

СЛЕСАРЕНКО
Михаил Михайлович

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОГО
ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ ВОЕННЫХ ЛЕТЧИКОВ

3.3.7. Авиационная, космическая и морская медицина

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Научный руководитель

Благинин Андрей Александрович – доктор медицинских наук, доктор психологических наук профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Шустов Евгений Борисович – доктор медицинских наук профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-клинический центр токсикологии имени академика С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства», научный информационно-аналитический отдел, главный научный сотрудник.

Черный Валерий Станиславович – доктор медицинских наук доцент, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный институт физической культуры» Министерства обороны Российской Федерации, кафедра медико-биологических дисциплин, заведующий кафедрой.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Защита состоится «09» июня 2026 года в 12.30 на заседании диссертационного совета 07.2.002.08, созданного на базе Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Автореферат разослан «___»_____ 2026 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук доцент



Ганапольский Вячеслав Павлович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. На современном этапе развития военной авиации сохраняется противоречие между возрастающими тактико-техническими характеристиками авиационных комплексов и биологически ограниченными психофизиологическими возможностями человека-оператора (Пономаренко В.А., 1998; 2007). Усложнение профессиональной деятельности, увеличение летных нагрузок и рост психоэмоционального напряжения создают предпосылки для истощения адаптационных резервов организма, развития донозологических состояний и снижения надежности профессиональной деятельности летного состава (Казначеев В.П., 1980; Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А., 1979; Новиков В.С., Горанчук В.В., 1994). В этих условиях функциональное состояние летчика становится одним из факторов, лимитирующих эффективность эргатической системы «летчик-самолет-среда» и непосредственно влияющих на безопасность полетов (Ушаков И.Б., 2000).

В связи с этим для авиационной медицины особую значимость приобретает поиск эффективных безопасных экспресс-методов коррекции функционального состояния. Традиционные гипоксические тренировки, применяемые в системе психофизиологической подготовки авиационных специалистов, нередко требуют продолжительных курсов и не всегда соответствуют условиям служебной деятельности (Лустин С.И., 1994; Черняков И.Н., 1996). Перспективным направлением решения данной задачи является нормобарическое гипоксическое прекондиционирование (ГПК), основанное на активации эндогенных защитно-приспособительных механизмов в ответ на дозированное гипоксическое воздействие (Меерсон Ф.З., 1993; Агаджанян Н.А., 1983). Это определяет актуальность настоящего исследования, направленного на психофизиологическое обоснование трехдневного курса гипоксического прекондиционирования как экспресс-метода сохранения профессионального здоровья военных летчиков.

Степень разработанности темы исследования определяется значительным объемом отечественных и зарубежных работ в области авиационной и космической медицины, физиологии адаптации и гипоксических воздействий. Теоретической основой исследования явились фундаментальные представления о роли дозированной гипоксии в повышении функциональных резервов организма, формировании неспецифической повышенной резистентности и развитии перекрестной адаптации (Сиротинин Н.Н., 1939; Миррахимов М.М., 1964; Меерсон Ф.З., 1973; Караш Ю.М. и соавт., 1988; Лустин С.И. 1994). Результаты ранее выполненных исследований показали, что гипоксическая тренировка является патогенетически обоснованным методом коррекции функционального состояния организма (Благинин А.А., Жильцова И.И., 2015).

В последние годы особое внимание уделяется гипоксическому прекондиционированию как методу, основанному на кратковременном

интервальном гипоксическом воздействии, активирующем эндогенные защитно-приспособительные механизмы (Рыбникова Е.А., 2010; Зенько М.Ю., 2014). Вместе с тем анализ научной литературы показал, что большинство исследований выполнено в клинической медицине и спорте и преимущественно посвящено длительным курсам гипокситерапии. Вопросы применения краткосрочного курса гипоксического прекондиционирования в качестве экспресс-метода психофизиологической подготовки специалистов экстремального профиля, в том числе военнослужащих летного состава, разработаны недостаточно. Отсутствие комплексных исследований, посвященных влиянию краткосрочного курса гипоксического прекондиционирования на переносимость профессионально значимых факторов авиационной деятельности, определило цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования

Совершенствование системы сохранения профессионального здоровья военных летчиков на основе гипоксического прекондиционирования.

