

УДК [613.693:615.835.14]:617.57/.58-089.873.4-036.86

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma625401>

# Гипобарическая гипоксическая тренировка как способ реабилитации пациентов, перенесших травматическую ампутацию конечностей

А.А. Благинин, С.В. Будников

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

## АННОТАЦИЯ

Обосновывается возможность применения гипобарической гипоксической тренировки пациентами, перенесшими травматическую ампутацию верхних и/или нижних конечностей, на этапе реабилитации. Исследование проводилось с участием 32 мужчин, находящихся на протезировании конечностей в клиниках Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, предварительно прошедших медицинское обследование с участием врачей-специалистов. Для оценки эффективности проведения гипобарической гипоксической тренировки использовались физиологические и психологические методики оценки функционального состояния и работоспособности пациентов. Данные методики применялись до курса гипобарической гипоксической тренировки, после него и через 10 дней после окончания тренировки. Курс тренировки состоял из 10 сеансов, проводимых ежедневно с помощью современного барокомплекса с барокамерой пониженного давления «БКПД-5-1», в ходе которого осуществлялся ступенчатый «подъем» на 500 м на каждой высоте, начиная с 1500 до 3500 м и пребыванием на заданной высоте в течение 30 мин. Выявлена положительная динамика результатов используемых психологических методик. Доказано, что эффективность гипобарической гипоксической тренировки у больных, перенесших травматическую ампутацию верхних и/или нижних конечностей, увеличивается уже через 10 дней после проведенного курса. Так, после курса гипобарической гипоксической тренировки физический компонент здоровья повысился на 5 %, а психический — на 4 %, а через 10 дней после окончания курса гипобарической гипоксической тренировки на 13 и 7 % соответственно. Личностная тревожность к 10-му сеансу уменьшилась на 5 %, а через 10 дней после окончания курса — на 6,5 % по сравнению с фоновыми показателями. При этом ситуативная тревожность снизилась особенно резко. К 10-му сеансу по сравнению с фоновыми показателями она снизилась на 33 %, а через 10 дней — на 34 %. В результате проведенного курса гипобарической гипоксической тренировки пациенты стали в меньшей степени испытывать состояние тревоги относительно их физических способностей и адаптации в обществе после окончания лечения. Они стали воспринимать ситуацию с ответственностью и личной заинтересованностью. Кроме того, повысились функциональные возможности дыхательной системы и устойчивость организма пациентов к гипоксии. Жизненная емкость легких увеличилась на 8 %, время задержки дыхания на вдохе — на 11 % по сравнению с фоновыми показателями. Таким образом, курс гипобарической гипоксической тренировки следует использовать в системе медицинской реабилитации для оптимизации психического состояния и повышения функциональных возможностей дыхательной системы у пациентов, перенесших травматическую ампутацию верхних и/или нижних конечностей, за счет комплексного благоприятного воздействия ее на организм.

**Ключевые слова:** ампутация конечностей; барокамера; гипоксия; гипобарическая гипоксическая тренировка; гипобаротерапия; проба Штанге; ситуативная тревожность; функциональное состояние организма.

## Как цитировать

Благинин А.А., Будников С.В. Гипобарическая гипоксическая тренировка как способ реабилитации пациентов, перенесших травматическую ампутацию конечностей // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2024. Т. 26, № 3. С. 373–380. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma625401>

