

Прерывистая нормобарическая гипокситерапия в лечении сердечно-сосудистых заболеваний: современные возможности и перспективы

© Тимофей Сергеевич Семенихин¹, Ирина Аркадьевна Велижанина¹, Ольга Дмитриевна Кайгородова²

¹Тюменский кардиологический научный центр — филиал ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» Минобрнауки России, Тюмень, Россия;

²ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, Тюмень, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель обзора. Осуществить систематизацию и анализ современных научных данных о применении прерывистой нормобарической гипокситерапии (ПНГТ) в лечении пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца).

Материалы и методы. Проведен систематический поиск литературы в электронных базах данных Scopus, Web of Science, eLibrary.ru, PubMed, Google Scholar, CyberLeninka за период с января 2010 г. по май 2025 г. Использованы ключевые слова на русском и английском языках: «прерывистая нормобарическая гипоксия», «нормобарическая гипоксическая тренировка», «сердечно-сосудистые заболевания», «стандартизация», «обзор», «intermittent normobaric hypoxia», «normobaric hypoxic training», «cardiovascular disease», «standardization», «review». Критерии включения: систематические обзоры, метаанализы, рандомизированные контролируемые исследования, обсервационные исследования и экспериментальные работы. Критерии исключения: тезисы конференций без полных публикаций, описания единичных клинических случаев с ограниченной обобщаемостью, исследования, не сфокусированные непосредственно на применении ПНГТ при сердечно-сосудистых заболеваниях. Синтез данных проведен с использованием нарративного подхода и тематического анализа.

Результаты. Обобщены данные о клинической эффективности ПНГТ. При артериальной гипертензии отмечено снижение уровня артериального давления, что подтверждено метаанализами. При ишемической болезни сердца достигнуты улучшение толерантности к физической нагрузке, антиангинальный и антиишемический эффекты. Рассмотрены аспекты стандартизации протоколов ПНГТ, профиль безопасности, противопоказания.

Заключение. Прерывистая нормобарическая гипокситерапия является перспективным и активно развивающимся нефармакологическим методом в кардиологии. Накопленные данные свидетельствуют об ее клинической эффективности при артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца, хорошем профиле безопасности при условии соблюдения протоколов и учета противопоказаний. Необходимы дальнейшие исследования для окончательной стандартизации протоколов, изучения долгосрочных эффектов, влияния на «твердые» конечные точки ПНГТ в комплексных программах лечения пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Ключевые слова: прерывистая нормобарическая гипокситерапия, сердечно-сосудистые заболевания, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, механизмы действия, клиническая эффективность, стандартизация, обзор

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Семенихин Т.С. — <https://orcid.org/0009-0008-2037-9915>

Велижанина И.А. — <https://orcid.org/0000-0002-2041-5946>

Кайгородова О.Д. — <https://orcid.org/0009-0005-2764-0547>

Автор, ответственный за переписку: Семенихин Т.С. — e-mail: sem.tim@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Семенихин Т.С., Велижанина И.А., Кайгородова О.Д. Прерывистая нормобарическая гипокситерапия в лечении сердечно-сосудистых заболеваний: современные возможности и перспективы. *Профилактическая медицина*. 2026;29(5):27–31. <https://doi.org/10.17116/profmed20262905127>

Intermittent normobaric hypoxia therapy for the cardiovascular disease treatment: current approaches and future prospects

© T.S. Semenikhin¹, I.A. Velizhanina¹, O.D. Kaygorodova²

¹Tyumen Cardiology Research Center — branch of the Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia;

²Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

ABSTRACT

Objective. To perform systematization and analysis of current scientific data on the use of intermittent normobaric hypoxic therapy in the treatment of patients with cardiovascular diseases (arterial hypertension and ischemic heart disease).

Materials and methods. A systematic search for literature in Scopus, Web of Science, eLibrary.ru, PubMed, Google Scholar, CyberLeninka electronic databases for the period from January 2010 to May 2025 was carried out. The following keywords in Russian and English were used: «intermittent normobaric hypoxia», «normobaric hypoxic training», «cardiovascular diseases», «standardization», «review». Inclusion criteria: systematic reviews, meta-analyses, randomized controlled trials, observational studies and experimental works. Exclusion criteria: conference abstracts without full publications, description of single clinical cases with limited generalizability, studies not focused directly on the use of intermittent normobaric hypoxic therapy (INHT) in cardiovascular diseases. Data synthesis was carried out using a narrative approach and thematic analysis. In addition, we studied the reference lists of reviews and original articles and used our own archive.

