

Эффективность применения гипербарической кислородной терапии в кардиологии

К. В. Глибко¹, К. М. Поляков¹, П. Я. Сковран¹, С. Э. Аракелов^{1,2}

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В.П. Демикова ДЗМ», Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН)», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В статье описана история применения гипербарической оксигенации в медицине. Представлены терапевтические эффекты, показания к применению и противопоказания, возможные осложнения. В статье рассматриваются экспериментальные исследования, а также клинический опыт. Проанализированы литературные источники эффективности применения гипербарической оксигенации для лечения черепно-мозговых травм и инсульта, заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, применение в анестезиологии, реаниматологии, неотложной медицине. Подробно представлены данные о механизмах влияния гипербарической оксигенации на эндотелиальную функцию сосудов. Показано, что гипербарическая оксигенация улучшает коллатеральное кровообращение, ингибирует развитие атеросклероза, улучшает эндотелиальную функцию, повышает экспрессию различных фибринолитических факторов и снижает вязкость крови, улучшает перфузию миокарда, снижает воспаление и дисфункцию сосудистого эндотелия, стабилизирует атеросклеротические бляшки в коронарных сосудах, а также улучшает микроциркуляцию миокарда. Проанализированы результаты исследований эффективности гипербарической оксигенации при лечении ишемической болезни сердца, острого инфаркта миокарда, нестабильной стенокардии, хронической сердечной недостаточности, атеросклеротического поражения сосудов нижних конечностей. Дана оценка влияния гипербарической оксигенации на гемодинамические показатели, показатели эхокардиографии и прогноз заболеваний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гипербарическая оксигенация, сердечно-сосудистые заболевания, ишемическая болезнь сердца, эндотелиальная дисфункция, микроциркуляция.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy in cardiology

K. V. Glibko¹, K. M. Polyakov¹, P. Ya. Skovran¹, S. E. Arakelov^{1,2}

¹ V. P. Demikhov City Clinical Hospital of the Moscow City Department of Health, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN), Moscow, Russia

SUMMARY

The article describes the history of the use of hyperbaric oxygenation in medicine. It presents the therapeutic effects, indications for use, and contraindications, as well as possible complications. The article also discusses experimental studies and clinical experience. It analyzes the literature on the effectiveness of hyperbaric oxygenation in treating traumatic brain injuries and strokes, as well as in anesthesiology, resuscitation, emergency medicine, and the treatment of respiratory, cardiovascular, and endocrine system diseases. The article provides detailed information on the mechanisms of hyperbaric oxygenation's impact on endothelial vascular function. It has been shown that hyperbaric oxygenation improves collateral circulation, inhibits the development of atherosclerosis, improves endothelial function, increases the expression of various fibrinolytic factors, and reduces blood viscosity, improves myocardial perfusion, reduces inflammation and vascular endothelial dysfunction, and stabilizes atherosclerotic plaques.

KEYWORDS: hyperbaric oxygenation, cardiovascular diseases, coronary heart disease, endothelial dysfunction, and microcirculation.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

В последние годы при различных заболеваниях в комплексной терапии активно используется метод гипербарической оксигенации (ГБО). ГБО прошла волнообразное развитие – от очень необычного и интересного до очень спорного направления в медицине. Практически во всех странах мира на сегодняшний день пришло понимание, что метод ГБО является эффективным методом лечения многих заболеваний [1].

Предпосылкой к использованию данного метода является наличие гипоксии при патологических состояниях, которая обуславливает развитие осложнений и усугубляет течение заболеваний. ГБО включает в себя вдыхание 100% чистого кислорода в условиях повышенного атмосферного давления в закрытой камере. Внутри этой камеры давление кислорода обычно в 1,5–3 раза выше, чем на уровне моря. Возникающие в результате гипероксия и повышенное давление оказывают ряд полезных клинических эффектов.