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma625401>

# Hypobaric hypoxic training as a rehabilitation method for patients who have suffered traumatic limb amputation

A.A. Blaginin, S.V. Budnikov

Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

The possibility of using hypobaric hypoxic training in patients who have undergone traumatic amputation of the upper and/or lower extremities during rehabilitation is verified. The study was participated by 32 men using prosthetic limbs in the clinics of the Military Medical Academy named after SM Kirov, who were previously examined by medical specialists. To assess the effectiveness of hypobaric hypoxic training, the functional state and performance of patients were used assessed using physiological and psychological methods. These methods were used before the hypobaric hypoxic training, immediately after it, and 10 days after the end of the training. The training course consisted of 10 sessions conducted daily using a modern pressure complex with a low-pressure pressure chamber "BKPD-5-1," during which a stepwise "ascent" of 500 m was implemented out at each altitude, starting from 1500 to 3500 m and staying at the indicated altitude for 30 min. Positive dynamics of the results of the psychological techniques were revealed. The effectiveness of hypobaric hypoxic training in patients who have undergone traumatic amputation of the upper and/or lower extremities increased within 10 days after the course. Thus, physical health improved by 5% and the mental component by 4% after a course of hypobaric hypoxic training and by 13 and 7%, respectively, 10 days after the end of the training. Compared with baseline indicators, by the 10<sup>th</sup> session, personal anxiety decreased by 5% and after 10 days from the end of the course by 6.5%. Moreover, situational anxiety decreased sharply. By the 10th session, it decreased by 33% and after 10 days by 34% compared with baseline values. After hypobaric hypoxic training, patients only experienced mild anxiety regarding their physical abilities and adaptation in society. They began to perceive the situation with responsibility and personal interest. In addition, the functionality of the respiratory system and the body's resistance to hypoxia increased. Compared with baseline indicators, the vital capacity of the lungs increased by 8% and the breath-holding time during inhalation by 11%. Thus, given the complex beneficial effects of hypobaric hypoxic training on the body, it should be included in the medical rehabilitation system to optimize the mental state and increase the functional capabilities of the respiratory system in patients who have undergone traumatic amputation of the upper and/or lower extremities.

**Key words:** limb amputation; pressure chamber; hypoxia; hypobaric hypoxic training; hypobarotherapy; Stange's test; situational anxiety; functional state of the body.

## To cite this article

Blaginin AA, Budnikov SV. Hypobaric hypoxic training as a rehabilitation method for patients who have suffered traumatic limb amputation. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2024;26(3):373–380. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma625401>

Received: 29.12.2023

Accepted: 20.04.2024

Published: 20.08.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma625401>

# 将低压缺氧训练作为创伤性截肢患者康复的一种方式

A.A. Blaginin, S.V. Budnikov

Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

## 摘要

对上肢和/或下肢因外伤截肢的患者在康复阶段进行低压缺氧训练的可能性得到了证实。这项研究有32名在 S.M. Kirov Military Medical Academy 诊所接受假肢置换手术的男性参与，此前在专科医生的参与下接受了初步体检。为了评估低压缺氧训练的效果，采用了生理学 and 心理学方法来评估患者的功能状态和表现。这些方法分别在低压缺氧训练之前、训练之后和训练结束10天后使用。训练课程包括每天进行的10次训练，使用的是配有低压气压计 “BKPD-5-1” 的现代气压舱。在训练过程中，每个海拔高度的“上升”速度为500米，从1500米到3500米，在指定海拔高度停留30分钟。结果显示，所使用的心理技术产生了积极的动态效果。事实证明，在接受创伤性上肢和/或下肢截肢的患者中，低压缺氧训练的有效性在疗程后10天内增加。因此，在低压缺氧训练课程结束后，身体健康水平提高了5%，心理健康水平提高了4%，而在低压缺氧训练课程结束10天后，身体健康水平提高了13%，心理健康水平提高了7%。与背景指标相比，个人焦虑在第10次课程时减少了5%，在课程结束10天后减少了6.5%。与此同时，情境焦虑的下降尤为明显。与基线值相比，到第10次课程时，情景焦虑下降了33%，10天后下降了34%。由于进行了一个疗程的低压缺氧训练，患者在治疗结束后对自己的身体能力和社会适应能力的焦虑程度较低。他们开始以责任感和个人兴趣来看待这种情况。此外，患者的呼吸系统功能和机体对缺氧的抵抗力也得到了增强。与基线值相比，肺活量增加了8%，吸气屏气时间增加了11%。因此，在医疗康复系统中应使用低压缺氧训练课程，以优化上肢和/或下肢创伤性截肢患者的精神状态，提高其呼吸系统的功能能力，因为低压缺氧训练对身体有复杂的有益影响。