Results. Data on clinical efficacy of INHT are summarized. In arterial hypertension, a decrease in blood pressure confirmed by meta-analyses was noted, in ischemic heart disease — improvement of tolerance to physical exertion, antianginal and antiischemic effects. Aspects of standardization of INHT protocols, safety profile, contraindications are considered.

Conclusion. Intermittent normobaric hypoxic therapy is a promising and actively developing non-pharmacological method in cardiology. The accumulated data indicate its clinical efficacy in arterial hypertension and ischemic heart disease, good safety profile if protocols are followed and contraindications are considered. Further research is needed to finalize the standardization of protocols, study long-term effects and influence on «hard» endpoints of intermittent normobaric hypoxic therapy in comprehensive treatment programs for patients with cardiovascular diseases.

Keywords: intermittent normobaric hypoxic therapy, cardiovascular diseases, arterial hypertension, ischemic heart disease, mechanisms of action, clinical efficacy, standardization, review

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Semenikhin T.S. — <https://orcid.org/0009-0008-2037-9915>

Velizhanina I.A. — <https://orcid.org/0000-0002-2041-5946>

Kaygorodova O.D. — <https://orcid.org/0009-0005-2764-0547>

Corresponding author: Semenikhin T.S. — e-mail: sem.tim@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Semenikhin TS, Velizhanina IA, Kaygorodova OD. Intermittent normobaric hypoxia therapy for the cardiovascular disease treatment: current approaches and future prospects. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2026;29(5):27–31. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/profmed20262905127>

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) на протяжении десятилетий остаются основной причиной заболеваемости и смертности в мире, в том числе в Российской Федерации. По данным Всемирной организации здравоохранения, артериальная гипертензия (АГ) является ключевым модифицируемым фактором риска, ответственным за значительную долю случаев инфаркта миокарда, инсульта и хронической сердечной недостаточности [1]. Несмотря на успехи фармакотерапии, достижение целевых показателей у ряда пациентов остается проблемой, что стимулирует поиск новых, в том числе нефармакологических, методов лечения. Одним из таких перспективных направлений является прерывистая нормобарическая гипокситерапия (ПНГТ) [2–4]. Метод основан на циклическом воздействии нормобарической гипоксии (дыхание смесью с пониженным содержанием O_2), чередующейся с нормоксией или кратковременной гипероксией. Патогенетическая роль гипоксии носит парадоксальный характер: в то время как острая ишемия повреждает миокард, контролируемая интервальная гипоксия способна индуцировать системные адаптационные реакции. Этот феномен, известный как перекрестная адаптация, лежит в основе современной концепции гипокситерапии и предполагает повышение устойчивости к ишемии и окислительному стрессу [5–14]. Истоки ПНГТ связаны с исследованиями в области адаптационной медицины и спортивной физиологии. Существенный вклад в развитие метода внесли российские ученые, включая Н.А. Агаджаняна, Ф.З. Меерсона, Р.Б. Стрелкова и др. [9, 15]. За последние 10–15 лет значительно вырос интерес к терапевтическому потенциалу ПНГТ в кардиологии, накоплен обширный материал, свидетельствующий об ее положительном влиянии на течение АГ и ишемической болезни сердца (ИБС).

Актуальность нашей работы обусловлена необходимостью решения вопросов, касающихся оптимизации протоколов, долгосрочной эффективности, безопасности и определения точного места метода в комплексной терапии, что важно для информирования практикующих врачей и исследователей.

Цель обзора — осуществить систематизацию и анализ современных научных данных о применении ПНГТ в лечении пациентов с ССЗ (АГ и ИБС).

Задачи обзора

1. Проанализировать данные клинических исследований эффективности и безопасности ПНГТ при основных ССЗ (АГ, ИБС).
2. Осветить вопросы стандартизации протоколов ПНГТ, показаний, противопоказаний и мониторинга.
3. Обсудить нерешенные вопросы, ограничения метода и определить перспективные направления дальнейших исследований.

