Применение дополнительного искусственного гипоксического воздействия в процессе подготовки квалифицированных спортсменов

Грушин А. А.¹, Нагейкина С. В.²

В статье представлены результаты исследований по использованию дополнительного искусственного гипоксического воздействия на организм спортсменов как фактора повышения физической работоспособности.

Рассматривается использование гипоксических палаток и гипоксических генераторов в качестве специального оборудования, позволяющего создавать искусственную гипоксическую среду, в которой находится спортсмен во время ночного сна и дневного отдыха.

Данная работа была направлена на апробацию интегративного подхода к организации тренировочного процесса по схеме "Живи высоко — тренируйся низко" на протяжении достаточно длительного периода времени спортивной подготовки квалифицированных спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках. В зависимости от задач и наличия оборудования рассматриваются два варианта применения искусственной гипоксии:

1. Ступенчато-возрастающее воздействие без учета индивидуальных особенностей спортсмена.
2. Вариативное воздействие с учетом индивидуальных особенностей.

Ключевые слова: гипоксия, гипоксические палатки, индивидуальная гипоксическая доза, горная подготовка, гипоксическая переносимость, гипоксическая восприимчивость.

Отношения и деятельность: нет.

¹АНО "Инновационный центр Олимпийского комитета России", Москва;

²ФГБОУ ВПО "Государственный университет по землеустройству", Москва, Россия.

Грушин А. А.* — к.п.н., профессор, заслуженный тренер СССР и РФ, генеральный директор, ORCID: 0000-0002-5601-241X, Нагейкина С. В. — доцент кафедры физической культуры и спорта, ORCID: 0000-0001-7305-9546.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
5854712@mail.ru

ИВ — индекс восстановления, I-Нур₆₀₀₀ — гипоксическая восприимчивость, показатель, измеряемый вечером с имитацией высотного уровня в 6000 м над уровнем моря, SpO₂ утр — гипоксическая переносимость, величина насыщения крови кислородом (в случае нахождения спортсмена на высоте), SpO₂3000 — гипоксическая переносимость, уровень насыщения крови кислородом после 10 минутного пребывания в гипоксической среде, имитирующей условия высоты в 3000 м над уровнем моря (в случае нахождения спортсмена на равнине), tHb-mass — увеличение общей гемоглобиновой массы, VO₂ max — величина максимального потребления кислорода, VO₂ пано — потребление кислорода на уровне порога анаэробного обеспечения.

Рукопись получена 15.05.2021

Рецензия получена 25.05.2021

Принята к публикации 31.05.2021

Для цитирования: Грушин А. А., Нагейкина С. В. Применение дополнительного искусственного гипоксического воздействия в процессе подготовки квалифицированных спортсменов. *Академия медицины и спорта*. 2021;2(2):21-26. doi:10.15829/2712-7567-2021-29

Hypoxic training in qualified athletes

Grushin A. A.¹, Nageikina S. V.²

The paper presents the results of studies on the use of hypoxic training in athletes as a factor increasing physical performance.

The article considers the use of altitude tents and hypoxic generators to create an artificial hypoxic environment in which an athlete spends time during night sleep and daytime rest.

This work was aimed at testing an integrative approach to organizing the long-term training according to the Live High/Train Low method for qualified cross-country skiing athletes. Depending on the tasks and the availability of equipment, two options of artificial hypoxia are considered:

1. Incrementally increasing hypoxic exposure without taking into account the individual athlete's characteristics.
2. Variable hypoxic exposure, taking into account individual characteristics.

Keywords: hypoxia, altitude tents, individual hypoxic dose, mountaineering training, hypoxia tolerance, hypoxia susceptibility.

Relationships and Activities: none.

¹Innovation Center of the Russian Olympic Committee, Moscow; ²State University of Land Use Planning, Moscow, Russia.

Grushin A. A.* ORCID: 0000-0002-5601-241X, Nageikina S. V. ORCID: 0000-0001-7305-9546.

*Corresponding author:
5854712@mail.ru

Received: 15.05.2021

Revision Received: 25.05.2021

Accepted: 31.05.2021

For citation: Grushin A. A., Nageikina S. V. Hypoxic training in qualified athletes. *Academy of medicine and sports*. 2021;2(2):21-26. doi:10.15829/2712-7567-2021-29

К настоящему времени накоплен большой объем исследовательской информации по проблеме воздействия гипоксических условий на организм спортсменов.