**关键词：** 截肢；气压计；缺氧；低压缺氧训练；低压缺氧疗法；Stange 试验；情景焦虑；机体功能状态。

## 引用本文

Blaginin AA, Budnikov SV. 将低压缺氧训练作为创伤性截肢患者康复的一种方式. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2024;26(3):373–380. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma625401>

收稿：29.12.2023

录用：20.04.2024

发表：20.08.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно в нашей стране на 1 млн человек проводится 500 операций по ампутации конечностей. Причинами ампутации являются травмы конечностей (обморожения, размозжение, отрывы), осложнения после травм (сепсис, гангрена), последствия заболеваний (сахарный диабет, атеросклероз с последующим некрозом тканей). Великий русский хирург В.А. Оппель говорил: «Ампутация выполняется как средство спасения жизни больного, когда все средства спасения конечности исчерпаны». Проведение ампутации конечности является серьезным событием для пациента, которое влечет значительные изменения в жизни человека.

После проведения данного оперативного вмешательства для пациента начинается новый период его жизни — реабилитация. Кроме протезирования конечности важное значение имеет комплекс медицинских и социальных мероприятий по реабилитации. И от того, насколько эффективно будет выполнена реабилитация, зависит дальнейшая адаптация таких пациентов к жизни в обществе. Возникающие вследствие ампутации трансформация самосознания, личностные изменения, депрессивные переживания, снижение удовлетворенности качеством жизни в целом, а часто и потеря смысла жизни для людей, которые теперь не могут вести свой привычный образ жизни, делают эту проблему актуальной и практически значимой.

Медицинская реабилитация включает в себя комплексное применение лекарственной, немедикаментозной терапии и других способов, способствующих повышению и укреплению здоровья пациентов. Современная система медицинской реабилитации позволяет пациенту, даже несмотря на потерю конечности, продолжить прежнюю жизнь и сохранить свой социальный статус. Однако когда речь идет о военнослужащих, одной из важных медико-социальных задач является продление профессионального долголетия и сохранение психического здоровья, а также прогнозирование уровня их профессиональной деятельности и боеспособности [1, 2].

Поиск подходов для медицинской реабилитации пациентов после ампутации конечности привел к применению в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова методики гипобарической гипоксической тренировки (ГТТ) [3]. Данная методика достаточно давно применяется в авиационной медицине для повышения устойчивости к воздействию факторов полетов и коррекции функционального состояния, а также в спортивной медицине для повышения выносливости у спортсменов перед соревнованиями. Эта немедикаментозная методика является дорогостоящей, а использование ее для лечения и реабилитации возможно только в период стойкой ремиссии заболевания, что ограничивает применение ГТТ.

С одновременным воздействием на человека пониженного парциального давления кислорода и пониженного барометрического давления можно столкнуться

при пребывании в горах и при моделировании этих факторов с помощью барокамеры, при проведении «подъемов». Возможно также создание гипоксии и в наземных условиях при дыхании гипоксическими газовыми смесями. Оба этих способа позволяют корректировать функциональное состояние организма и повышать его неспецифическую резистентность. Доказано использование гипоксической тренировки для лечения пациентов, страдающих различными заболеваниями [4]. При выборе методики гипоксической тренировки следует учесть ряд особенностей для каждого вида тренировки. Если для проведения нормобарической тренировки требуются только гипоксикатор и кислород, то для моделирования гипобарической гипоксии требуется барокамерный подъем или подъем в горы, что связано с существенными финансовыми затратами. Однако если говорить об эффективности методики, то предпочтительнее выглядит сочетание гипоксии с пониженным барометрическим давлением. На высоте из-за разреженности воздуха уменьшается сопротивление дыханию, следовательно, функционирование системы кровообращения будет более экономным и эффективным, что способствует более выраженному адаптационному эффекту.