Материалы и методы

Клиническая эффективность прерывистой нормобарической гипокситерапии при сердечно-сосудистых заболеваниях: систематический анализ

Клиническое применение ПНГТ изучалось при целом ряде ССЗ, при этом значительная часть исследований сосредоточена на ее потенциале в лечении АГ. Рассмотрены доказательства эффективности ПНГТ, основанные на результатах рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), метаанализов и других клинических работ.

Методология поиска и отбора исследований. Систематический поиск литературы для данного обзора проведен в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, eLibrary,

CyberLeninka и Google Scholar. Временные рамки поиска ограничены периодом с января 2010 г. по май 2025 г. Использовались следующие ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «прерывистая нормобарическая гипоксия», «нормобарическая гипоксическая тренировка», «сердечно-сосудистые заболевания», «артериальная гипертензия», «ишемическая болезнь сердца», «клиническая эффективность»; «intermittent normobaric hypoxia», «normobaric hypoxic training», «cardiovascular diseases», «arterial hypertension», «coronary artery disease», «clinical efficacy».

Критерии включения: систематические обзоры и мета-анализы; РКИ; наблюдательные исследования (когортные, случай-контроль), предоставляющие данные об эффективности и безопасности; экспериментальные работы по изучению физиологических или молекулярных механизмов.

Критерии исключения: тезисы конференций, письма редактору без оригинальных данных, описания единичных случаев, а также публикации, не посвященные непосредственно применению ПНГТ при ССЗ.

Результаты отбора: из более чем 50 проанализированных полнотекстовых статей для финального анализа отобраны источники, наиболее полно соответствующие целям обзора.

Артериальная гипертензия. Многочисленные исследования подтверждают способность ПНГТ вызывать клинически значимое снижение артериального давления (АД) у пациентов с АГ. В метаанализе О. Glazachev и соавт. (2021) показано, что применение ПНГТ/прерывистой гипоксической-гипероксической терапии (ПНГТ) ассоциируется со значимым снижением частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое ($MD = -5,35$ уд/мин), уровня систолического ($MD = -13,72$ мм рт.ст.) и диастолического ($MD = -7,88$ мм рт.ст.) АД [16]. Российские исследования дополняют эту доказательную базу. В работе И.А. Велижаниной и соавт. показана высокая эффективность ПНГТ (77,2% положительных результатов) у пациентов с АГ I стадии с сохранением эффекта в течение 6 мес [17]. Другие исследования подтверждают эффективность и безопасность метода у детей и подростков с лабильной АГ [18]. Курс ПНГТ (10% FiO_2) в исследовании Н.П. Ляминой и соавт. не только снижал уровень АД до нормальных значений, но и нормализовал синтез оксида азота [19].

Влияние на другие показатели и сравнение со стандартными методами. Некоторые исследователи указывают, что ПНГТ может быть ценным дополнением к стандартному лечению или даже позволить снизить медикаментозную нагрузку. Например, А.Б. Иванов и М.М. Борова сообщили, что ПНГТ была эффективна у 85–90% пациентов с мягкой АГ и позволила некоторым пациентам прекратить медикаментозную терапию [20]. В исследовании подростков Г.А. Игнатенко и соавт. ПНГТ применялась наряду с другими нефармакологическими методами, показав хорошие результаты в группе комбинированного подхода [18]. Помимо снижения уровня АД, есть данные о позитивном влиянии ПНГТ на показатели вариабельности АД, улучшение эндотелиальной функции и снижение жесткости сосудистой стенки.

Долгосрочные эффекты и устойчивость результатов. Устойчивость антигипертензивных эффектов ПНГТ должна быть предметом дальнейшего изучения. Ряд исследований демонстрирует сохранение снижения уровня АД в течение 3 мес [18, 21], 6 мес (у 80% пациентов) и до 12 мес (у 43%

пациентов) после курса терапии [20]. Однако метаанализ не выявил значимых долгосрочных различий в толерантности к физической нагрузке по сравнению с контролем, что может указывать на необходимость повторных курсов или комбинированных стратегий для поддержания эффекта [16]. Систематические обзоры подчеркивают потребность в исследованиях, посвященных зависимости «доза-эффект» и долгосрочным исходам [22].

