



ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПИРУВАТА И ЛАКТАТА У СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ГИПОВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРЕНИРОВОК

Н.А. ФУДИН, Ю.Е. ВАГИН

ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина»,
ул. Балтийская, д. 8, г. Москва, 125315, Россия, e-mail: nphys@nphys.ru, yuvaguine@yandex.ru

Аннотация. Установлено, что гиповентиляционные тренировки увеличивают резервные возможности спортсменов. Влияние гиповентиляционных тренировок на процессы гликолиза в организме спортсменов остается неизученным. **Цель исследования** – измерение концентрации пирувата и лактата в крови спортсменов, как информационных показателей состояния гликолиза в организме, после гиповентиляционных тренировок. **Материалы и методы исследования.** 15 спортсменов основной группы проводили гиповентиляционные и двигательные тренировки в течение 30 дней. Одновременно у 14 спортсменов контрольной группы проводили только двигательные тренировки. До и после выполнения тренировок измеряли в крови спортсменов концентрацию пирувата и лактата в состоянии физического покоя, при окончании максимальной произвольной задержки дыхания в покое и при окончании физической нагрузки на фоне максимальной произвольной задержки дыхания. **Результаты и их обсуждение.** В исходном состоянии концентрация пирувата и лактата в крови всех спортсменов была выше нормы. У спортсменов основной группы увеличивалась устойчивость к вентиляционной и двигательной гипоксии больше, чем у спортсменов контрольной группы. У спортсменов основной группы увеличивалась концентрация в крови пирувата и уменьшалась лактата в трех исследованных состояниях. У спортсменов контрольной группы не изменялась концентрация в крови пирувата и уменьшалась лактата в состоянии покоя и при задержке дыхания в покое. При физической нагрузке на фоне задержки дыхания не изменялась концентрация в крови пирувата и увеличивалась лактата. **Заключение.** Гиповентиляционные тренировки увеличили аэробный гликолиз, что повышало резервные возможности организма спортсменов при физических нагрузках.

Ключевые слова: задержка дыхания, гиповентиляционные тренировки, пируват, лактат.

CHANGES IN PYRUVATE AND LACTATE CONCENTRATIONS IN ATHLETES AFTER HYPOVENTILATION TRAINING

N.A. FUDIN, Yu.E. VAGIN

Federal State Budgetary Institution of Science “Research Institute of Normal Physiology named after P.K. Anokhin”, 8 Baltiyskaya str., Moscow, 125315, Russia, e-mail: nphys@nphys.ru, yuvaguine@yandex.ru.

Abstract. It has been established that hypoventilation training increases reserve capabilities of athletes. The influence of hypoventilation training on the processes of glycolysis in the body of athletes remains unexplored. **Purpose of the study** was to measure the concentration of pyruvate and lactate in the blood of athletes as informative indicators of the state of glycolysis in the body after hypoventilation training. **Materials and methods of the study.** 15 athletes of the main group performed hypoventilation and motor training for 30 days. Simultaneously, 14 athletes of the control group had only motor training. Before and after the training, the concentration of pyruvate and lactate in the blood of athletes was measured in the state of physical rest, at the end of maximal voluntary breath-holding at rest and at the end of physical activity against the background of maximal voluntary breath-holding. **Results and their discussion.** At baseline, the concentration of pyruvate and lactate in the blood of all athletes was higher than normal. In athletes of the main group resistance to ventilatory and motor hypoxia increased more than in athletes of the control group. Athletes of the main group had increased blood concentration of pyruvate and decreased lactate in the three studied states. In athletes of the control group the blood concentration of pyruvate did not change and lactate decreased in the resting state and during breath-holding at rest. During physical load against the background of breath-holding, the concentration of pyruvate in blood did not change and lactate increased. **Conclusion.** Hypoventilation training increased aerobic glycolysis, which increased the reserve capabilities of the athletes’ organism during physical exercise.

Key words: breath holding, hypoventilation training, pyruvate, lactate.

Введение. Гиповентиляционное дыхание стало одним из методов тренировки спортсменов. Установлено, что гиповентиляционные тренировки (ГВТ) спортсменов улучшают вагосимпатический баланс

в организме, сердечно-сосудистые параметры и функции нервно-мышечной системы [4]. Положительная динамика функций организма увеличивает резервные возможности спортсменов, что способствует достижению высоких спортивных результатов [5].