Задачи исследования

1. Исследовать динамику операторской работоспособности у испытуемых в процессе гипоксического прекондиционирования.
2. Провести анализ динамики психологических показателей испытуемых в процессе гипоксического прекондиционирования.
3. Оценить влияние гипоксического прекондиционирования на переносимость испытуемыми динамических факторов полета.
4. Оценить влияние гипоксического прекондиционирования на переносимость испытуемыми высотных факторов полета.
5. Обосновать режим гипоксического прекондиционирования для сохранения профессионального здоровья.

Научная новизна

Впервые в отечественной авиационной медицине проведено комплексное исследование и дано научное обоснование эффективности трехдневного курса гипоксического прекондиционирования как универсального метода повышения адаптационных резервов летного состава.

Впервые доказано, что разработанный экспресс-метод формирует в организме летчика состояние перекрестной толерантности (кросс-адаптации), проявляющееся в одновременном повышении устойчивости к разнородному комплексу профессионально значимых факторов: динамическим и высотным факторам полета, психоэмоциональному напряжению, операторским нагрузкам.

На основе комплексного анализа физиологических, психофизиологических и психологических показателей разработан и научно обоснован метод экспресс-подготовки летного состава с использованием трехдневного курса ГПК, доказана его комплексная эффективность для

сохранения профессионального здоровья и повышения профессиональной надежности.

Теоретическая и практическая значимость

Впервые теоретически обосновано и экспериментально доказано, что после прохождения экспресс-курса ГПК формируется неспецифическая резистентность организма к комплексу факторов авиационного полета.

Результаты исследования расширяют научные представления о гипоксическом прекондиционировании. Работа создает научную основу для рассмотрения гипоксического прекондиционирования как универсального адаптогенного инструмента для быстрой коррекции функционального состояния специалистов экстремального профиля.

Практическая значимость исследования определяется тем, что на основе полученных данных разработан и научно обоснован экспресс-метод сохранения профессионального здоровья и повышения надежности военных летчиков. Представляется возможным интегрировать ГПК в насыщенный график служебной деятельности авиационных специалистов. Таким образом, авиационные врачи получают возможность проводить ГПК авиационным специалистам без их отрыва от выполнения основных задач.

Результаты исследования реализованы в виде методических рекомендаций для авиационных врачей, применение которых напрямую способствует повышению устойчивости авиационных специалистов к неблагоприятным факторам полета, сохранению высокой операторской работоспособности, снижению рисков, связанных с «человеческим фактором», и, в конечном итоге, повышению безопасности полетов.

Методология и методы исследования

Настоящее диссертационное исследование проведено на основе принципов объективности, комплексности, целостности, системности и динамичности изучения показателей в рамках сравнительного экспериментального исследования функционального состояния организма испытуемых до и после курса гипоксического прекондиционирования. Испытуемые были разделены на основную и контрольную группы.

Программа исследования одобрена независимым этическим комитетом при Военно-медицинской академии имени С.М.Кирова (протокол № 230 от 10.11.2023). От всех участников было получено добровольное информированное согласие.

Проведен обзор российской и зарубежной научной литературы. Для решения поставленных задач использовался комплекс современных валидных физиологических, психологических, психофизиологических методик, а также специальные нагрузочные пробы. Анализ полученных данных был выполнен с применением методов математико-статистической обработки, соответствующих выборке.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Гипоксическое прекондиционирование способствует повышению профессиональной надежности военнослужащих за счет улучшения операторской работоспособности и оптимизации психического состояния.
2. Гипоксическое прекондиционирование повышает переносимость динамических и высотных факторов полета.
3. Трехдневный курс гипоксического прекондиционирования с целевой сатурацией 85% в гипоксическую фазу тренировки является эффективным методом сохранения профессионального здоровья военных летчиков.

Степень достоверности исследований

Достоверность результатов и выводов диссертационного исследования подтверждается четко сформулированной целью и выполненными для ее достижения адекватными задачами исследования.