Ишемическая болезнь сердца. Стабильная стенокардия напряжения. В исследованиях у пациентов со стабильной стенокардией напряжения ПНГТ ассоциировалась с улучшением клинических показателей: повышением толерантности к физической нагрузке, снижением частоты и интенсивности ангиальных приступов, уменьшением потребности в нитратах короткого действия [20, 23]. В работе О. Glazachev и соавт. (2017) программа ПНГТ обеспечила сопоставимую с 8-недельной стандартной реабилитацией эффективность, включая улучшение толерантности к физической нагрузке, показателей функции левого желудочка (ЛЖ), контроль уровня АД и гликемии, а также повышение качества жизни [21]. Ряд других исследований также подтверждает положительное влияние метода на функцию ЛЖ и качество жизни пациентов.

Стандартизация подходов к проведению прерывистой нормобарической гипокситерапии и вопросы безопасности

Эффективность и безопасность ПНГТ в значительной степени зависят от конкретных параметров протокола лечения.

Ключевые параметры протоколов ПНГТ. Степень гипоксии (фракция вдыхаемого кислорода, FiO_2). Уровень гипоксии (FiO_2) — критический параметр, определяющий интенсивность стимула. Диапазон, применяемый при ССЗ: 10–16% O_2 . Выбор уровня индивидуален, основан на гипоксическом тесте для поддержания $SpO_2 > 85\%$ [18, 19, 24]. Условно выделяют «мягкую» (14–16% O_2) и «умеренную/жесткую» (10–12% O_2) гипоксию. Структура цикла: чередование гипоксической и нормоксической фаз. Стандартная длительность каждой фазы: 3–5 мин (например, цикл 3 мин/3 мин) [17, 18, 24].

Количество циклов за сеанс: обычно 3–10 переключений. Длительность сеанса определяется количеством циклов, в среднем составляет 30–60 мин. Длительность курса: стандартный курс включает 10–20 сеансов, проводимых ежедневно или 3–5 раз в неделю [17–19, 24]. Необходимость повторных курсов определяется индивидуально.

Индивидуализация протоколов и вариации методик. Индивидуализация протокола ПНГТ, основанная на гипоксическом тесте (например, 10-минутное дыхание 12% O_2 с мониторингом SpO_2 , ЧСС и АД), является ключевым условием ее эффективности и безопасности. Коррекция режима проводится при падении SpO_2 ниже 85% или повышении ЧСС более чем на 15–20 уд/мин [18, 24]. Важность такой оценки для персонализации терапии подтверждается современными исследованиями [25, 26].

Показания и противопоказания к назначению прерывистой нормобарической гипокситерапии при сердечно-сосудистых заболеваниях. Для определения противопоказаний

к проведению ПНГТ в исследованиях используют методические рекомендации, разработанные под руководством профессора Р.Б. Стрелкова (1994) и утвержденные Минздравом России [20, 25].

Побочные эффекты и переносимость. Клинические данные свидетельствуют о хорошей переносимости ПНГТ. Нежелательные явления отмечаются редко, носят преходящий характер и обычно ограничиваются головной болью, головокружением или легкой утомляемостью на начальном этапе лечения. Во время сеансов возможны транзиторные колебания уровня АД и ЧСС, для коррекции которых рекомендован мониторинг (например, увеличение концентрации кислорода при снижении $\text{SpO}_2 \leq 85\%$ или росте ЧСС $>15-20$ уд/мин) [18]. Систематический обзор подтверждает отсутствие серьезных осложнений, связанных с ПНГТ, включая группу пожилых пациентов с сердечно-сосудистой патологией [16, 27].

Обсуждение

Накопленные данные позволяют рассматривать метод ПНГТ как перспективную нефармакологическую стратегию лечения АГ и ИБС. Ее ключевые преимущества — возможность снижения медикаментозной нагрузки (особенно у пациентов с полиморбидными заболеваниями) и воздействие на фундаментальные патогенетические механизмы ССЗ: эндотелиальную дисфункцию, хроническое воспаление и вегетативный дисбаланс [28—31]. При соблюдении протокола метода показан благоприятный профиль безопасности. Однако существующая доказательная база имеет ряд ограничений. Значительная гетерогенность исследований (в популяциях, параметрах ПНГТ и оцениваемых исходах) затрудняет формирование универсальных рекомендаций. Методологические недостатки включают малые выборки, неадекватный дизайн контроля и корот-

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования — Семенихин Т.С., Велижанина И.А.; сбор и обработка материала — Семенихин Т.С., Кайгородова О.Д.; написание текста — Семенихин Т.С.; научное редактирование — Семенихин Т.С., Велижанина И.А.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

кие сроки наблюдения. Данные о влиянии ПНГТ на «твердые» конечные точки (смертность, инфаркты, инсульты) и долгосрочную эффективность остаются ограниченными, а создание адекватного плацебо-контроля — методологической проблемой. К нерешенным вопросам относятся определение оптимальных режимов ПНГТ для разных фенотипов ССЗ, ее взаимодействие с фармакотерапией, поиск предикторов ответа и оценка экономической эффективности.