Известно, что энергия для функций организма берется из молекул АТФ, которые образуются в клетках при аэробном и анаэробном окислении глюкозы. Влияние ГВТ на процессы гликолиза в организме спортсменов остается неизученным.

Целью исследования – измерение в крови спортсменов концентрации пирувата и лактата, как информационных параметров состояния гликолиза в организме, после ГВТ [1].

Материалы и методы исследования. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом ФГБНУ НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина и выполнен в соответствии с рекомендациями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации [7].

Группы спортсменов. В исследовании приняли участие 29 практически здоровых спортсменов мужского пола в возрасте от 18 до 25 лет, не имеющих врачебных противопоказаний к физическим упражнениям и произвольным задержкам дыхания. 15 спортсменов вошли в основную группу и 14 – в контрольную.

Программа исследования. В начале и конце исследования измеряли длительность максимальной произвольной задержки дыхания (ЗД) у спортсменов в состоянии двигательного покоя в положении сидя. Также у них измеряли длительность максимальной произвольной ЗД при приседаниях 1 раз/с под звук метронома. Приседания прекращали при произвольном окончании ЗД. Исходное обследование включало также забор крови у спортсменов с последующим биохимическим анализом её.

После исходного обследования спортсмены выполняли комплекс тренировок в течение 30 дней. Спортсмены основной группы выполняли три вида упражнений. Во-первых, исследователи обучали их произвольно регулировать ритм дыхания. Затем они дома в положении сидя произвольно изменяли ритм дыхания в соответствии с инструкцией в течение 30 мин. Дыхание было спокойным и ритмичным с длительностью вдоха примерно 1,2 с, выдоха 1,5 с и удлиненными паузами после выдохов в течение 5-10 с. Удлиненные выдохи уменьшали легочную вентиляцию. Спортсмены выполняли гиповентиляционные упражнения дважды в сутки перед и после ночного сна. Длительность и правильность упражнений они контролировали самостоятельно. Во-вторых, один раз в сутки посередине дня спортсмены приходили в спортивный зал, где задерживали дыхание на максимальную величину при приседаниях 1 раз/с под звук метронома. Количество приседаний они совершали до предела физиологической возможности задерживать дыхание. Исследователи измеряли длительность ЗД и количество приседаний у спортсменов. Результаты измерений протоколировали и сообщали их спортсменам, стимулируя их мотивацию к выполнению дома гиповентиляционных упражнений, увеличению длительности максимальной произвольной ЗД и количества приседаний. В случае необходимости спортсменам давали дополнительные указания. В-третьих, под руководством тренера спортсмены занимались двигательными упражнениями и спортивными играми в течение двух часов два раза в неделю.

Контрольная группа спортсменов под руководством тренера занималась только двигательными упражнениями и спортивными играми в течение двух часов два раза в неделю.

У спортсменов брали пробы крови 3 раза в исходном состоянии и 3 раза после ГВТ и двигательных тренировок. Пробы крови брали в состоянии физического покоя, при окончании максимальной произвольной ЗД в покое и при окончании физической нагрузки на фоне максимальной произвольной ЗД.

В пробах крови измеряли концентрацию пирувата и лактата [1]. Концентрацию пирувата измеряли при смешивании пробы крови с набором реагентов с последующей фотоэлектрокалориметрией окраски раствора. Концентрацию лактата измеряли энзиматически при реакции пробы крови с лактооксидазой и пероксидазой с последующим измерением интенсивности окраски раствора на анализаторе.

Статистический анализ. Полученные результаты обрабатывали с помощью параметрического пакета программы *Statistica* 8 компании «*Microsoft*». Для каждой группы обследуемых людей вычисляли средние арифметические величины и средние квадратичные отклонения от средних величин ($M \pm \sigma$) для каждого исследуемого параметра. Различия между средними величинами параметров оценивали по *t*-критерию Стьюдента. Различия между средними величинами параметров были при статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. **Длительность ЗД.** В исходном состоянии спортсменов основной группы максимальная произвольная ЗД при их физическом покое длилась в среднем 32 ± 3 с. После ГВТ и **двигательных тренировок (ДТ)** длительность максимальной произвольной ЗД в покое в среднем стала 89 ± 9 с. Средние величины длительности максимальной произвольной ЗД в покое до и после тренировок статистически значимо отличались при $p = 0,00001$. После тренировок спортсменов основной группы величина максимальной произвольной ЗД у них в покое увеличилась на 179 ± 27 % (рис.).