Получили признание такие модели тренировки, как: “Живи высоко — тренируйся высоко” [1] и “Живи высоко — тренируйся низко” [2].

Последняя концепция в значительной мере сформировалась в последние годы. Однако результаты, полученные при ее использовании, немногочисленны и противоречивы. Модель “Живи высоко — тренируйся низко” связана с необходимостью смены высотных уровней, т.е. тратой времени на челночные переезды, а также отсутствием возможностей индивидуального подбора высоты проживания.

Искусственная гипоксия имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной естественной горной подготовкой, которые позволяют нивелировать эти недостатки.

Во-первых, возможна точная индивидуальная градация воздействия гипоксии за счет изменения значений парциального давления кислорода.

Во-вторых, отпадает необходимость в челночных переездах, связанных с необходимостью смены используемых высот.

Еще одним принципиально важным преимуществом искусственной гипоксии является возможность ее применения на любой базе подготовки, в любых географических или климатических условиях. Умело варьируя параметрами создаваемого гипоксического воздействия, можно с учетом индивидуальных особенностей спортсменов добиваться необходимой степени избирательного воздействия на основные физиологические функции организма.

К сожалению, до сих пор не ясен механизм, с помощью которого использование методики тренировки “Живи высоко — тренируйся низко” приводит к увеличению аэробной производительности [3, 4]. Существует гипотеза, что эффект увеличения работоспособности может обеспечиваться за счет возрастания величины максимального потребления кислорода ($\dot{V}O_{2\max}$), что, в свою очередь, может происходить вследствие увеличения общей гемоглобиновой массы (tHb-mass), индуцированного гипоксией.

Цель исследования — обоснование и апробирование методик целенаправленного управления функциональным состоянием систем аэробной работоспособности через дозированное дополнительное гипоксическое воздействие в период восстановления и отдыха.

Материал и методы

Исследовательские работы длительностью более 240 дней были проведены Олимпийским комитетом России с привлечением АНО “Инновационный центр Олимпийского комитета России”, АНО “Центр

медико-биологических инноваций” и коллектива “Центра лыжного спорта” г. Иваново. В исследовании приняли участие 12 представителей циклических видов спорта, имеющих спортивную квалификацию, кандидат в мастера спорта и мастер спорта по лыжным гонкам. Средний возраст спортсменов-мужчин 19 лет. Реализация данного проекта осуществлялась в 2 этапа.

I этап исследования

1. Подборка тестов и оценочных шкал перевода показателей тестов в балльную систему с целью выявления индивидуальных “высотных” (гипоксических) доз воздействия на организм спортсмена.

2. Выработка методики определения “начальной высоты”, т.е. стартовой индивидуальной гипоксической “дозы”.

3. Формирование контрольной и экспериментальной групп.

II этап исследования

1. Экспериментальная проверка схемы применения ступенчато-возрастающего гипоксического воздействия на повышение физической работоспособности без учета индивидуальных особенностей спортсмена.

2. Выявление методики использования искусственного гипоксического воздействия с учетом индивидуальных особенностей организма.

Изменения уровня физической подготовленности выявились по результатам лабораторных тестирований в ступенчато-возрастающем тесте “до отказа” с использованием газо-анализа, биохимии и методов контроля за гемодинамикой в условиях “нормоксии” и “гипоксии”.

Тест со ступенчато повышающейся нагрузкой до отказа проводился на беговой дорожке с углом наклона в 5%. Начальная скорость 5 км/ч с последующим увеличением каждые 2 мин на 2 км/ч.

Легочный газообмен с определением стандартного набора показателей регистрировался с помощью газоанализатора “Cortex Metolysler 3-B-R2” (Германия).

Для выявления эффективности гипоксического воздействия применялась стандартная методика определения концентрации гемоглобина (Hb), гематокрита (Ht) и дополнительно, впервые в нашей стране, была использована методика tHb-mass.

Измерения tHb-mass осуществлялись на основе методики возвратного дыхания монооксидом углерода [5] с использованием анализатора газов крови (ABL80FLEX, Дания).