Приоритетные направления дальнейших исследований:

- крупные многоцентровые РКИ с длительным наблюдением и оценкой клинических исходов;
- стандартизация протоколов ПНГТ;
- изучение роли ПНГТ в превентивной кардиологии у пациентов высокого риска.

Заключение

Прерывистая нормобарическая гипокситерапия является перспективным и активно развивающимся нефармакологическим методом в кардиологии. Накопленные данные свидетельствуют об ее клинической эффективности при артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца. Результаты клинических исследований и обзоров последних лет свидетельствуют об улучшении ключевых параметров (например, о снижении уровня артериального давления и повышении толерантности к физической нагрузке) при хорошем профиле безопасности. Мобилизация внутренних адаптационных резервов с помощью прерывистой нормобарической гипокситерапии открывает возможности для персонализированной терапии отдельных групп пациентов. Для внедрения в клиническую практику необходимы дальнейшие исследования, направленные на оценку долгосрочных эффектов и возможности снижения лекарственной нагрузки.

Authors contribution: study design and concept — Semenikhin T.S., Velizhanina I.A.; data collection and processing — Semenikhin T.S., Kaygorodova O.D.; text writing — Semenikhin T.S.; scientific editing — Semenikhin T.S., Velizhanina I.A.

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Баланова Ю.А., Драпкина О.М., Куценко В.А. и др. Артериальная гипертензия в российской популяции в период пандемии COVID-19: гендерные различия в распространенности, течении и его эффективности. Данные исследования ЭССЕ-РФ3. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(8S):3785. Balanova YuA, Drapkina OM, Kutsenko VA, et al. Arterial hypertension in the Russian population during the COVID-19 pandemic: gender differences in prevalence, treatment and its effectiveness. Data from the ESSE-RF3 study. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2023;22(8S):3785. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3785>
2. Delara M, Murray L, Jafari B, et al. Prevalence and factors associated with polypharmacy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*. 2022;22:601. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03279-x>
3. Li Y, Zhang X, Yang L, et al. Association between polypharmacy and mortality in the older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2022;100:104630. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104630>
4. Sheikh-Taha M, Asmar M. Polypharmacy and severe potential drug-drug interactions among older adults with cardiovascular disease in the United States. *BMC Geriatrics*. 2021;21(1):233. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02183-0>
5. Глазачев О.С., Крыжановская С.Ю. Адаптационная медицина: стратегия психофизиологического приспособления человека к критически измененной окружающей среде. *Вестник Международной академии наук. Русская секция*. 2019;1:48-55. Glazachev OS, Kryzhanovskaya SYu. Adaptation medicine: strategy of human psychophysiological adaptation to a critically changed environment. *Vestnik Mezhduнародnoj akademii nauk. Russkaya sekcija*. 2019;1:48-55. (In Russ.).