После ДТ спортсменов контрольной группы длительность максимальной произвольной ЗД у них в покое увеличилась на 23 ± 12 % с 28 ± 2 до 35 ± 3 с. Увеличение длительности максимальной произвольной

ЗД в покое у спортсменов основной группы было статистически значимо больше при $p=0,0001$, чем у спортсменов контрольной группы (рис.).

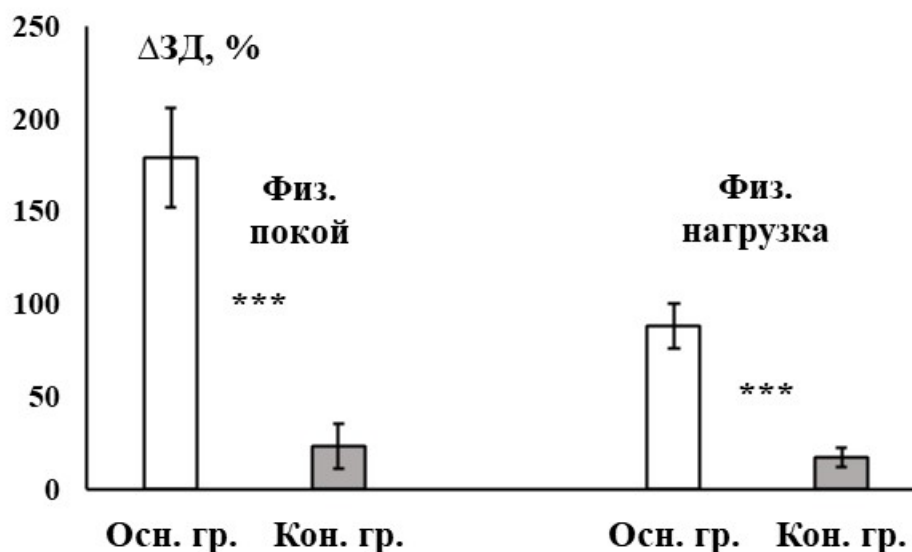


Рис. Увеличение длительности максимальной произвольной задержки дыхания (Δ ЗД, %) после гиповентиляционных и двигательных тренировок у спортсменов основной группы (Осн. гр.) и только двигательных тренировок у спортсменов контрольной группы (Кон. гр.) в состоянии физического покоя (Физ. покой) и при физической нагрузке (Физ. нагрузка) на фоне максимальной произвольной ЗД.

Примечание: *** – статистически значимое при $p<0,001$ отличие средних величин Δ ЗД между спортсменами основной и контрольной групп

У спортсменов основной группы максимальная произвольная ЗД при физической нагрузке длилась в среднем 26 ± 2 с. После ГВТ и ДТ максимальная произвольная ЗД при физической нагрузке стала 49 ± 3 с. Средние величины длительности максимальной произвольной ЗД при физической нагрузке до и после ГВТ и ДТ статистически значимо отличались при $p=0,0003$. ГВТ и ДТ спортсменов основной группы привели к увеличению у них величины максимальной произвольной ЗД при физической нагрузке на $88\pm 12\%$ (рис.).

У спортсменов контрольной группы, которые занимались только ДТ, максимальная произвольная ЗД при физической нагрузке увеличилась на $17\pm 5\%$ с 22 ± 2 до 26 ± 1 с. Увеличение длительности максимальной произвольной ЗД при физической нагрузке после ГВТ и ДТ у спортсменов основной группы было статистически значимо больше при $p=0,0002$, чем увеличение максимальной произвольной ЗД при физической нагрузке после только ДТ у спортсменов контрольной группы (рис.).

Следовательно, ГВТ и ДТ спортсменов основной группы привели к повышению их устойчивости как к вентиляционной, так и двигательной гипоксии. Только ДТ у спортсменов контрольной группы увеличили на меньшую величину их устойчивость к вентиляционной и двигательной гипоксии. Ранее нами был зарегистрирован такой же результат эффективности ГВТ у различных групп спортсменов [4, 5].

Концентрация пирувата. У спортсменов основной и контрольной групп в исходном состоянии концентрация пирувата в крови была выше нормы $0,05-0,1$ ммоль/л для здоровых людей в покое при анализе крови натощак [2, 3], что указывало на повышенный уровень аэробного гликолиза у спортсменов во время забора крови для анализа. Концентрация пирувата не зависела от функционального состояния спортсменов (табл. 1).