Применение горной подготовки как способа ГТТ является эффективным средством повышения функциональных возможностей спортсменов и военнослужащих [5]. Однако отсутствие условий для проведения этого способа и функциональных возможностей пациентов, перенесших травматическую ампутацию верхних и/или нижних конечностей, для прохождения такой тренировки, говорит о необходимости использования методики, позволяющей имитировать горные условия. Моделирование горных условий с помощью гипобарической барокамеры аналогично санаторно-курортному лечению в условиях среднегорья. При искусственном создании условий среднегорья не требуется длительное пребывание в барокамере [1]. При этом создаются условия для постепенной адаптации организма пациента к изменившимся условиям среды. Проведение курса ГТТ позволяет достичь длительного сохранения устойчивости к воздействующим факторам. Вот почему проведение ГТТ с помощью барокамеры пониженного давления является более оптимальной методикой, чем тренировка в условиях среднегорья [6].

Применение курса ГТТ возможно не только в авиационной и космической медицине, но и для лечения, а также профилактики ряда заболеваний [7–9]. ГТТ эффективно использовать при заболеваниях систем кровообращения и дыхания, эндокринной и нервной систем, а также других органов. По данным отечественной и иностранной литературы, ГТТ до настоящего времени не применялась для пациентов, перенесших ампутацию конечностей, несмотря на доказанную эффективность данной методики для специалистов авиационного персонала и спортсменов.

**Цель исследования** — оказание медицинской помощи и обоснование применения ГТТ пациентам,

перенесших травматическую ампутацию конечностей на этапе реабилитации, а также изучение влияния ГТТ на психическое состояние, вентиляционную функцию легких и устойчивость к гипоксии у данной категории больных.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМА) в рамках научно-исследовательской работы «Персонализация» с соблюдением принципов, утвержденных локальным этическим комитетом ВМА (протокол № 260 от 22.02.2022). Обследованы 32 пациента, перенесших травматическую ампутацию верхних и/или нижних конечностей на этапе протезирования. Перед проведением тренировки пациенты подвергались комплексному медицинскому обследованию с обязательным осмотром терапевтом, неврологом и стоматологом. Это позволило исключить у них наличие барокавепатий и заболеваний в остром периоде развития. Для принятия окончательного решения о допуске к проведению барокамерного «подъема» врачом по авиационной медицине проводился осмотр в объеме предполетного медицинского осмотра.

«Подъемы» осуществлялись с помощью современного барокомплекса с барокамерой пониженного давления «БКПД-5-1» на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. Данный барокомплекс является отечественной разработкой и единственным в Российской Федерации. Он позволяет осуществлять гипоксическую тренировку сразу 5 пациентам. Также в барокамере предусмотрено место для врача-специалиста по авиационной медицине. Система объективного медицинского контроля барокамеры позволяет в режиме реального времени регистрировать физиологические и психофизиологические показатели на каждом этапе «подъема».

Курс тренировки состоял из 10 сеансов, проводимых ежедневно, в ходе которых осуществлялся ступенчатый «подъем» на 500 м на каждой высоте, начиная с 1500 до 3500 м и пребыванием на заданной высоте в течение 30 мин. При этом парциальное давление кислорода изменялось с 133 мм рт. ст. (на высоте 1500 м) до 103 мм рт. ст. (на высоте 3500 м). «Подъем» и «спуск» осуществлялся со скоростью 7–10 и 5–7 м/с соответственно.

Для оценки эффективности проведения ГТТ использовались физиологические и психологические методики оценки функционального состояния и работоспособности пациентов. Регистрация показателей методик проводилась до, после каждого сеанса, полного курса и через 10 дней после проведения курса ГТТ.

Физиологические методики: проба Штанге (задержка дыхания на вдохе); спирометрия (оценка жизненной емкости легких — ЖЕЛ).