Величина “гипоксической дозы” в виде “высотного уровня” определялась результатом суммарного воздействия на организм показателей индивидуальных гипоксических особенностей спортсмена: “гипоксической восприимчивости” (“гипоксический индекс, I-Нур₆₀₀₀”), гипоксической переносимости ($SpO_{2\text{ утр}}$ и $SpO_{2\text{ 3000}}$), а также его реакцией на нагруз-

Таблица 1

Бальная шкала оценки результатов теста

Тест	I-Нур ₆₀₀₀			SpO ₂ утр или SpO ₂ 3000			ИБ		
Значения	0-1,9	2-3	>3	≤87%	88-93%	≥94%	0-39%	40-69%	70-100%
Баллы	0	1	2	0	1	2	0	1	2

Сокращения: ИВ — индекс восстановления, I-Нур₆₀₀₀ — гипоксическая восприимчивость, показатель, измеряемый вечером с имитацией высотного уровня в 6000 м над уровнем моря, SpO₂ утр — гипоксическая переносимость, величина насыщения крови кислородом (в случае нахождения спортсмена на высоте), SpO₂ 3000 — гипоксическая переносимость, уровень насыщения крови кислородом после 10 минутного пребывания в гипоксической среде, имитирующей условия высоты в 3000 м над уровнем моря (в случае нахождения спортсмена на равнине).

Таблица 2

Подбор индивидуальной начальной высоты нахождения спортсмена в гипоксической палатке

I-Нур ₆₀₀₀		SpO ₂ 3000		Сумма баллов за оба теста	Начальная высота в метрах над уровнем моря
Значение I-Нур ₆₀₀₀	Баллы	Значение SpO ₂ 3000	Баллы		
0-1,9	0	≤87%	0	0	1500
0-1,9	0	88-93%	1	1	1500
0-1,9	0	≥94%	2	2	1800
2-3	1	≤87%	0	1	1500
2-3	1	88-93%	1	2	1800
2-3	1	≥94%	2	3	2100
>3	2	≤87%	0	2	1800
>3	2	88-93%	1	3	2100
>3	2	≥94%	2	4	2100

Сокращения: I-Нур₆₀₀₀ — гипоксическая восприимчивость, показатель, измеряемый вечером с имитацией высотного уровня в 6000 м над уровнем моря, SpO₂ 3000 — гипоксическая переносимость, уровень насыщения крови кислородом после 10 минутного пребывания в гипоксической среде, имитирующей условия высоты в 3000 м над уровнем моря (в случае нахождения спортсмена на равнине).

ку на основе частотного анализа вариабельности сердечного ритма (HR).

Научно-исследовательские работы проводились с использованием гипоксических генераторов (Нурхико Everest Summit II); гипоксических палаток (Нурхико Altitude Pro Tekt) дыхательных масок, пульсоксиметров (“Norin” 8600, США), ЭКГ-регистраторов “First-beat Bodyyard” с программным обеспечением.

Из всего спектра исследуемых показателей по контролю за функциональной подготовленностью были отобраны наиболее знакомые тренерам-практикам: VO_{2 max} и потребление кислорода на уровне порога анаэробного обеспечения (VO_{2 пано}).

В рамках данных исследовательских работ проведено 10 лабораторных обследований в условиях “нормоксии” и “гипоксии”.

С целью формирования контрольной и экспериментальной групп и отработки процедур проведения тестов по выявлению гипоксических особенностей спортсменов-испытателей были проведены 2 тренировочных мероприятия.

Аэробные методики применения дополнительного искусственного воздействия реализовались на четырех тренировочных мероприятиях, проводимых как в условиях равнины (0 м над уровнем моря), так и в условиях “среднегорья” (1500 м над уровнем моря) [6].

Таблица 3

Усредненные данные спортсменов контрольной и экспериментальной группы

Показатели	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Возраст	19,7 лет	18,9 лет
Вес	67,7 кг	69,2 кг
VO _{2 max}	4,3 л	4,5 л
	63,5 мл/мин/кг	64,2 мл/мин/кг
VO _{2 пано}	56,26 мл/мин/кг	57,14 мл/мин/кг
VO _{2 пано} /VO _{2 max}	88,5%	89,0%
tHb-mass	800 гр	810 гр
	11,747 г/кг	11,877 г/кг
Hb	157	160
Ht	46%	47%

Примечание: n=12, внутри групповое отличие p<0,05, отличие между группами p<0,05.

Сокращения: Hb — гемоглобин, Ht — гематокрит, tHb-mass — увеличение общей гемоглобиновой массы, VO_{2 max} — величина максимального потребления кислорода, VO_{2 пано} — потребление кислорода на уровне порога анаэробного обеспечения.

Дополнительное искусственное гипоксическое воздействие осуществлялось посредством применения гипоксических палаток, в которых спортсмены экс-

периментальной группы находились во время ночного сна и дневного отдыха (~9 ч/сут.).