После ГВТ и ДТ у спортсменов основной группы при всех исследованных функциональных состояниях концентрация пирувата в крови увеличилась статистически значимо при $p=0,0004$. В состоянии покоя это увеличение было на $175\pm 25\%$, при максимальной произвольной ЗД в покое на $100\pm 33\%$ и при физической работе, сочетающейся с максимальной произвольной ЗД, на $75\pm 25\%$ (табл. 1). Концентрация пирувата увеличилась больше в состоянии покоя и меньше при максимальной произвольной ЗД в покое и при физической работе, сочетающейся с максимальной произвольной ЗД.

После только ДТ у спортсменов контрольной группы концентрация пирувата в крови спортсменов статистически не изменилась ($0\pm 14\%$) в покое и при максимальной произвольной ЗД в покое ($17\pm 17\%$). Небольшое увеличение на $33\pm 17\%$ пирувата было при физической нагрузке, сочетающейся с максимальной произвольной ЗД, которое не было статистически значимым (табл. 1).

Динамика концентрации пирувата в крови (ммоль/л) спортсменов основной группы после гиповентиляционных и двигательных тренировок и спортсменов контрольной группы после только двигательных тренировок

Функциональное состояние спортсменов	Группы спортсменов	В состоянии физического покоя	После максимальной произвольной задержки дыхания в покое	После физической нагрузки на фоне максимальной произвольной задержки дыхания
Исходное состояние	Основная группа	0,4±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1
	Контрольная группа	0,7±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1
После тренировок	Основная группа	1,1±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1
	Контрольная группа	0,7±0,1	0,7±0,1	0,8±0,1

Следовательно, ГВТ и ДТ у спортсменов основной группы сопровождались увеличением концентрации пирувата в крови во всех трех функциональных состояниях. Только ДТ у спортсменов контрольной группы не вызывали изменения концентрации пирувата в крови во всех функциональных состояниях. Увеличение концентрации пирувата в крови спортсменов основной группы по сравнению с контрольной группой было статистически значимым при $p=0,0005$ во всех функциональных состояниях.

Увеличение концентрации пирувата в крови у спортсменов основной группы указывало на увеличение скорости аэробного окисления в глюкозы во всех трех исследованных функциональных состояниях [2, 3], что могло быть одним из физиологических механизмов повышения гипоксической устойчивости и физической работоспособности спортсменов.

Концентрация лактата. У спортсменов основной и контрольной групп в исходном состоянии концентрация лактата в крови не зависела от функционального состояния обследованных людей и была выше нормы 0,5-2,2 ммоль/л [2, 6], что могло быть связано с увеличенной концентрацией пирувата, который всегда частично превращается в лактат (табл. 2).

После ГВТ и ДТ у спортсменов основной группы концентрация лактата в крови уменьшилась статистически значимо при $p=0,002$ в состоянии покоя на $-40\pm 14\%$ и при максимальной произвольной ЗД в покое на $-70\pm 7\%$ (табл. 2). Сходное статистически значимое при $p=0,003$ уменьшение концентрация лактата в крови было зарегистрировано у спортсменов контрольной группы только после ДТ. В состоянии покоя спортсменов концентрация лактата уменьшилась на $-56\pm 3\%$ и при максимальной произвольной ЗД в покое на $-47\pm 8\%$ (табл. 2). У обеих групп спортсменов уменьшение концентрация лактата могло быть результатом уменьшения образования лактата из пирувата за счет увеличения окисления пирувата в реакциях аэробного гликолиза [2, 6].

После ГВТ и ДТ у спортсменов основной группы при их физической нагрузке на фоне максимальной произвольной ЗД концентрация лактата увеличилась до исходного повышенного уровня, составляя от исходной величины $+2\pm 7\%$ (табл. 2), что указывало на одновременное увеличение как аэробного, так и анаэробного гликолиза. После только ДТ у спортсменов контрольной группы при их физической нагрузке на фоне максимальной произвольной ЗД концентрация лактата увеличилась на $+30\pm 12\%$ статистически значимо при $p=0,04$ (табл. 2). Это указывало на увеличение анаэробного гликолиза при физической нагрузке.

