

УДК 796.525: [612.273.2+613.735]

Ганапольский Вячеслав Павлович, д.м.н., доцент
Кафедра фармакологии ВМедА имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Матыцин Вячеслав Олегович, к.м.н.
Научно-исследовательский отдел (обитаемости) НИЦ
ВМедА имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Ganapolsky Vyacheslav Pavlovich,
federal state budgetary military educational institution of higher education Military Medical Academy
named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Matytsin Vyacheslav Olegovich,
federal state budgetary military educational institution of higher education "Military Medical Academy
named after S.M. Kirov" of the ministry of defense of the Russian Federation

МЕТОДИКА ПЕРЫВИСТЫХ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК ПРИ ПОДГОТОВКЕ АЛЬПИНИСТОВ

Аннотация. На основании анализа литературы и проведения собственных исследований предлагается методический подход по физиологическому сопровождению альпинистских команд, готовящихся к восхождению, включающий в себя проведение курса перывистых гипоксических гипобарических тренировок в условиях барокамеры. Курс гипоксических тренировок альпинистов предлагается проводить в условиях моделирования высот не более 3000 м над уровнем моря, в ежедневном режиме, не менее 10 подъемов продолжительностью 1 час, с проведением пульсоксиметрического мониторинга. С целью контроля физической работоспособности и выносливости альпинистов рекомендовано выполнение перед курсом тренировок и после их завершения кардиореспираторного нагрузочного теста на велоэргометре с оценкой максимальной мощности мышечной работы, значения максимального потребления кислорода на максимуме физической нагрузки и порога анаэробного окисления. Данный подход апробирован с участием команды из 8 альпинистов (6 мужчин, 2 женщины) с разным возрастом и степенью подготовки. Проведенное сравнение итоговых показателей нагрузочных тестов с исходными показало, что все альпинисты сохраняли физическую работоспособность и выносливость после завершения курса гипоксических тренировок.

Ключевые слова: анаэробный порог, потребление кислорода, физическая работоспособность, альпинисты, гипоксия, гипобарическая тренировка.

АЛЬПИНИСТТЕРДИ ДАЯРДОДОГУ ҮЗГҮЛТҮКТҮҮ ГИПОКСИЯЛЫК МАШЫГУУЛАР ЫКМАСЫ

Аннотация. Адабияттарды талдоонун жана өзүбүздүн изилдөөлөрүбүздүн негизинде даярдалып жаткан альпинизм командаларына барокамера шартында үзгүлтүктүү гипоксиялык гипобарикалык машыгуу курсун камтыган физиологиялык жактан камсыз кылуу ыкмасы сунуш кылынат. Альпинисттер үчүн гипоксиялык машыгуу курсун деңиз деңгээлинен 3000 м ашпаган бийиктиктере, күн сайын 1 саат ичинде 10 жолу бийиктикке көтөрүлүү, пульсоксиметрдик мониторингди жүргүзүп туруу шарттарында өткөрүү сунушталат. Альпинисттердин физикалык көрсөткүчтөрүн жана чыдамкайлыгын контролдоо максатында булчуң ишинин максималдуу күчүн, максималдуу кычкылтек керектөөсүн жана анаэробдук кычкылдануу босогосун баалоо менен курска чейин жана алар аяктагандан кийин велосипед эргометринде кардиореспиратордук тесттен өткөрүү сунушталат. Бул ыкма ар турдуу курактагы жана даярдыктагы 8 альпинисттерден (6 эркек, 2 аял) турган топ менен сыналган. Гипоксиялык машыгуу курсун аяктагандан кийин бардык альпинисттер физикалык көрсөткүчтөрүн жана чыдамкайлыгын сактап калышкан.

Негизги сөздөр: анаэробдук босого, кычкылтекти керектөө, физикалык көрсөткүчтөр, альпинисттер, гипоксия, гипобарикалык машыгуу.