Психологические методики:

1) опросник «Оценка качества жизни», позволяет субъективно оценить степень болевых ощущений и ограничения повседневной деятельности, обусловленные проблемами со здоровьем; общее состояние здоровья в настоящее время; степень ограничения повседневной деятельности, обусловленную эмоциональными проблемами; состояние жизненного тонуса; уровень взаимоотношений с друзьями, родственниками, коллегами по работе; настроение (счастье, спокойствие, умиротворение и проч.) за последний месяц;

2) опросник «Самочувствие, активность, настроение» (САН), в опроснике применяется многоступенчатая шкала для соотношения состояния пациентов в настоящее время с рядом признаков. При выполнении методики требуется выбрать то значение, которое наиболее точно отражает текущее состояние обследуемого [10];

3) методика Спилбергера – Ханина позволяет оценить личностную (отражающую обычное самочувствие пациента) и ситуативную (отражающую самочувствие пациента в данный момент) тревожность обследуемого.

Для математико-статистической обработки данных использовался пакет прикладных программ «Statistica 12.0» и процессор электронных таблиц Microsoft Excel 2010. Нормальность распределения в сравниваемых группах, а также равенство генеральных дисперсий дало возможность использовать *t*-критерий Стьюдента для зависимых выборок, для связанных выборок использовался *T*-критерий Вилкоксона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время уровень здоровья человека определяется не только уровнем оказания медицинской помощи, но и полноценностью его в физическом и психологическом плане, его адаптацией к жизни в социальном мире.

Данные субъективной оценки здоровья пациентов до, после курса ГТТ и через 10 дней после него по результатам опросника «Оценка качества жизни» неоднозначны (табл. 1). Так, фоновые показатели физического и психического компонентов здоровья соответствуют средним значениям, что говорит об удовлетворительной самооценке данных компонентов пациентами. После курса ГТТ физический компонент здоровья повысился на 5 %, а психический — на 4 %, а через 10 дней после окончания курса ГТТ на 13 и 7 % соответственно. Следовательно, по обоим компонентам здоровья после курса ГТТ отмечается положительная динамика.

Изменение показателей опросника САН также указывают на положительное воздействие курса ГТТ (табл. 2).

По показателю «Самочувствие» отмечается выраженный эффект после проведения 10 сеансов тренировки. Показатель «Активность» повышается к концу курса ГТТ и достигает максимальных показателей через 10 дней

после прохождения курса. Показатель «Настроение» становится высоким к концу курса ГТТ и остается на этом уровне и через 10 дней после завершения тренировки. В целом отмечается улучшение самочувствия, активности и настроения.

Положительная динамика от проведения тренировки отмечается и по результатам методики Спилбергера – Ханина. Проведение курса ГТТ способствовало снижению личностной тревожности (ЛТ) пациентов, перенесших травматическую ампутацию конечностей (табл. 3). Так, после курса ГТТ ЛТ уменьшилась на 5 %, а через 10 дней после окончания курса — на 6,5%. В результате проведенного курса ГТТ пациенты стали в меньшей степени испытывать состояние тревоги относительно их физических способностей и адаптации в обществе после окончания

лечения. Они стали воспринимать ситуацию с ответственностью и личной заинтересованностью.

Значительные изменения претерпели показатели ситуативной тревожности (СТ), таблица 4. Из таблицы 4 видно, что у пациентов к 10-му сеансу СТ снизилась на 33 %, а через 10 дней — на 34 % по сравнению с фоновыми показателями. Относительно высокие фоновые показатели СТ в начале курса, по-видимому, связаны со стрессовой ситуацией пациентов в связи с началом тренировки. В дальнейшем воздействие стрессовой ситуации у них снизилось, и СТ уменьшилась.