Начало применения кислородной терапии связывают с ее открытием Джозефом Престли в 1775 г. Английский врач Джон Далтон в 1799 г. начал изучать воздействие кислорода на организм человека. В 1878 г. французский врач Поль Бертье применил кислород для лечения пневмонии. Широкое применение этот метод получил в период Первой и Второй мировых войн для лечения раненых. В современной медицине кислородная терапия широко применяется не только в хирургии, но и при многих терапевтических заболеваниях. Однако традиционная кислородная терапия при нормальном атмосферном давлении в сравнении с ГБО малоэффективна, особенно при лечении заболеваний, осложненных гипоксией.

Сжатый воздух используется в медицинских целях более 300 лет. Первые упоминания о применении камеры, куда под давлением с помощью ручных мехов подавался воздух, относятся к 1664 г. В 1850 г. камеры, использующие

сжатый воздух, начали применяться в медицинских целях во многих странах Европы. В литературе применение таких камер было описано Pal and Wattel в 1854 г. В конце XIX в. рекомпрессионные камеры использовались для лечения шахтеров, строителей подводных мостов и туннелей. Behnke и его коллеги начали изучать использование сжатого кислорода в конце 1930-х гг. для лечения пациентов с декомпрессионной болезнью. Ограничение использования этого метода было связано с опасениями его токсичности и предполагаемой пожароопасности [2].

В XX в. ГБО нашло распространенное применение в вооруженных силах. В США в период с 1971 по 1978 г. было организовано 83 центра гипербарического лечения, в которых использовались различные типы камер, включая одноместные и многоместные камеры. Myers R.A. и соавт., проанализировав применение ГБО у 10942 пациентов, показали эффективность метода при лечении декомпрессионной болезни, отравления угарным газом, остеомиелита и остеорадионекроза [3].

Рекомпрессионная терапия применялась на одной из баз в Королевском военно-морском флоте Гонконга для лечения заболеваний, связанных с дайвингом, а также отравлением угарным газом и синдромом длительного сдавления. Описан положительный опыт применения ГБО при комплексном хирургическом лечении с применением антибиотиков некротизирующих инфекций мягких тканей – некротического фасциита и гангрены Фурнье. Применение ГБО при рефрактерном остеомиелите показало повышение уровня PO_2 в тканях, что способствовало неоваскуляризации, повышению доступа антибиотиков к инфицированному участку, эффективности фагоцитоза.

Наряду с эффективностью проводимого лечения был выявлен ряд осложнений: кашель, одышка, дискомфорт за грудиной, кислородная интоксикация легких и судороги. Проанализировав эти случаи, врачи пришли к заключению о необходимости перед началом лечения проверить способность пациентов выравнять давление на барабанные перепонки, придаточные пазухи, оценить функцию евстахиевой и придаточных пазух. Среди противопоказаний к лечению выделены инфекции верхних дыхательных путей, включая синуситы, параллельное назначение доксорубина, дисульфирама, цисплатина или мафенида ацетата [4].

Доставка кислорода к тканям зависит от способности артериальной крови транспортировать кислород и перфузии тканей. Транспортировка кислорода в крови осуществляется преимущественно гемоглобином с насыщением кислородом около 97%. В плазме крови при нормальном атмосферном давлении содержится 0,32 % растворенного кислорода. На клеточном уровне около 80 % кислорода используется митохондриями, которые являются энергетическим центром клеток, а оставшиеся 20 % – другими органеллами. Митохондриям требуется кислород для приема электронов в конце цепи переноса электронов, чтобы использовать эту энергию для образования аденозинтрифосфата. Гипоксия приводит к увеличению окислительного стресса, что приводит к образованию реактивных свободных радикалов кислорода и азота. Свободные радикалы кислорода и азота крайне токсичны для клеток и вызывают повреждения, вызывающие клеточную гибель и апоптоз [5].

Терапевтические эффекты ГБО вызваны увеличением содержания растворенного кислорода в плазме и тканях. Во время процедуры ГБО давление кислорода в артериальной крови может увеличиться до 2000 мм рт. ст., а высокий градиент кислородного давления крови в ткани повышает давление кислорода в тканях до 500 мм рт. ст. Это положительно влияет на микроциркуляцию при ишемических состояниях. ГБО помогает корректировать гипоксическое состояние, увеличивая доставку кислорода, снижает образование окислительного стресса, увеличивая способность организма к заживлению, вазоконстрикции и ангиогенезу, что приводит к снижению воспаления. Гипербарический кислород способствует ускорению диссоциации угарного газа и выведению его из организма, улучшает энергетическое состояние клетки [6].