Тренировочная программа для спортсменов контрольной и экспериментальной групп была идентична.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования была подобрана батарея тестов для выявления гипоксических особенностей спортсмена, которые в дальнейшем ис-

пользовались для определения индивидуальной гипоксической дозы:

1. I-Нур₆₀₀₀ — показатель, измеряемый вечером с имитацией высотного уровня в 6000 м над уровнем моря.

$$I\text{-Нур}_{6000} = T_c/T_b,$$

где T_c — время снижения показателя насыщения артериальной крови кислородом на 20% ниже исходного уровня или до порога минимальной степени насыщения $SpO_2 = 80\%$ [7]. T_b — время восстановления SpO_2 до исходного уровня.

2. “Гипоксическая переносимость” SpO_2 — показатель, измеряемый сразу же после пробуждения. Существуют две его разновидности:

— $SpO_{2\text{ утр}}$ — величина насыщения крови кислородом (в случае нахождения спортсмена на высоте);

— SpO_{23000} — уровень насыщения крови кислородом после 10 минутного пребывания в гипоксической среде, имитирующей условия высоты в 3000 м над уровнем моря (в случае нахождения спортсмена на равнине).

3. “Индекс восстановления” (ИВ) — частотный анализ variability сердечного ритма (HR), регистрируемого в период ночного сна.

Необходимость приведения результатов тестирований к единой схеме восприятия особенностей спортсмена привела к бальной схеме их оценки (табл. 1).

По результатам тестов на I-Нур₆₀₀₀ и SpO_{23000} , с учетом системы их бальной оценки, выявляется “начальный” или “стартовый” высотный уровень, создаваемый в гипоксической палатке искусственной гипоксической средой, в которой изначально целесообразно находиться спортсмену (табл. 2).

По результатам лабораторных тестирований, с учетом влияния условий “нормоксии” (0 м над

Таблица 4

Протокол ступенчато-возрастающего гипоксического воздействия без учета индивидуальных особенностей спортсмена

	Сутки	Высота в метрах над уровнем моря
Шаг 1	1	1500
	2	1500
	3	1500
Шаг 2	4	1800
	5	1800
	6	1800
Шаг 3	7	2100
	8	2100
	9	2100
Шаг 4	10	2400
	11	2400
	12	2400
Шаг 5	13	2700
	14	2700
	15	2700
Шаг 6	16	3000
	17	3000
	18	3000

Таблица 5

Динамика показателей функциональной подготовленности спортсменов

Показатели		Наименование групп	Контрольная группа	Экспериментальная группа
VO _{2 max}	До эксперимента		63,5 мл/мин/кг	64,2 мл/мин/кг
	После эксперимента		65,8 мл/мин/кг	67,97 мл/мин/кг
	Прирост		+1,8%	+2,9%
VO _{2 пано}	До эксперимента		56,26 мл/мин/кг	57,14 мл/мин/кг
	После эксперимента		57,72 мл/мин/кг	59,53 мл/мин/кг
	Прирост		+2,6%	+4,2%
tHb-mass	До эксперимента		800 гр	810 гр
	После эксперимента		817,6 гр	842 гр
	Прирост		+2,2%	+4,0%
Hb	До эксперимента		157	160
	После эксперимента		157,9	161,76
	Прирост		+0,6%	+1,1%

Примечание: n=12, внутри групповое отличие $p < 0,05$, отличие между группами $p < 0,05$.

Сокращения: Hb — гемоглобин, tHb-mass — увеличение общей гемоглобиновой массы, VO_{2 max} — величина максимального потребления кислорода, VO_{2 пано} — потребление кислорода на уровне порога анаэробного обеспечения.