6. Бондаренко Н.Н., Хомутов Е.В., Ряполова Т.Л. и др. Молекулярно-клеточные механизмы ответа на гипоксию. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2023;2:26-29.
Bondarenko NN, Khomutov EV, Ryapolova TL, et al. Molecular and cellular mechanisms of response to hypoxia. *Ulyanovskij mediko-biologicheskij zhurnal*. 2023;2:26-29. (In Russ.).
7. Leuenberger UA, Brubaker D, Quraishi SA, et al. Effects of intermittent hypoxia on sympathetic activity and blood pressure in humans. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. 2005;121(1-2):87-93.
<https://doi.org/10.1016/j.autneu.2005.06.003>
8. Bosc LV, Resta T, Walker B, et al. Mechanisms of intermittent hypoxia induced hypertension. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*. 2010;14(1-2):3-17.
<https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2009.00929.x>
9. Xi L, Serebrovskaya TV, Gomerova EI, et al. Intermittent hypoxia training as non-pharmacologic therapy for cardiovascular diseases: Practical analysis on methods and equipment. *Experimental Biology and Medicine*. 2016;241(15):1708-1723.
10. Wang Y, Zhang Q, Ma Q, et al. Intermittent hypoxia preconditioning can attenuate acute hypoxic injury after a sustained normobaric hypoxic exposure: A randomized clinical trial. *CNS Neuroscience and Therapeutics*. 2024;30(3):e14662.
<https://doi.org/10.1111/cns.14662>
11. Bestavashvili A, Glazachev O, Bestavashvili A, et al. Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Exposures Effects in Patients with Metabolic Syndrome: Correction of Cardiovascular and Metabolic Profile. *Biomedicines*. 2022;10(3):566.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines10030566>
12. Navarrete-Opazo A, Mitchell GS. Therapeutic potential of intermittent hypoxia: a matter of dose. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2014;307(10):R1181-R1197.
<https://doi.org/10.1152/ajpregu.00208.2014>
13. Глазачев О.С., Дудник Е.Н., Поздняков Ю.М. Адаптация к интервальной гипоксии-гипероксии в реабилитации пациентов с ишемической болезнью сердца. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2014;1:58-64.
Glazachev OS, Dudnik EN, Pozdnyakov YuM. Adaptation to intermittent hypoxia-hyperoxia in rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*. 2014;1:58-64. (In Russ.).
14. Park HY, Kim SW, Jung WS, et al. Hypoxic Therapy as a New Therapeutic Modality for Cardiovascular Benefit: A Mini Review. *Reviews in Cardiovascular Medicine*. 2022;23(5):161.
<https://doi.org/10.31083/j.rcm2305161>
15. Соколов А.Б., Ракита Д.Р., Кочеткова Н.Г. и др. Прерывистая нормобарическая гипокситерапия в клинической практике (обзор литературы). *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2001;9(1-2):126-132.
Sokolov AB, Rakita DR, Kochetkova NG, et al. Intermittent normobaric hypoxotherapy in clinical practice (literature review). *Rossiiskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2001;9(1-2):126-132. (In Russ.).
16. Glazachev OS, Kryzhanovskaya SY, Zapara MA, et al. Safety and Efficacy of Intermittent Hypoxia Conditioning as a New Rehabilitation/ Secondary Prevention Strategy for Patients with Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Meta-analysis. *Current Cardiology Reviews*. 2021;17(6):e051121193317.
<https://doi.org/10.2174/1573403X17666210514005235>
17. Велижанина И.А., Гапон Л.И., Евдокимова О.В. и др. Эффективность прерывистой нормобарической гипоксической тренировки в лечении артериальной гипертензии по данным суточного мониторинга артериального давления. *Клиническая практика*. 2017;4:51-55.
Velizhanina IA, Gapon LI, Evdokimova OV, et al. Efficiency of intermittent normobaric hypoxic training in the treatment of arterial hypertension according to daily blood pressure monitoring. *Klinicheskaya praktika*. 2017;4:51-55. (In Russ.).
18. Игнатенко Г.А., Дубовая А.В., Наumenko Ю.В. Возможности применения нормобарической гипокситерапии в терапевтической и педиатрической практиках. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2022;67(6):46-53.
Ignatenko GA, Dubovaya AV, Naumenko YuV. Treatment potential of normobaric hypoxic therapy in therapeutic and pediatric practice. *Rossiiskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*. 2022;67(6):46-53. (In Russ.).
<https://doi.org/10.21508/1027-4065-2022-67-6-46-53>