Применение ГБО значительно повышает доставку кислорода к тканям, находящимся в условиях гипоксии, повышает эффективность лечения и улучшает прогноз заболеваний. При увеличении концентрации кислорода в ишемизированных тканях наблюдается его влияние на ряд биологических реакций – ускорение процессов заживления ран за счет пролиферации фибробластов и капилляров, подавление инфекции, уменьшение отеков, снижение уровня клостридиальных альфа-токсинов, уменьшение агрегации лейкоцитов, уменьшение количества свободных радикалов и протеаз, вызывающих вазоконстрикцию и повреждение клеток [7].

Широкое применение клинической гипербарической медицины началось в конце XX века. Показаниями для применения ГБО в современной практике являются: остеомиелит, остеорадионекроз, газовая гангрена, отравление угарным газом, отравление цианидом, декомпрессионная болезнь во время глубоководного погружения, синдром длительного сдавления, замедление заживления ран, пересадка кожи и лоскута, некротизирующие бактериальные инфекции мягких тканей, газовая эмболия, травма головного мозга, инсульт, длительно незаживающие диабетические раны, радиационно-индуцированное повреждение, инфекция, вызванная клостридиальным мионекрозом и актиномицетами, нейробластома IV стадии, постанорексическая энцефалопатия и другие. К числу противопоказаний относятся заболевания легких с риском коллапса, травма уха, инфекции верхних дыхательных путей, пневмоторакс, беременность, клаустрофобия. Рекомендуемые дозы зависят от возраста, патологического состояния, чтобы минимизировать риск токсичности и осложнений. Побочных эффектов ГБО при нахождении в камере менее 2 часов и давлении, не превышающем 300 кПа по сравнению с нормальным атмосферным давлением, практически не наблюдается. Для предотвращения кислородной интоксикации при длительном действии ГБО рекомендовано делать короткие перерывы и дышать нормальным воздухом. Описанные в литературе осложнения ГБО: изменение объема легких с их повреждением, гидроторакс, подкожная эмфизема, внутрилегочное кровоизлияние, баротравма уха (боль, разрыв перепонки, потеря слуха), повреждение среднего уха из-за чрезмерного скопления жидкости, патология



Рисунок. Процедура гипербарической оксигенации

пазух (баросинусит, эпистаксис), миопия, бародонталгия/одонтокрексия (боль в зубе, вызванная изменением атмосферного давления), судороги [8].

На 7-й Европейской консенсусной конференции по гипербарической медицине в Лилле (Франция) в 2004 г. были впервые приняты абсолютные показания, которые отвечают всем требованиям доказательной медицины, а именно: клостридиальная инфекция, отравление окисью углерода, отравление метгемоглобинообразователями (MтHb), газовая эмболия сосудов, декомпрессионная болезнь, баротравма легких, ботулизм, тромбоэмболия легочной артерии [9].

В неврологии ГБО применяют для лечения черепно-мозговых травм и инсульта. Многочисленные исследования показали, что гипербарический кислород может увеличивать концентрацию кислорода, диффузию кислорода и индуцировать различные механизмы для коррекции нейропротективного эффекта ацидоза. Гипербарический кислород может значительно снизить частоту нейронного апоптоза после черепно-мозговой травмы и инсульта за счет подавления экспрессии воспалительных цитокинов. Гибель клеток является основным направлением лечения ГБО, поскольку она снижает уровень воспалительных цитокинов, связанный с ограничением потери перинфарктной ткани. Гипербарический кислород снижает провоспалительную активность циркулирующих макрофагов в острой фазе и ускоренное вторжение макрофагов в пораженную область. Это помогает увеличить количество пролиферирующих и дифференцирующихся сателлитных клеток, а также количество регенерированных мышечных волокон. Эти эффекты тесно связаны с ингибированием сигнального пути TLR4/NF-κB [10].