=0			=1			=2		
I-Hyp ₆₀₀₀	ИБ	SpO ₂ _{утр}	Сумма	Действие	Величина			
0-1,9	0-39%	≤87%	0		-300 м			
0-1,9	0-39%	88-93%	1	↓	-300 м			
0-1,9	0-39%	≥94%	2	→	0			
0-1,9	40-69%	≤87%	1	↓	-300 м			
0-1,9	40-69%	88-93%	2	→	0			
0-1,9	40-69%	≥94%	3	→	0			
0-1,9	70-100%	≤87%	2	→	0			
0-1,9	70-100%	88-93%	3	→	0			
0-1,9	70-100%	≥94%	4	→	+300 м			
2-3	0-39%	≤87%	1	↓	-300 м			
2-3	0-39%	88-93%	2	→	0			
2-3	0-39%	≥94%	3	→	0			
2-3	40-69%	≤87%	2	→	0			
2-3	40-69%	88-93%	3	→	0			
2-3	40-69%	≥94%	4	↑	+300 м			
2-3	70-100%	≤87%	3	→	0			
2-3	70-100%	88-93%	4	↑	+300 м			
2-3	70-100%	≥94%	5	↑	+300 м			
>3	0-39%	≤87%	2	→	0			
>3	0-39%	88-93%	3	→	0			
>3	0-39%	≥94%	4	↑	+300 м			
>3	40-69%	≤87%	2	→	0			
>3	40-69%	88-93%	4	↑	+300 м			
>3	40-69%	≥94%	5	↑	+300 м			
>3	70-100%	≤87%	4	↑	+300 м			
>3	70-100%	88-93%	5	↑	+300 м			
>3	70-100%	≥94%	6	↑	+300 м			

Рис. 1. Схема коррекции высоты с шагом ее измерения в 300 м.

Сокращения: ИВ — индекс восстановления, I-Hyp₆₀₀₀ — гипоксическая восприимчивость, показатель, измеряемый вечером с имитацией высотного уровня в 6000 м над уровнем моря, SpO₂_{утр} — гипоксическая переносимость, величина насыщения крови кислородом (в случае нахождения спортсмена на высоте).

уровнем моря) и гипоксии (1500 м над уровнем моря) на организм спортсменов-испытателей, были сформированы 2 группы (контрольная и экспериментальная). Обязательным условием при формировании этих групп было соблюдение принципа эквивалентности (табл. 3).

Выявление влияния искусственной гипоксии на аэробную производительность спортсменов без учета их индивидуальных особенностей, кроме определения “начальной” высоты нахождения атлетов в гипоксической палатке (табл. 2), требует строгого выполнения пошаговых позиций стандартного протокола (табл. 4).

Начальный “высотный” уровень выявлялся на основании данных таблицы 2, а в случае отсутствия оборудования для определения I-Hyp₆₀₀₀ и SpO₂₃₀₀₀ может устанавливаться эмпирическим путем (например, с 1500 м над уровнем моря) с последующим повышением высоты на 300 м через каждые 3 сут. Повышение высоты через каждые 3 сут. соответствует минимальному периоду времени от момента повышения секреции эритропоэтина до момента уве-

личения концентрации гемоглобина в крови [2, 4, 8]. Шаг увеличения высоты в 300 м обосновывается тем, что это наименьшая ступень изменения дозы гипоксического воздействия, где фиксируются достоверные показатели его эффективности [8, 9].

Результаты лабораторных тестирований по выявлению эффективности использования ступенчатого возрастающего гипоксического воздействия в спортивной подготовке квалифицированных спортсменов приведены в таблице 5.

Анализ табличных данных позволяет констатировать факт повышения функциональной подготовленности спортсменов как контрольной группы, так и экспериментальной. Тем не менее, применение искусственного гипоксического воздействия даже без учета индивидуальных особенностей спортсменов привело к более значимому увеличению средних значений VO₂_{max} на 2,9% и показателя tHb-mass на 4,2% в экспериментальной группе против аналогичных данных в 1,8% и 2,6% в контрольной группе.

С целью выявления влияния на организм спортсмена комплексного воздействия естественной

Таблица 6

Показатели	Наименование групп	Контрольная группа	Экспериментальная группа
VO _{2 max}	До эксперимента	65,8 мл/мин/кг	67,97 мл/мин/кг
	После эксперимента	67,34 мл/мин/кг	70,96 мл/мин/кг
	Прирост	+2,3%	+4,4%
VO _{2 пано}	До эксперимента	57,72 мл/мин/кг	59,53 мл/мин/кг
	После эксперимента	59,23 мл/мин/кг	63,86 мл/мин/кг
	Прирост	+2,6%	+7,3%
tHb-mass	До эксперимента	817,6 гр	842 гр
	После эксперимента	850 гр	920 гр
	Прирост	+4,0%	+9,3%
Hb	До эксперимента	157,9	161,76
	После эксперимента	159,8	162,3
	Прирост	+1,2%	+0,4%

Примечание: n=12, внутри групповое отличие p<0,05, отличие между группами p<0,05.