Достаточный объем выборки, включающей 222 обследованных, позволил выполнить репрезентативный анализ. Для повышения достоверности результатов в дизайн исследования были включены основная и контрольная группы. В процессе исследования применялся комплексный полипараметрический подход с использованием современных валидных и объективных методов физиологической, психологической и психофизиологической диагностики. Полученные результаты согласуются с данными других исследований по данной проблеме.

При обработке полученных результатов в зависимости от нормальности распределения использовались различные методы математической статистики (парный t-критерий Стьюдента, критерий Вилкоксона).

Апробация результатов исследования

Основные результаты исследования доложены и обсуждены на: Международном научно-практическом форуме молодых ученых и специалистов «Ильинские чтения 2025» (Москва, 2025); Объединенном научном форуме с международным участием «VIII съезд физиологов СНГ» (Сочи, 2025); VII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Института физиологии им. И.П. Павлова РАН (Санкт-Петербург, 2025)

Внедрение результатов

Разработанный метод гипоксического прекондиционирования включен в методические рекомендации «Применение гипоксической тренировки для коррекции функционального состояния, лечения и медицинской реабилитации военнослужащих», утвержденные начальником Главного военно-медицинского управления Министерства обороны Российской Федерации – начальником медицинской службы Вооруженных Сил Российской Федерации (2024 г.). Данные рекомендации предназначены для оказания методической помощи авиационным врачам.

Материалы диссертационного исследования внедрены в образовательный процесс и используются при проведении лекционных и практических занятий на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М.Кирова.

Публикации на тему исследования

Основные положения и результаты работы отражены в 11 печатных работах, из которых 3 статьи опубликованы в изданиях, рецензируемых Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Личный вклад автора

Автор диссертационного исследования принимал непосредственное участие в определении цели и задач исследования, а также в планировании программы исследований, самостоятельно провел анализ научной литературы, организовал и осуществил экспериментальную часть работы. Также автор лично проводил математико-статистическую обработку и анализ полученных данных, формулировал выводы и практические рекомендации.

Объем и структура работы

Текст диссертации представлен на 157 машинописных страницах и включает в себя введение, три главы, заключение, выводы, практические рекомендации, список условных сокращений и список литературы. Структура диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Текст диссертации содержит 5 рисунков и 21 таблицу. Список литературы включает 225 литературных источников, из них 174 – на русском языке и 51 – на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен анализ отечественных и зарубежных литературных данных, посвященных проблеме сохранения профессионального здоровья военных летчиков. Рассмотрены современные представления о профессиональном здоровье летного состава, методы психофизиологической подготовки, применяемые для коррекции функционального состояния, а также возможности использования гипоксических тренировок. Особое внимание уделено гипоксическому прекондиционированию как перспективному методу психофизиологической подготовки военных летчиков, направленному на повышение устойчивости к профессионально значимым факторам полета и сохранение работоспособности.

Во второй главе представлены методики, организация и объем выполненных исследований. Работа проводилась в лабораторных условиях на базе кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии имени С.М.Кирова. Для решения поставленных задач было проведено комплексное экспериментальное исследование влияния курса

гипоксического preconditionирования на операторскую работоспособность, психическое состояние, переносимость динамических и высотных факторов полета.

Таблица 1 – Структура и объем исследования

№ п/п	Название серии исследования	Количество испытуемых, чел.	Количество обследований, ед.
1	Оценка влияния курса гипоксического preconditionирования на операторскую работоспособность, из них: -основная группа; -контрольная группа.	30	360
		18	216
2	Оценка влияния курса гипоксического preconditionирования на психическое состояние военнослужащих, из них: -основная группа; -контрольная группа.	58	464
		26	208
3	Оценка влияния курса гипоксического preconditionирования на переносимость динамических факторов полета, из них:		
	3.1 Оценка влияния курса гипоксического preconditionирования на результаты проведения 5-ти ступенчатой статозергометрической пробы -основная группа; -контрольная группа.	19 11	76 44
	3.2 Оценка влияния курса гипоксического preconditionирования на результаты пробы «Отолитовая реакция-10» -основная группа; -контрольная группа.	18 10	108 60
4	Оценка влияния курса гипоксического preconditionирования на переносимость высотных факторов полета, из них: -основная группа; -контрольная группа.	20	320
		12	192
	Всего	222	2048

Проведено 4 серии исследований, в которых приняли участие 222 практически здоровых мужчины в возрасте $25,5 \pm 3,7$ года. Общий объем

выполненных обследований составил 2048. Структура и объем исследований представлены в таблице 1.