ГБО нашла широкое применение в анестезиологии, реаниматологии, неотложной медицине [2]. Применение ГБО в условиях реанимации у пожилых пациентов с нарушениями мозгового кровообращения и кардиореспираторными нарушениями показало свою эффективность с достижением максимального терапевтического эффекта благодаря мощным антигипоксическим свойствам этого метода [11].

В современной практике ГБО применяется для лечения заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем. Методические рекомендации МЗ РФ «Гипербарическая оксигенация в реаниматологии и интенсивной терапии» 2021 г. выделяют следующие показания

к применению ГБО: острая дыхательная недостаточность, снижение сатурации (SpO_2) ниже 94%, нарушение микроциркуляции с образованием микротромбов, КТ-2-4, отлучение от НИВЛ, от масочного и высокопоточного кислорода, период ранней и отдаленной реабилитации. Лечение должно осуществляться в стационарных барокамерах в режиме 1,4–1,8 АТА (абсолютных атмосфер), время экспозиции – 40–90 мин [12].

В литературе описывается роль ГБО в терапии различных сердечно-сосудистых заболеваний. В патогенезе развития кардиоваскулярной патологии важную роль играет нарушение функции эндотелия. ГБО стимулирует ангиогенез и неоваскуляризацию. ГБО увеличивает экспрессию VEGF, способствует пролиферации и миграции эндотелиальных клеток для образования новых кровеносных сосудов, дальнейшего восстановления и регенерации поврежденного эндотелия, а также улучшения целостности сосудистой оболочки. Эти эффекты частично опосредованы временной стабилизацией фактора-1α, вызываемого гипоксией, который парадоксально сохраняется в гипероксических условиях. Дополнительно повышается выработка NO за счет увеличения активности eNOS, что способствует росту сосудов и нормализации гомеостаза. ГБО также оказывает влияние на воспаление и иммунные реакции, которые являются ключевыми звеньями патогенеза атеросклеротического поражения сосудов. ГБО улучшает коллатеральное кровообращение, ингибирует развитие атеросклероза, улучшает эндотелиальную функцию, повышает экспрессию различных фибринолитических факторов и снижает вязкость крови, улучшает перфузию миокарда, снижает воспаление и дисфункцию сосудистого эндотелия, стабилизирует атеросклеротические бляшки в коронарных сосудах, а также улучшает микроциркуляцию миокарда [13].

Доценко Э. А. и соавт. изучали эффективность ГБО при лечении пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС). Исследование включало 1210 пациентов с острым инфарктом миокарда (ОИМ), нестабильной стенокардией и стабильной стенокардией напряжения. Лечение пациентов проводилось в соответствии со стандартной терапией с дополнением 6 сеансов ГБО. В группе сравнения проводилась аналогичная терапия без ГБО. В течение 2 лет наблюдения были получены следующие результаты: у пациентов с ИБС отмечено значительное снижение показателя смертности на фоне лечения ГБО, который составил 2,9%, в то время как в контрольной группе показатель смертности составил 9,6% ($p=0,001$) [14].

Dekleva M. и соавт. оценили эффективность ГБО после тромболизиса стрептокиназой у пациентов с ОИМ. В исследование были включены 74 пациента, из них 37 проводился тромболизис с добавлением сеанса ГБО, 37 пациентам – только тромболизис. ГБО проводилась однократно через 10 часов после тромболизиса. При оценке эффективности ГБО было выявлено влияние на процесс ремоделирования миокарда: статистически значимое снижение индекса конечного систолического объема ЛЖ, индекса конечного диастолического объема ЛЖ и увеличение фракции выброса ЛЖ по сравнению с группой контроля, в которой наблюдалось снижение фракции выброса ЛЖ [15].