19. Лямина Н.П., Сенчихин В.Н., Лямина С.В. и др. Метаболизм оксида азота и интенсивность свободнорадикального окисления у лиц молодого возраста с нормальным и высоким нормальным артериальным давлением. *Российский кардиологический журнал*. 2004;(6):22-27.
Lyamina NP, Senchikhin VN, Lyamina SV, et al. NO metabolism and lipid peroxidation intensity in young individuals with normal, optimal normal, and high normal blood pressure. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal*. 2004;(6):22-27. (In Russ.).
20. Иванов А.Б., Берова М.М. Интервальная нормобарическая гипоксия в лечении больных с мягкой артериальной гипертензией. *Электронный сборник научных трудов «Здоровье и образование в XXI Веке»*. 2009;11(7):306.
Ivanov AB, Berova MM. Interval' naya normobaricheskaya gipoksiya v lechenii bol'ny'x s myagkoj arterial'noj gipertenziej. *E'lektronnyj sbornik nauchny'x trudov «Zdorov'e i obrazovanie v XXI Veke»*. 2009;11(7):306. (In Russ.).
21. Glazachev OS, Kopylov FY, Susta D, et al. Adaptations following an intermittent hypoxia-hyperoxia training in coronary artery disease patients: a controlled study. *Clinical Cardiology*. 2017;40(6):370-376.
<https://doi.org/10.1002/clc.22670>
22. Игнатенко Г.А., Багрий А.Э., Игнатенко Т.С. и др. Возможности и перспективы применения гипокситерапии в кардиологии. *Архив внутренней медицины*. 2023;13(4):245-252.
Ignatenko GA, Bagriy AE, Ignatenko TS, et al. Possibilities and Prospects of Hypoxytherapy Application in Cardiology. *Arxiv "vnutrennej mediciny"*. 2023;13(4):245-252. (In Russ.).
<https://doi.org/10.20514/2226-6704-2023-13-4-245-252>
23. *Нормобарическая гипокситерапия. Методические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации*. М.: Изд-во ПАИМС, 2001. *Normobaricheskaya gipoksiterapiya. Metodicheskie rekomendacii Ministerstva zdorovooxraneniya Rossijskoj Federacii*. М.: Izd-vo PAIMS, 2001. (In Russ.).
24. Глазачев О.С., Лямина Н.П., Спирина Г.К. Интервальное гипоксическое кондиционирование: опыт и перспективы применения в программах кардиореабилитации. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(5):4426.
Glazachev OS, Lyamina NP, Spirina GK. Intermittent hypoxic conditioning: experience and potential in cardiac rehabilitation programs. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal*. 2021;26(5):4426. (In Russ.).
<https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4426>
25. Гавриляк В.Г. Оптимизация оценки индивидуальной устойчивости к гипоксии пациентов с эссенциальной артериальной гипертензией. *Университетская клиника*. 2024;[S.I.]n.2(51):54-61.
Gavriljak VG. Optimization of the assessment of individual resistance to hypoxia in patients with essential arterial hypertension. *Universitetskaja klinika*. 2024;[S.I.]n.2(51):54-61. (In Russ.).
26. Zhang Q, Zhao W, Li S, et al. Intermittent Hypoxia Conditioning: A Potential Multi-Organ Protective Therapeutic Strategy. *International Journal of Medical Sciences*. 2023;20(12):1551-1561.
<https://doi.org/10.7150/ijms.86622>
27. Timon R, Martinez-Guardado I, Brocherie F. Effects of Intermittent Normobaric Hypoxia on Health-Related Outcomes in Healthy Older Adults: A Systematic Review. *Sports Medicine — Open*. 2023;9(1):19.
<https://doi.org/10.1186/s40798-023-00560-0>
28. Zhao Y, Xiong W, Li C, et al. Hypoxia-induced signaling in the cardiovascular system: pathogenesis and therapeutic targets. *Signal Transduction and Targeted Therapy*. 2023;8(1):431.
<https://doi.org/10.1038/s41392-023-01652-9>
29. Игнатенко Г.А. Механизмы вазопroteкции и кардиопротекции при гипокситерапии артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2024;13(1):98-108.
Ignatenko GA. Mechanisms of vasoprotection and cardioprotection in hypoxytherapy of arterial hypertension and coronary artery disease. *Kompleksny'e problemy 'serdechno-sosudisty'x zabolevanij*. 2024;13(1):98-108. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17802/2306-1278-2024-13-1-98-108>
30. González-Candia A, Candia AA, Paz A, et al. Cardioprotective Antioxidant and Anti-Inflammatory Mechanisms Induced by Intermittent Hypobaric Hypoxia. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*. 2022;11(6):1043.
<https://doi.org/10.3390/antiox11061043>
31. Behrendt T, Bielitzki R, Behrens M, et al. Effects of Intermittent Hypoxia-Hyperoxia on Performance- and Health-Related Outcomes in Humans: A Systematic Review. *Sports Medicine — Open*. 2022;8(1):70.
<https://doi.org/10.1186/s40798-022-00450-x>

Поступила 16.01.2026

Received 16.01.2026

Принята к печати 27.02.2026

Accepted 27.02.2026