При проведении спирометрии и задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) до и после курса ГТТ у пациентов, перенесших травматическую ампутацию конечностей на этапе протезирования, отмечается увеличение ЖЕЛ

**Таблица 1.** Изменение показателей компонентов здоровья: фоновые, после курса ГТТ и через 10 дней после него, балл  
**Table 1.** Changes in health indicators: baseline, after a course of hypobaric hypoxic

Показатель	Фон	После курса ГТТ	Через 10 дней после курса ГТТ
Физический компонент	42,9 ± 2	45,0 ± 2,2*	48,6 ± 2,3*
Психический компонент	57,2 ± 2,2	59,3 ± 1,9*	61,4 ± 2*

*Примечание:* \* — различия по сравнению с фоновыми показателями,  $p < 0,01$ .

*Note:* \* — differences compared with baseline indicators,  $p < 0.01$ .

**Таблица 2.** Изменение показателей самочувствия, активности и настроения: фоновые, после 1-го сеанса, до 5-го сеанса, во время 5-го и 10-го сеансов, после курса ГТТ и через 10 дней после курса ГТТ, балл

**Table 2.** Changes in indicators of well-being, activity and mood: background, after the 1st session, before the 5<sup>th</sup> session, during the 5<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> sessions, after the hypobaric hypoxic training course and 10 days after the hypobaric hypoxic training course, score

Показатель	Фон	После 1-го сеанса	До 5-го сеанса	Во время 5-го сеанса	Во время 10-го сеанса	После курса ГТТ	Через 10 дней после курса ГТТ
Самочувствие	6,33 ± 0,21	6,40 ± 0,19*	6,29 ± 0,18*	6,35 ± 0,22*	6,54 ± 0,19*	6,37 ± 0,24*	6,41 ± 0,26*
Активность	5,74 ± 0,22	5,75 ± 0,21	5,79 ± 0,22	5,86 ± 0,19	6,03 ± 0,22	6,13 ± 0,23	6,27 ± 0,28
Настроение	6,44 ± 0,20	6,46 ± 0,19*	6,39 ± 0,20*	6,43 ± 0,19*	6,47 ± 0,22*	6,51 ± 0,24*	6,60 ± 0,19*

*Примечание:* \* — различия по сравнению с фоновыми показателями,  $p < 0,01$ .

*Note:* \* — differences compared to background indicators,  $p < 0.01$ .

**Таблица 3.** Динамика личностной тревожности, балл

**Table 3.** Dynamics of personal anxiety, score

Показатель	Фон	После курса ГТТ	Через 10 дней после курса ГТТ
ЛТ	44,9 ± 2,5	42,9 ± 2,7*	40,5 ± 2,7*

*Примечание:* \* — различия по сравнению с фоновым показателем,  $p < 0,01$ .

*Note:* \* — differences compared with baseline indicators,  $p < 0.01$ .

**Таблица 4.** Динамика ситуативной тревожности, балл

**Table 4.** Dynamics of situational anxiety, score

Показатель	Фон	После 1-го сеанса	До 5-го сеанса	После 5-го сеанса	Во время 10-го сеанса	После курса ГТТ	Через 10 дней после курса ГТТ
СТ	40 ± 2,5	34,1 ± 2,1	30,1 ± 2,2*	29,9 ± 2,5*	29,8 ± 2,2*	26,8 ± 1,8*	26,1 ± 2,2*

*Примечание:* \* — различия по сравнению с фоновым показателем,  $p < 0,01$ .

*Note:* \* — differences compared with baseline indicators,  $p < 0.01$ .

**Таблица 5.** Динамика жизненной емкости легких и задержки дыхания на вдохе до и после курса ГГТ  
**Table 5.** Changes in the vital capacity of lungs and inspiratory latency before and after a course of hypobaric hypoxic training

Показатель	Фон	После курса ГГТ
ЖЕЛ, л	3,6 ± 0,2	3,9 ± 0,2*
Проба Штанге, с	55,5 ± 3,4	67,5 ± 4,8*

Примечание: \* —  $p < 0,05$ .

Note: \* —  $p < 0.01$ .