Leitman M. и соавт. проводили изучение влияния ГБО на показатели эхокардиографии у пациентов с ИБС, артериальной гипертензией и сахарным диабетом. Курс ГБО составил

60 сеансов. Было выявлено улучшение функции левого желудочка (ЛЖ), особенно в апикальных сегментах, и связано с улучшением сердечной работы: увеличилась фракция выброса ЛЖ, снизился конечный систолический объем ЛЖ, увеличилась глобальная продольная деформация ЛЖ [16].

Baskot В. и соавт. описали эффекты ГБО в лечении дилатационной кардиомиопатии с выраженной хронической сердечной недостаточностью (ХСН), применив для диагностики метод перфузионной сцинтиграфии миокарда. ГБО включала 15 сеансов. Через четыре месяца после лечения отмечено улучшение следующих параметров: конечного диастолического объема ЛЖ, конечного систолического объема ЛЖ, нормализация движения стенок миокарда в передней/латеральной области и проксимальной перегородке. Авторы оценили ГБО как перспективный метод лечения ХСН [17].

В работе Родькиной С. И. и соавт. оценивалась эффективность воздействия ГБО при реабилитации в условиях санатория больных с сочетанной патологией ИБС с СД 2 типа. Эффективность ГБО оценивалась с применением международной классификации функционирования, опросника качества жизни, инструментальных и лабораторных показателей [18, 19]. В исследование были включены 68 больных, получавших комплексное лечение с ГБО, 53 пациента контрольной группы получали стандартное санаторно-курортное лечение без ГБО-терапии. Было выявлено значительное увеличение показателей физического здоровья и улучшение показателей эмоционального, психологического состояния. Результаты исследования свидетельствовали о положительных биохимических сдвигах в липидном и углеводном обмене у пациентов с ИБС в сочетании с СД 2 типа. Происходило восстановление чувствительности и функции инсулиновых рецепторов. Курс ГБО оказывал корректирующее влияние на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ): активацию антиоксидантной защиты и снижение процессов ПОЛ, что приводило к нормализации показателей конечных продуктов свободно-радикального окисления [20].

Исследования подтверждают эффективность ГБО при лечении ишемии миокарда. ГБО может использоваться для экстренного лечения кардиогенного шока. Метод эффективен в качестве дополнения к кардиохирургическим методам лечения атеросклеротического поражения сосудов нижних конечностей. При включении ГБО в программу реабилитации отмечается увеличение расстояния ходьбы при болях в конечности. Изучение эффектов ГБО показало, что при оксигенотерапии при 1,0 и 3,04 атмосферы повышается насыщение крови кислородом. Вдыхание кислорода при 3,04 атмосферы сопровождается увеличением артериального и венозного pO_2 и O_2 , насыщением гемоглобина в венозном кровообращении. Среди клинических эффектов отмечается значительное снижение частоты сердечных сокращений и сердечного выброса, увеличение периферического сопротивления. Среди осложнений ГБО отмечены признаки острой кислородной интоксикации, которые чаще всего слабо выражены [21].

В ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В.П. Демикова ДЗМ» (Москва) в период пандемии COVID-19 и постковидном периоде проводилась реабилитация пациентов, переболевших тяжелой формой COVID-19, с поражением

легочной ткани более 50%. В курс входила ГБО «мягких» режимов (до 1,4 АТА) с последующей корректировкой давления (не выше 1,6 АТА), длительностью 45 мин на аппарате БЛКС-303МК (см. рис.). Во время курса ГБО нежелательных явлений у пациентов выявлено не было. По окончании проведенного курса все переболевшие, которые участвовали в исследовании, отметили субъективно хороший результат – уменьшилась выраженность одышки, улучшилось общее самочувствие и эмоциональное состояние, повысилась работоспособность [22]. В настоящее время лечение в отделении ГБО проходят пациенты с заболеваниями нервной системы (острое нарушение мозгового кровообращения, хроническая ишемия головного мозга, транзиторная ишемическая атака), дыхательной системы (ХОБЛ, бронхиальная астма, внебольничная пневмония), заболеваниями сердечно-сосудистой системы (ОКС, ИБС, ХСН), эндокринной (СД) и другой патологией. Отмечена высокая эффективность комбинированной лекарственной терапии и ГБО.