Следовательно, у спортсменов основной и контрольной групп были однонаправленные изменения концентрации лактата в крови. Концентрация лактата в крови уменьшалась в состоянии физического покоя и при максимальной произвольной ЗД в покое, что могло быть связано с уменьшением образования лактата из пирувата. При физической нагрузке на фоне максимальной произвольной ЗД концентрация лактата увеличивалась у спортсменов обеих групп за счет увеличения анаэробного гликолиза при физической нагрузке. Но было и различие между спортсменами двух групп в динамике лактата. У спортсменов основной группы лактат увеличился до исходной величины, а у спортсменов контрольной группы лактат увеличился больше исходной величины, что могло вызвать ацидоз в крови спортсменов контрольной группы, препятствуя увеличению их физической выносливости.

Динамика концентрации лактата в крови (ммоль/л) спортсменов основной группы после гиповентиляционных и двигательных тренировок и спортсменов контрольной группы после только двигательных тренировок

Функциональное состояние спортсменов	Группы спортсменов	В состоянии физического покоя	После максимальной произвольной задержки дыхания в покое	После физической нагрузки на фоне максимальной произвольной задержки дыхания
Исходное состояние	Основная группа	3,5±0,04	2,7±0,2	4,0±0,3
	Контрольная группа	3,2±0,3	3,6±0,5	3,3±0,3
После тренировок	Основная группа	2,1±0,5	1,9±0,2	4,1±0,3
	Контрольная группа	1,4±0,1	1,9±0,3	4,3±0,4

Заключение. В исходном состоянии концентрация пирувата и лактата в крови спортсменов обеих групп была выше нормы, что указывало на ускоренный аэробный гликолиз в предстартовом состоянии спортсменов.

ГВТ и ДТ основной группы спортсменов увеличили устойчивость этих спортсменов к вентиляционной и двигательной гипоксии, обеспечивая выживание органов и тканей организма при максимальной произвольной ЗД в покое и физической работе на фоне максимальной произвольной ЗД. Только ДТ контрольной группы спортсменов также увеличили устойчивость этих спортсменов к гипоксии, но на меньшую величину.

ГВТ и ДТ основной группы спортсменов увеличили у них концентрацию в крови пирувата и уменьшали концентрацию в крови лактата в состоянии физического покоя и при максимальной произвольной ЗД в покое. При физической нагрузке на фоне максимальной произвольной ЗД концентрация пирувата увеличивалась, а лактата не изменялась по сравнению с исходным состоянием. Изменения пирувата и лактата у спортсменов после ГВТ и ДТ указывали на еще большее увеличение у них аэробного гликолиза, что возможно было обусловлено увеличением количества митохондрий в мускулатуре спортсменов.

Только ДТ контрольной группы спортсменов не изменяли у спортсменов концентрацию в крови пирувата и уменьшали концентрацию в крови лактата в состоянии физического покоя и при максимальной произвольной ЗД в покое. При физической нагрузке на фоне максимальной произвольной ЗД концентрация пирувата не изменялась, а лактата увеличилась. Это указывало, что при физической нагрузке на фоне максимальной произвольной ЗД, происходило увеличение анаэробного гликолиза без изменения аэробного гликолиза, что могло вызвать ацидоз в крови контрольной группы спортсменов, препятствуя увеличению их физической выносливости.

Следовательно, ГВТ и ДТ основной группы спортсменов увеличивали аэробный гликолиз в органах и тканях спортсменов. Метаболические процессы в организме спортсменов выходили на новый уровень, обеспечивающий выживание жизненно важных органов в условиях вентиляционной и двигательной гипоксии, что увеличивало резервные возможности спортсменов при физических нагрузках на фоне ЗД. Таким образом, ГТ следует рекомендовать в качестве компонента подготовки спортсменов к высоким результатам.

Литература

1. Кишкун А.А. Диагностика неотложных состояний: руководство для специалистов клинико-диагностической лаборатории и врачей-клиницистов. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 736 с. DOI: 10.33029/9704-5057-4-DNS-2019-1-736.
2. Колесникова Л.И., Власов Б.Я., Колесников С.И., Даренская М.А., Гребенкина Л.А., Натяганова Л.В., Семенова Н.В., Гнусина С.В. Значения лактата, пирувата и их соотношений у пациентов сахарным диабетом 1-го типа // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. № 7(61). С. 405–407. DOI: 10.18821/0869-2084-2016-61-7-405-407.
3. Колотьева Н.А., Гильмиярова Ф.Н., Роль малых молекул в регуляции обмена веществ (обзор литературы) // Клиническая лабораторная диагностика. 2019. № 12(64). С. 716–722. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-12-716-722.

4. Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н., Вагин Ю.Е. Сравнительный анализ эффектов влияния гиповентиляционного дыхания на физическую работоспособность и кардиореспираторные показатели человека при различных по интенсивности физических нагрузках // Теория и практика физической культуры. 2017. № 8. С. 31–33.

5. Фудин Н.А., Классина С.Я., Пигарева С.Н., Вагин Ю.Е. Гиповентиляционные тренировки в сочетании с физическими упражнениями и их влияние на функциональное состояние человека при физической работе до отказа // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. № 1(8). С. 32–38. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.32.

6. Feldman A.G., Sokol R., Hardison R.M., Alonso E.M., Squires R.H., Narkewicz M.R. Lactate and lactate: pyruvate-ratio in the diagnosis and outcomes of pediatric acute liver failure // J Pediatrics. 2017. №182. P. 217–222.e3. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.12.031.

7. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for medical research involving human subjects // JAMA. 2013. №310(20). P. 2191–2194. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.

References

1. Kishkun AA. Diagnostika neotlozhnykh sostoyaniy: rukovodstvo dlya spetsialistov kliniko-diagnosticheskoy laboratorii i vrachey-klinitsistov [Diagnostics of emergency conditions: a guide for specialists in the clinical diagnostic laboratory and clinicians]. Moskva: GEOTAR-Media, 2019:736. DOI: 10.33029/9704-5057-4-DNS-2019-1-736. ISBN 978-5-9704-5057-4. Russian.

2. Kolesnikova LI, Vlasov BYa, Kolesnikov SI, Darenskaya MA, Grebenkina LA, Natyaganova LV, Semenova NV, Gnusina SV. Znacheniya laktata, piruvata i ikh sootnosheniy u patsiyentov sakharnym diabetom 1-go tipa [The values of lactate, pyruvate, and their ratio in patients with diabetes mellitus type I]. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2016;61(7):405–407. DOI: 10.18821/0869-2084-2016-61-7-405-407. Russian.

3. Kolotyeva NA, Gilmiyarova FN. Rol' malykh molekul v regulyatsii obmena veshchestv (obzor literatury) [The role of small molecules in metabolism regulation (review of literature)]. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2019;64(12):716–722. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-12-716-722. Russian.

4. Fudin NA, Klassina SYa, Pigareva SN, Vagin YuE. Sravnitel'nyy analiz effektivnosti vliyaniya gipoventilyatsionnogo dykhaniya na fizicheskuyu rabotosposobnost' i kardiorespiratornyye pokazateli cheloveka pri razlichnykh po intensivnosti fizicheskikh nagruzkakh [Effects of hypoventilation breathing on physical working capacity and cardiorespiratory rates under step exercises: comparative analysis]. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. 2017;(8):31–33. Russian.

5. Fudin NA, Klassina SYa, Pigareva SN, Vagin YuE. Gipoventilyatsionnyye trenirovki v sochetanii s fizicheskimi upravleniyami i ikh vliyaniye na funktsional'noye sostoyaniye cheloveka pri fizicheskoy rabote do otказа [Hypoventilation trainings combined with physical exercises and their influences on person's functional state in physical work to failure]. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika. 2018;8(1):32–38. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.32. Russia.

6. Feldman AG, Sokol R, Hardison RM, Alonso EM, Squires RH, Narkewicz MR. Lactate and lactate: pyruvate-ratio in the diagnosis and outcomes of pediatric acute liver failure. J Pediatrics. 2017;(182):217–222.e3. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.12.031.

7. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for medical research involving human subjects. JAMA. 2013;310(20):2191–2194. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.

Библиографическая ссылка:

Фудин Н.А., Вагин Ю.Е. Изменение концентрации пирувата и лактата у спортсменов после гиповентиляционных тренировок // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №3. Публикация 3-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-3/3-6.pdf> (дата обращения: 13.06.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-3-3-6. EDN ZEGBNO*

Bibliographic reference:

Fudin NA, Vagin YuE. Izmenenie koncentracii piruvata i laktata u sportsmenov posle gipoventilyatsionnykh trenirovok [Changes in pyruvate and lactate concentrations in athletes after hypoventilation training]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2024 [cited 2024 Jun 13];3 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-3/3-6.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-3-3-6. EDN ZEGBNO

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-3/e2024-3.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY