Ryu S., Kong Z., Yang L., et al. Does exercise have a protective effect on cognitive function under hypoxia? A systematic review with meta-analysis. *J. sport health sci.* 2020;9:562–577. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.004>
12. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Hardware-software complexes for the study of the psychophysiological characteristics in athletes. *Voprosy funktsional'noi podgotovki v sporte vysshikh dostizhenii [Issues of functional training in elite sports].* 2013;1(1):70–78 (In Russ.).
13. Williams T.B., Corbett J., McMorris T., Young J.S., Dicks M., Ando S., et al. Cognitive performance is associated with cerebral oxygenation and peripheral oxygen saturation, but not plasma catecholamines, during graded normobaric hypoxia. *Exp. physiol.* 2019;104(9):1384–1397. <https://doi.org/10.1113/EP087647>
14. Samoilov M.O. Reactions of brain neurons to hypoxia. Leningrad: Nauka Publ.; 1985 (In Russ.).
15. Tsyganova T.N. The use of normobaric interval hypo-hyperoxic training in the prevention of mitochondrial dysfunctions (review article). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii = Journal of new medical technologies.* 2019;(2):126–130 (In Russ.).

16. Солкин А.А., Белявский Н.Н., Кузнецов В.И. Основные механизмы формирования защиты головного мозга при адаптации к гипоксии. Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2012;11(1):6–14.

16. Solkin A.A., Belyavsky N.N., Kuznetsov V.I. The main mechanisms of the formation of brain protection during adaptation to hypoxia. Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Vestnik of Vitebsk State Medical University. 2012;11(1):6–14 (In Russ.).

Информация об авторах:

Тамбовцева Ритта Викторовна, д.б.н., профессор, академик РАЕ, заведующая кафедрой биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова, заведующая лабораторией физкультурно-оздоровительных технологий ФГБОУВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4 (ritta7@mail.ru)

Сечин Дмитрий Иванович* — младший научный сотрудник кафедры физиологии ФГБОУВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4 (dimasechin@gmail.com)

Information about the authors:

Ritta V. Tambovtseva — D.Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of biochemistry and bioenergetics of sports named after N.I. Volkova Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), 4 Sirenevyi blvd., Moscow, 105122, Russia (ritta7@mail.ru)

Dmitriy I. Sechin* — Junior Researcher, Postgraduate Student, Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), 4 Sirenevyi blvd., Moscow, 105122, Russia (dimasechin@gmail.com)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author