Заключение

Влияние ГБО на организм человека сопровождается многочисленными положительными эффектами, которые могут быть использованы в медицине, включая терапию сердечно-сосудистых заболеваний. ГБО улучшает коллатеральное кровообращение, ингибирует развитие атеросклероза, улучшает эндотелиальную функцию, повышает экспрессию различных фибринолитических факторов и снижает вязкость крови, улучшает перфузию миокарда, снижает воспаление и дисфункцию сосудистого эндотелия, стабилизирует атеросклеротические бляшки в коронарных сосудах, а также улучшает микроциркуляцию миокарда. Результаты исследований свидетельствуют об эффективности ГБО при лечении ИБС, ОИМ, нестабильной стенокардии, ХСН, СД 2 типа, атеросклеротического поражения сосудов нижних конечностей. Применение данного метода при лечении кардиоваскулярной патологии улучшает гемодинамические показатели, показатели эхокардиографии и прогноз заболеваний. ГБО может быть рекомендована к широкому применению в медицинской практике для лечения сердечно-сосудистых заболеваний.

Список литературы / References

1. Акалаев Р. Н., Борисова Е. М., Евдокимов Е. А., Ромасенко М. В., Левина О. А., Митрохин А. А., Стопницкий А. А., Хайдарова С. Э. Гипербарическая медицина: история становления и путь развития. Вестник экстренной медицины. 2014; 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/giperbaricheskaya-medsina-istoriya-stanovleniya-i-put-razvitiya> (дата обращения: 03.02.2026).
2. Akalaev R. N., Borisova E. M., E. A. Evdokimov E. A., Romasenko M. V., Levina O. A., Mitrokhin A. A., Stopnitsky A. A., Khaidarova S. E. Hyperbaric medicine: the history of formation and the path of development. Bulletin of Emergency Medicine. 2014; 1. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/giperbaricheskaya-medsina-istoriya-stanovleniya-i-put-razvitiya> (date of request: 02/03/2026).
3. Larry D. Weiss MD, Keith W. Van Meter MD The applications of hyperbaric oxygen therapy in emergency medicine/ The American Journal of Emergency Medicine. Nov 1992; 10 (Issue 6): 558–568. [https://doi.org/10.1016/0735-6757\(92\)90185-Z](https://doi.org/10.1016/0735-6757(92)90185-Z)
4. Myers RA, Baker T, Cowley RA. Hyperbaric medicine: state of the art, 1979. Am Surg. 1982 Sep; 48 (9): 487–94. PMID: 7125385. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7125385/> (дата обращения: 03.02.2026).
5. Ramaswami RA, Lo WK. Use of hyperbaric oxygen therapy in Hong Kong. Hong Kong Med J. 2000 Mar; 6 (1): 108–12. PMID: 10793411. Use of hyperbaric oxygen therapy in Hong Kong – PubMed (дата обращения: 03.02.2026).
6. Hoffman DL, Salter JD, Brookes PS. Response of mitochondrial reactive oxygen species generation to steady-state oxygen tension: implications for hypoxic cell signaling. Am. J. Physiol Heart Circ Physiol. 2007 Jan; 292 (1): H101–8. DOI: 10.1152/ajpheart.00699.2006
7. Devaraj D, Srisakthi D. Hyperbaric oxygen therapy – can it be the new era in dentistry? J. Clin Diagn Res. 2014 Feb; 8 (2): 263–5. DOI: 10.7860/JCDR/2014/7262.4077
8. Herbert A. Saltzman M.D. Hyperbaric Oxygen/ Medical Clinics of North America. Sep 1967; 51 (Issue 5): 1301–131. [https://doi.org/10.1016/S0025-7125\(16\)32996-0](https://doi.org/10.1016/S0025-7125(16)32996-0)
9. Sen S, Sen S. Therapeutic effects of hyperbaric oxygen: integrated review. Med Gas Res. 2021 Jan-Mar; 11 (1): 30–33. DOI: 10.4103/2045-9912.310057

9. Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. *Diving Hyperb Med*. 2017 Mar; 47 (1): 24–32. DOI: 10.28920/dhm47.1.24–32. Erratum in: *Diving Hyperb Med*. 2017 Jun; 47 (2): 131–132. DOI: 10.28920/dhm47.2.131–132
10. Meng XE, Zhang Y, Li N, Fan DF, Yang C, Li H, Guo DZ, Pan SY. Hyperbaric Oxygen Alleviates Secondary Brain Injury After Trauma Through Inhibition of TLR4/NF- κ B Signaling Pathway. *Med Sci Monit*. 2016 Jan 26; 22: 284–8. DOI: 10.12659/msm.894148
11. Rogatsky GG, Stambler I. Hyperbaric oxygenation for resuscitation and therapy of elderly patients with cerebral and cardio-respiratory dysfunction. *Front Biosci (Schol Ed)*. 2017 Jun 1; 9 (2): 230–243. DOI: 10.2741/s484
12. Методические рекомендации МЗ РФ «Гипербарическая оксигенация в реаниматологии и интенсивной терапии» 2021 г. [anesth.ru/Methodological recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation «Hyperbaric oxygenation in resuscitation and intensive care» 2021. \(In Russ.\). https://pubdoc.ru/doc/311203/lekci-gbo?ysclid=ml6aawlg6c80638126](https://pubdoc.ru/doc/311203/lekci-gbo?ysclid=ml6aawlg6c80638126)
13. Batinac T, Batičić L, Kršek A, Knežević D, Marcucci E, Sotošek V, Čurko-Cofek B. Endothelial Dysfunction and Cardiovascular Disease: Hyperbaric Oxygen Therapy as an Emerging Therapeutic Modality? *J. Cardiovasc Dev Dis*. 2024 Dec 19; 11 (12): 408. DOI: 10.3390/jcdd11120408
14. Доценко Э.А., Саливончик Д.П. Современная роль гипербарической оксигенации в терапии кардиоваскулярных заболеваний. *Проблемы здоровья и экологии*. 2010; 3: 58–64. Dotsenko E. A., Salivonchik D. P. Present-day role of hyperbaric oxygenation in the therapy of cardiovascular diseases. *Health and Ecology Issues*. 2010; 3: 58–64. (In Russ.). <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2010-7-3-11>
15. Dekleva M, Neskovic A, Vlahovic A, Putnikovic B, Beleslin B, Ostojic M. Adjunctive effect of hyperbaric oxygen treatment after thrombolysis on left ventricular function in patients with acute myocardial infarction. *Am. Heart J*. 2004 Oct; 148 (4): E14. DOI: 10.1016/j.ahj.2004.03.031
16. Leitman M, Efrati S, Fuchs S, Hadanny A, Vered Z. The effect of hyperbaric oxygenation therapy on myocardial function. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2020 May; 36 (5): 833–840. DOI: 10.1007/s10554-020-01773-0
17. Baskot B, Živković M, Tepić S, Obradović S. [Evaluation of the therapeutic effect of hyperbaric oxygenation and erythropoietin in the treatment of chronic heart failure using myocardial perfusion scintigraphy G-SPECT]. *Vojnosanit Pregl*. 2009 May; 66 (5): 399–402. Serbian. DOI: 10.2298/vsp0905399b
18. Чукаева И.И., Орлова Н.В., Спирыкина Я.Г., Ахматова Ф.Д., Литвинова С.Н. Основы формирования здорового образа жизни. М.: Русайнс, 2018. 124 с. Chukaeva I.I., Orlova N.V., Spiryakina Ya.G., Akhmatova F.D., Litvinova S.N. Fundamentals of healthy lifestyle formation. M.: Rusains, 2018. 124 p. (In Russ.).
19. Performance Assessment Hyperbaric Oxygenation in the Rehabilitation of Patients with Coronary Heart Disease and Diabetes using the International Classification of Functioning, Quality of Life Questionnaire, Instrumental and Laboratory Indicators DOI link: <https://doi.org/10.34214/2312-5209-2019-23-3-57-61> Published Print: 2019-09-16.
20. Родькина С.И., Писарева И.П., Сазонова Л.Г., Морозова Л.В. Оценка результативности гипербарической оксигенации в реабилитации больных ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом с использованием международной классификации функционирования, опросника качества жизни, инструментальных и лабораторных показателей. *Качество и жизнь*. 2019; 3 (23): 57–61. Rodkina S.I., Pisareva I.P., Sazonova L.G., Morozova L.V. Evaluation of the effectiveness of hyperbaric oxygenation in the rehabilitation of patients with coronary heart disease and diabetes mellitus using the international classification of functioning, a quality of life questionnaire, and instrumental and laboratory indicators/ *Quality and Life*. 2019; 3 (23): 57–61. (In Russ.). DOI: 10.34214/2312-5209-2019-23-3-57-61
21. Whalen R. W. et al. Cardiovascular and blood gas responses to hyperbaric oxygenation. *The American Journal of Cardiology*. May 1965; 15 (Issue 5): 638–646. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(65\)90350-4](https://doi.org/10.1016/0002-9149(65)90350-4)
22. Поляков К.Н., Левончук С.В., Лапершвили М.А. Гипербарическая оксигенация в реабилитации больных, перенесших COVID-19. *Медицинский алфавит*. 2022; (3): 47–49. Polyakov K.N., Levonchuk S.V., Laperishvili M.A. Hyperbaric oxygenation in the rehabilitation of patients who have suffered COVID-19. *Medical Alphabet*. 2022; (3): 47–49. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-3-47-49>