Сокращения: Hb — гемоглобин, tHb-mass — увеличение общей гемоглобиновой массы, VO_{2 max} — величина максимального потребления кислорода, VO_{2 пано} — потребление кислорода на уровне порога анаэробного обеспечения.

и искусственной гипоксии с учетом их индивидуальных особенностей были проведены тренировочные мероприятия в условиях “среднегорья” (1500 м над уровнем моря).

Процедура проведения исследовательских работ по этому направлению, кроме выявления “начальной”, “стартовой” высоты нахождения испытуемых в гипоксических палатках (табл. 2), требует дальнейшую ежедневную коррекцию высотного уровня искусственной гипоксической среды, создаваемой в гипоксических палатках.

На основании результатов тестов по определению показателей I-Нур₆₀₀₀, SpO_{2 утр} и ИВ используется схема коррекции высотного уровня с шагом ее изменения в 100 или 300 м (рис. 1).

Результаты исследовательских работ по выявлению эффективности использования дополнительного искусственного гипоксического воздействия на фоне влияния естественных горных условий приведены в табл. 6.

Анализ данных лабораторных обследований свидетельствует о более высокой эффективности использования дополнительного искусственного гипоксического воздействия.

Литература/References

- Gurvican L, Martin O, Quod M, et al. Time course of the hemoglobin mass response to natural altitude training in elite endurance cyclists. *Scand J Med Sci Sports*. 2012;22(1):95-103. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01145.x.
- Levine BD, Stray-Gundersen J. “Living high — training low”: effect of moderate — altitude acclimatization with low — altitude training of performance. *J Appl Physiol* (1985). 1997;83(1):102-12. doi:10.1152/jappl.1997.83.1.102.
- Gore CJ, Hahn AG, Burge CM, et al. VO_{2 max} and hemoglobin mass of trained athletes during high intensity training. *Int J Sports Med*. 1997;18(6):477-82. doi:10.1055/s-2007-972667.
- Friedmann B, Jost J, Ratny T, et al. Effects of iron supplementation on total body hemoglobin during endurance training at moderate altitude. *Int J Sports Med*. 1999;20(2):78-85. doi:10.1055/s-2007-971097.
- Schidt W, Prommer N. The optimised CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(5-6):486-95. doi:10.1007/s00421-005-0050-3.
- Suslov FP, Gippereiter EB, Kholodov ZhK. Sports training in mid-mountain conditions. M.: 1999. p. 202. (In Russ.) Суслов Ф.П., Гиппенрейтер Е.Б., Холодов Ж.К. Спортивная тренировка в условиях среднегорья. М.: 1999. 202 с. ISBN 5-85009-351-6.
- Kolchinskaya AZ, Dudarov VP, Kereferov MT, et al. Secondary tissue hypoxia. Kiev: Nauk. dumka, 1983. p. 255. (In Russ.) Колчинская А.З., Дударов В.П., Кереефов М.Т. и др. Вторичная тканевая гипоксия. Киев: Наук.думка, 1983. 255 с.
- Radzievsky PA. Adaptation to hypoxia as a way to increase the efficiency and economy of the body's oxygen regimes and working capacity. *Journal of Hypoxic Medicine*. 1994;(2):57-86. (In Russ.) Радзиевский П.А. Адаптация к гипоксии как способ повышения эффективности и экономичности кислородных режимов организма и работоспособности. *Журнал гипоксической медицины*. 1994;(2):57-86.
- Bulatova MM, Platonov VN. Midlands, highlands, artificial hypoxia in the system of training athletes. *Sports medicine*. 2008;(1):95-119. (In Russ.) Булатова М.М., Платонов В.Н. Среднегорье, высокогорье, искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов. *Спортивная медицина*. 2008;(1):95-119.

В экспериментальной группе, наблюдается более значимый прирост изучаемых показателей: VO_{2 max} выросло на 4,4%, а tHb-mass на 7,3% vs 2,3% и 2,6%, зафиксированных в контрольной группе.

Заключение

1. Обобщение результатов проведенных исследований объективно свидетельствует об эффективности применения дополнительного гипоксического воздействия вне зависимости от географических и климатических условий.

2. Применение искусственной нормобарической гипоксии во время ночного сна и дневного отдыха с помощью гипоксических палаток — один из способов решения проблем, возникающих при использовании тренировочной модели “Живи высоко — тренируйся на равнине”.

3. Повышение аэробной производительности может обеспечиваться за счет возрастания величины VO_{2 max}, уровня VO_{2 пано} и увеличения tHb-mass.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.