THE METHOD OF INTERMITTENT HYPOXIC TRAINING IN THE PREPARATION OF CLIMBERS

Abstract. A methodological approach for the physiological support of climbing teams preparing for ascent, based on the analysis of the literature and our own research, which includes a course of intermittent hypoxic hypobaric training in the conditions of the hypobaric chamber, is proposed. The course of hypoxic training of climbers is proposed to be carried out under conditions of modeling heights of less than 3000 m above sea level, at least 10 ascents lasting 1 hour daily, with pulse oximetry monitoring. In order to control the physical performance and endurance of climbers, it is recommended to perform a cardiorespiratory test on a bicycle ergometer before and after training with an assessment of the maximum power of muscle work, the value of maximum oxygen consumption at peak exercise and the anaerobic threshold. This approach was tested with the participation of a team of 8 climbers (6 men, 2 women) with different ages and levels of training. The comparison of the final indicators of cardiorespiratory tests with the initial ones showed that all climbers retained physical performance and endurance after completing the course of hypoxic training.

Key words: anaerobic threshold, oxygen consumption, physical performance, climbers, hypoxia, hypobaric training.

Введение. Для подготовки альпинистов главное значение имеет значение имеет общая физическая подготовка и тренировка выносливости, а также развитие специфических профессиональных навыков, применяемых в условиях горной местности. Тем не менее, горная местность имеет весьма важную особенность – сниженное парциальное давление кислорода в атмосфере, что может оказывать значительное влияние на функционирование организма человека. Недостаток кислорода вызывает развитие у человека высотной гипоксии, следствием чего может явиться снижение его физической работоспособности вплоть до неспособности выполнить задачу из-за проявлений горной болезни. В свою очередь, потеря работоспособности хотя бы у одного члена команды ставит под угрозу срыва выполнение спортивной или профессиональной задачи всей командой. Следовательно, возникает необходимость адаптации альпинистов к высотной гипоксии, поскольку показано, что уровень физической подготовки может не оказывать влияния на чувствительность к высотной гипоксии, а для снижения данной чувствительности необходимы гипоксические тренировки [1]. Еще Поль Бер в 1878 году установил, что пониженное парциальное давление кислорода в атмосфере является стимулом для развития адаптационных реакций [2]. Задача гипоксической тренировки состоит в срочной адаптации организма человека к гипоксии с последующим формированием устойчивого долговременного структурного следа этой адаптации [3]. Поэтому в системе подго-

товки альпинистов важное место занимают гипоксические тренировки.

В настоящее время гипоксические тренировки широко применяются для тренировки спортсменов, в том числе высокого класса, и повышении их устойчивости к гипоксии. Для гипоксических тренировок используют не только проведение выездных тренировок в горной местности, но также гипобарические камеры (барокамеры), моделирующие горные условия с пониженным атмосферным давлением, либо нормобарические камеры, в которых гипоксия создается за счет уменьшения процентного содержания кислорода при нормальном атмосферном давлении. Считается, что как гипербарические, так и нормобарические гипоксические тренировки являются адекватной заменой тренировкам в горной местности. Так, показано, что реакция организма здоровых людей в покое и при физических нагрузках в условиях горной местности на высоте 3375 м над уровнем моря в целом соответствует таковой при моделировании аналогичных гипоксических условий как в нормобарической камере, так и в барокамере, понижающей атмосферное давление [4].

Исследования показывают, что оптимальным режимом гипоксических тренировок спортсменов является моделирование высоты 2000–4000 м над уровнем моря [4–6]. Вместе с тем гипоксические тренировки с подъемами на большие высоты, 4000–5500 м, оказались недостаточно эффективными как для повышения работоспособности спортсменов, так и для улучшения транспорта кислорода кровью [7]. Также

имеются наблюдения, что чередование гипоксических тренировок на высотах около 2500 м с физическими тренировками, выполняемыми в условиях высот, соответствующих уровню моря, является оптимальным режимом подготовки спортсменов. Проведение же физических тренировок в условиях моделирования высотной гипоксии приводит к снижению работоспособности и выносливости спортсменов [8].