Статья поступила / Received 20.01.2026
Получена после рецензирования / Revised 03.02.2026
Принята в печать / Accepted 05.02.2026

Сведения об авторах

Глибко Кирилл Васильевич, зав. отделением медицинской профилактики, врач-терапевт, врач-профпатолог¹. E-mail: doctorgkv@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7331-2791
Поляков Константин Михайлович, зав. гипербарическим отделением¹, врач-терапевт. E-mail: doctorgkv@gmail.com. ORCID: 0009-0003-2419-3839
Сковран Павел Янович, врач-кардиолог¹. E-mail: doctorgkv@gmail.com. ORCID: 0009-0006-3536-1414
Аракелов Сергей Эрнестович, д.м.н. проф., зав. кафедрой «Семейная медицина с курсом паллиативной медицинской помощи»², главный врач¹. E-mail: doctorgkv@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3911-8543

¹ БУЗ «Городская клиническая больница имени В.П. Демикова ДЗМ», Москва, Россия
² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН)», Москва, Россия

Автор для переписки: Глибко Кирилл Васильевич. E-mail: doctorgkv@gmail.com

Для цитирования: Глибко К.В., Поляков К.М., Сковран П.Я., Аракелов С.Э. Эффективность применения гипербарической кислородной терапии в кардиологии. *Медицинский алфавит*. 2026; (4): 24–28. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-4-24-28>

About authors

Glibko Kirill V., head of Dept of Medical Prevention, general practitioner, occupational pathologist¹. E-mail: kirill.inkerman@gmail.com. ORCID: 0000-0001-7331-2791
Polyakov Konstantin M., head of Hyperbaric Dept¹. E-mail: doctorgkv@gmail.com. ORCID: 0009-0003-2419-3839
Skovran Pavel Ya., cardiologist¹. E-mail: doctorgkv@gmail.com. ORCID: 0009-0006-3536-1414
Arakelov Sergey E., Dr Med Sci (habil.), head of Dept of Family Medicine with the Course of Palliative Care², chief physician¹. E-mail: kirill.inkerman@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3911-8543

¹ V.P. Demikhov City Clinical Hospital of the Moscow City Department of Health, Moscow, Russia
² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN), Moscow, Russia

Corresponding author: Glibko Kirill V. E-mail: doctorgkv@gmail.com

For citation: Glibko K.V., Polyakov K.M., Skovran P. Ya., Arakelov S.E. The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy in cardiology. *Medical alphabet*. 2026; (4): 24–28. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-4-24-28>