на 8 % и времени задержки дыхания на вдохе на 11 % по сравнению с фоновыми показателями. Эти результаты позволяют говорить о повышении функциональных возможностей дыхательной системы и устойчивости организма пациентов к гипоксии (табл. 5).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная ГГТ позволила получить данные о ее влиянии на пациентов, перенесших травматическую ампутацию верхних и/или нижних конечностей, на этапе реабилитации. Полученные данные свидетельствуют о нормализации психологических и физиологических показателей здоровья, а по некоторым показателям произошло изменение со средних значений до высоких.

Таким образом, ГГТ следует использовать в системе медицинской реабилитации для оптимизации психического состояния, повышения функциональных возможностей системы дыхания у пациентов, перенесших ампутацию верхних и/или нижних конечностей, за счет комплексного благоприятного воздействия на организм.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Вклад каждого автора.** А.А. Благинин — разработка общей концепции, дизайн исследования; С.В. Будников — обзор литературы, сбор материала, анализ и статистическая обработка данных, написание статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**The contribution of each author.** A.A. Blaginin — development of the general concept, study design; S.V. Budnikov — literature review, collection of material, analysis and statistical processing of data, writing the article.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенько М.Ю., Рыбникова Е.А. Гипоксическая адаптация и тренировки: исторические, биомедицинские и спортивные аспекты // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2021. Т. 55, № 1. С. 20–26. EDN: NCMYWM doi: 10.21687/0233-528X-2021-55-1-20-26
2. Быков В.Н., Анохин А.Г., Ветряков О.В., и др. Влияние гипобарических гипоксических тренировок на физическую работоспособность // Морская медицина. 2017. Т. 3, № 3. С. 63–69. EDN: ZMNTKP doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-3-63-69
3. Благинин А.А., Будников С.В., Жильцова И.И. Гипобаротерапия, как метод лечения и реабилитации пациентов с различной патологией // Современное состояние и векторы развития авиационной и космической медицины: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. Санкт-Петербург: ВМА, 2023. С. 32–36. EDN: QFAACN

4. Зеленкова И.Е., Зоткин С.В., Грушин А.А. Сравнительная оценка методов нормо- и гипобарической гипоксии в подготовке спортсменов // Современная система спортивной подготовки в биатлоне: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Омск: СГУФКС, 2016. С. 79–95. EDN: WFHEBF
5. Ганопольский В.П., Авдюшенко С.А., Гринчук С.С., и др. Влияние гипоксических тренировок и фармакокоррекции на физическую работоспособность и автономную регуляцию у альпинистов // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2019. Т. 53, № 5. С. 77–84. EDN: LVAJLZ doi: 10.21687/0233-528X-2019-53-5-77-84
6. Ермолаев В.В. Сравнительная характеристика методик гипоксических тренировок в ВС РФ // Известия Российской военно-медицинской академии. 2019. Т. 38, № S1–1. С. 154–156. EDN: PGNRYJ
7. Тиньков А.Н., Колесников Б.Л., Прокофьев А.Б., и др. Клиническая эффективность гипобаротерапии у больных инфарктом миокарда в ходе амбулаторно-поликлинического этапа реабилитации // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 12 (50). С. 141–144. EDN: JVGQJF
8. Романов С.В., Красиков С.И., Лейзерман В.Г., и др. Влияние гипобарической гипоксии на состояние функции внешнего дыхания у больных бронхиальной астмой // Вестник Оренбургского государственного университета. 2004. № 9 (34). С. 120–124.
9. Кшнясева С.К., Константинова О.Д., Тиньков А.Н. Гипобаротерапия в профилактике сахарного диабета 2-го типа у женщин с ожирением в ранней постменопаузе // Медицинский альманах. 2012. № 4 (23). С. 103–105. EDN: PESOLH
10. Исаенков В.Е., Дзанкисов Р.А., Барышов Д.В., Синельников С.Н. Зависимость умственной и физической работоспособности летчика от переносимости гипобарической гипоксии с учетом индивидуальных психологических особенностей личности // Военно-медицинский журнал. 2020. Т. 341, № 10. С. 58–62. EDN: IGQXLC