Таким образом, **целью** настоящей работы явилась отработка методологии проведения прерывистых гипоксических тренировок альпинистов в условиях барокамеры при подготовке команды к соревнованиям.

Материалы и методы исследования. Под наблюдением состояла команда альпинистов (8 мужчин, 2 женщины), проходившая подготовку к соревнованиям по восхождению на Эльбрус. Возрастной состав группы неоднородный: 5 участников молодого возраста (19–25 лет), 3 участника среднего возраста (34–47 лет) и 2 человека старшей возрастной группы (61 и 62 года). Все участники имели хорошую общую физическую подготовку, но по альпинистскому стажу члены команды отличались: стаж более 5 лет имели 3 человека, из них более 15 лет – двое, стаж от 1 до 3 лет имели 5 участников, двое готовились к восхождению впервые.

Физическую работоспособность и выносливость альпинистов оценивали с помощью кардиореспираторного теста с физической нагрузкой на компьютерной эргоспирометрической установке MetaLyser V3 (Германия) с подключенным велоэргометром. Перед началом теста выполняли оценку функций внешнего дыхания с анализом кривой «поток-объем». После 2-минутного периода разогрева без нагрузки на велоэргометр подавали начальную нагрузку 25 Вт, которая постепенно возрастала со скоростью 20 Вт/мин (рамповый протокол), альпинист крутил педали до достижения им максимально переносимой нагрузки (до «отказа»). В ходе теста контролировали электрокардиограмму, частоту сердечных сокращений, артериальное давление, объем легочной вентиляции, потребление кислорода и выделение углекислого газа. Регистрировали максимальную достигнутую мощность мышечной работы, значение максимального потребления кислорода на максимуме физической нагрузки, точку порога анаэробного окисления.

Гипоксические тренировки команды выполняли в термобарокомплексе «Табай» (Япо-

ния) по схеме: 10 барокамерных подъемов ежедневно, высота первого подъема составила 1500 м, второго 2000 м, третьего 2500 м, высота четвертого и остальных подъемов составила 3000 м, продолжительность каждого подъема составляла один час. Для оценки насыщения крови кислородом и частоты пульса во время проведения гипоксических тренировок использовали пульсоксиметры Bitmos Sat 801.

Результаты исследования и их обсуждение. Выбор режима гипоксических тренировок основывался на литературных данных [8], а также на результатах ранее проводившейся тренировки команды альпинистов (15 мужчин в возрасте 23–30 лет). У альпинистов после курса интервальных гипоксических тренировок, представлявших собой восемь сеансов длительностью 1 час в барокамере на высоте 2500 м ежедневно, было выявлено статистически значимое повышение показателей максимального потребления кислорода на пике физической нагрузки на 7%. Также отмечено статистически значимое возрастание значений минутного объема вентиляции на 13%. Это свидетельствовало о том, что использование данного режима прерывистых гипоксических гипобарических тренировок способно повысить физическую выносливость альпинистов [9]. Исходя из данных результатов, была модифицирована схема гипоксических тренировок участников команды, которая представляла собой ежедневные подъемы на термобарокомплексе «Табай», высота первого подъема составила 1500 м, второго 2000 м, третьего 2500 м, высота четвертого и остальных подъемов составила 3000 м; всего выполнено 10 подъемов, продолжительность каждого подъема составляла один час. Участники находились в камере в условиях покоя в креслах.

Физиологическое сопровождение гипоксических тренировок команды альпинистов заключалось в выполнении следующих мероприятий:

Проведение исходного нагрузочного тестирования. Каждый член команды перед началом гипоксических тренировок выполняет кардиореспираторный тест с максимальной физической нагрузкой с использованием велоэргометра в условиях постепенно повышающейся нагрузки по рамповому протоколу. Непосредственно перед тестом проводят спирометрическое исследование, основными показателями

которого являются функциональная жизненная емкость легких и объемы форсированного выдоха. В тесте определяют комплекс показателей, основными из которых являются максимальное потребление кислорода и максимальная достигнутая нагрузка.

Проведение гипоксических тренировок в барокамере. Предпочтительный режим подъемов ежедневный, общий курс не менее 10 подъемов. Оптимальные высоты для гипоксических тренировок составляют не более 3000 м. Во время каждой тренировки с целью объективной оценки состояния альпинистов рекомендовано мониторирование показателей насыщения крови кислородом и частоту пульса при помощи пульсоксиметров. При проведении тренировок не было зарегистрировано случаев выхода пульсоксиметрических показателей за пределы нормативных значений.

Проведение итогового нагрузочного тестирования. После завершения курса гипоксических тренировок рекомендовано проведение кардиореспираторного нагрузочного теста и спирометрического исследования по схемам, аналогичным исходному обследованию. Проведенное сравнение итоговых показателей кардиореспираторного и спирометрического тестов с исходными показало, что все альпинисты сохраняли физическую работоспособность и выносливость после завершения курса гипоксических тренировок.

В настоящее время применение прерывистых гипоксических тренировок в практике подготовки альпинистских команд ограничено

и преследует главным образом научно-исследовательские цели. Однако данные тренировки способствуют не только повышению устойчивости альпинистов к высотной гипоксии и снижению риска развития тяжелых форм горной болезни, но также позволяют поддерживать физическую работоспособность и выносливость альпинистов за счет стимуляции адаптационных реакций организма. Предлагается методический подход к тренировкам команд альпинистов перед восхождением, включающий в себя в качестве обязательных компонентов проведение курса гипоксических тренировок с исходным и итоговым нагрузочным тестированием.

Выводы. Предложен методический подход по физиологическому сопровождению альпинистских команд, готовящихся к восхождению в горы, включающий в себя:

1. Курс прерывистых гипоксических тренировок членов команды в условиях барокамеры с моделированием высот до 3000 м над уровнем моря, в ежедневном режиме, не менее 10 подъемов продолжительностью 1 час. Непосредственно при выполнении гипоксических тренировок выполняется пульсоксиметрия.

2. С целью контроля физической работоспособности и выносливости альпинистов рекомендовано выполнение перед курсом тренировок и после их завершения кардиореспираторного нагрузочного теста на велоэргометре с оценкой максимальной мощности мышечной работы, значения максимального потребления кислорода на максимуме физической нагрузки и порога анаэробного окисления.

Список литературы:

1. Luks A.M. Physiology in Medicine: A physiologic approach to prevention and treatment of acute high-altitude illnesses // Journal of Applied Physiology. American Physiological Society. – 2014. – Vol. 118, № 5. – P.509–519.
2. Bert P. La Pression Barométrique: Recherches De Physiologie Expérimentale. – Paris: Masson, 1878.
3. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – Москва: Медицина, 1988. – 252с.
4. Woods D.R. et al. Markers of physiological stress during exercise under conditions of normoxia, normobaric hypoxia, hypobaric hypoxia, and genuine high altitude // Eur. J. Appl. Physiol. – 2017. – Vol.117, № 5. – P. 893–900.
5. Левшин И.В. и др. Физиологические закономерности гипоксических воздействий на функциональное состояние системы внешнего дыхания спортсменов в спорте высших достижений // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2010. – Т.67, № 9. – С. 62–66.
6. Kim S.-H. et al. Effects of 2-week intermittent training in hypobaric hypoxia on the aerobic energy metabolism and performance of cycling athletes with disabilities // J Phys Ther Sci. – 2017. – Vol. 29, № 6. – P.1116–1120.
7. Rodriguez F.A. et al. Performance of runners and swimmers after four weeks of intermittent hypobaric hypoxic exposure plus sea level training // J. Appl. Physiol. – 2007. – Vol.103, № 5. – P.1523–1535.
8. Levine B.D. Intermittent hypoxic training: fact and fancy // High Alt. Med. Biol. – 2002. – Vol. 3, № 2. – P.177–193.
9. Гананольский В.П. и др. Повышение физической работоспособности спортсменов на основе интервальной гипоксической тренировки // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 10. – С.18–19.