## REFERENCES

1. Zenko MY, Rybnikova EA. Hypoxic adaptation and training: historical, biomedical and sports aspects. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2021;55(1):20–26. EDN: NCNYWM doi: 10.21687/0233-528X-2021-55-1-20-26
2. Bykov VN, Anokhin AG, Vetryakov OV, et al. The influence of hypobaric hypoxic training on physical performance. *Marine Medicine*. 2017;3(3):63–69. (In Russ.) EDN: ZMNTKP doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-3-63-69
3. Blagin AA, Budnikov SV, Zhiltsova II. *Hypobarotherapy as a method of treatment and rehabilitation of patients with various pathologies* In: Current state and vectors of development of aviation and space medicine: materials of the All-Russian Scientific-practical conference dedicated to the 65th anniversary of the Department of Aviation and Space Medicine of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov. Saint Petersburg: MMA; 2023;32–36. (In Russ.) EDN: QFAACN
4. Zelenkova IE, Zotkin SV, Grushin AA. Comparative assessment of normo- and hypobaric hypoxia methods in the training of athletes In: *Modern system of sports training in biathlon: materials of the V All-Russian scientific and practical conference*. Omsk: Siberian State University of Physical Culture and Sports; 2016;79–95. (In Russ.) EDN: WFHEBF
5. Ganapolsky VP, Avdyushenko SA, Grinchuk SS, et al. Effect of hypoxic training and pharmaceutical correction on physical performance and autonomic regulation in mountaineers. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2019;53(5):77–84. (In Russ.) EDN: LVAJLZ doi: 10.21687/0233-528X-2019-53-5-77-84
6. Ermolaev VV. Comparative characteristics of methods of hypoxic training. *Proceedings of the Russian Military Medical Academy*. 2019;38(S1–1):154–156. (In Russ.) EDN: PGNRYJ
7. Tinkov AN, Kolesnikov BL, Prokofiev AB, et al. Clinical efficiency of hypobarotherapy at myocardial infarction patients during outpatient - polyclinic stage of rehabilitation. *Bulletin of Orenburg State University*. 2005;12(50):141–144. (In Russ.) EDN: JVGQJF
8. Romanov SV, Krasikov SI, Leizerman VG, et al. The influence of hypobaric hypoxia on the state of external respiration function in patients with bronchial asthma. *Bulletin of the Orenburg State University*. 2004;9(34):120–124. (In Russ.)
9. Kshnyaseva SK, Konstantinova OD, Tinkov AN. Hypobarotherapy in the prophylaxis of diabetes mellitus 2nd type of women with obesity in the early postmenopause. *Medical Almanac*. 2012;4(23):103–105. (In Russ.) EDN: PESOLH
10. Isaenkov VE, Dzankisov RA, Baryshov DV, Sinelnikov SN. The dependence of the mental and physical performance of the pilot on the tolerance of hypobaric hypoxia, considering the individual psychological characteristics of the personality. *Military Medical Journal*. 2020;341(10):58–62. (In Russ.) EDN: IGQXLC



## ОБ АВТОРАХ

**\*Сергей Владиславович Будников**, старший преподаватель;  
ORCID: 0009-0008-7484-1036; eLibrary SPIN: 9232-7493;  
e-mail: vmeda-nio@mil.ru

**Андрей Александрович Благинин**, д-р мед. наук, д-р психол.  
наук, профессор; ORCID: 0000-0002-3820-5752;  
eLibrary SPIN: 2747-0146

## AUTORS INFO

**Sergey V. Budnikov**, senior lecturer;  
ORCID: 0009-0008-7484-1036; eLibrary SPIN: 9232-7493;  
e-mail: vmeda-nio@mil.ru

**Andrey A. Blaginin**, MD, Dr. Sci. (Med.), Dr. Sci. (Psy.), professor;  
ORCID: 0000-0002-3820-5752; eLibrary SPIN: 2747-0146

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author