Гипоксическое прекондиционирование проводили с использованием установки для гипокситерапии «Гипо-Окси» (Охутерга, Россия).

ГПК включало 3 ежедневные процедуры, выполнявшиеся в одно и то же время суток. Каждая процедура состояла из 4 циклов с чередованием подачи гипоксической газовой смеси в течение 5 мин и гипероксической газовой смеси (30% O_2) в течение 3 мин. В гипоксическую фазу тренировки содержание O_2 подбиралось индивидуально для достижения целевого уровня сатурации крови кислородом, который составлял 85%. Общая продолжительность одной процедуры – 32 мин (рис. 1).

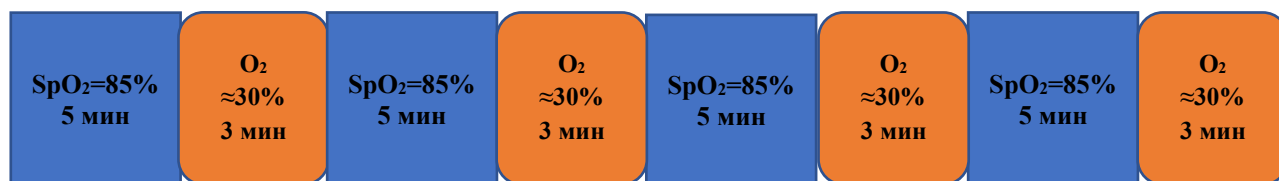


Рисунок 1 – Циклограмма гипоксического прекондиционирования

В исследовании использовали полипараметрический подход, основанный на регистрации психологических, физиологических и психофизиологических показателей, а также результатов функциональных нагрузочных проб, что позволило комплексно оценить функциональное состояние организма испытуемых. Психологическое обследование включало оценку тревожности, уровня стресса и качества жизни; физиологическое – анализ гемодинамических показателей, вариабельности сердечного ритма, пульсоксиметрию и стабิโลграфию; психофизиологическое – исследование сенсомоторных реакций, внимания и когнитивных функций. Для моделирования профессионально значимых воздействий использовали пятиступенчатую статозергометрическую пробу, пробу «Отолитовая реакция-10», гипоксический тест, барокамерный подъем на высоту 5000 м и пробу Штанге. Статистическую обработку результатов выполняли с использованием Microsoft Excel 2019 и пакета StatTech v. 4.8.3. Нормальность распределения оценивали по критерию Шапиро-Уилка. Для выборок с нормальным распределением применяли парный t-критерий Стьюдента, при распределении, отличном от нормального, – критерий Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

В третьей главе представлены результаты исследований. Первая серия была посвящена оценке влияния курса ГПК на операторскую работоспособность. В исследовании приняли участие 48 мужчин, разделенных на основную группу ($n=30$), проходившую курс ГПК, и контрольную группу ($n=18$). Для оценки операторской работоспособности проводили методы простой и сложной сенсомоторных реакций, реакции на движущийся объект, показателей внимания и критической частоты слияния мельканий.

Психофизиологические показатели регистрировали до и после завершения курса ГПК.

У испытуемых основной группы после курса ГПК выявлено статистически значимое улучшение исследуемых психофизиологических показателей. Отмечено уменьшение времени простой сенсомоторной реакции на 6,8% ($p<0,001$) и сложной сенсомоторной реакции на 5,3% ($p<0,05$), а также снижение в 3 раза количества ошибок при выполнении сложной сенсомоторной реакции ($p<0,01$). Повышение критической частоты слияния мельканий на 6,2% ($p<0,05$) свидетельствовало об улучшении функционального состояния центральной нервной системы (рис. 2).

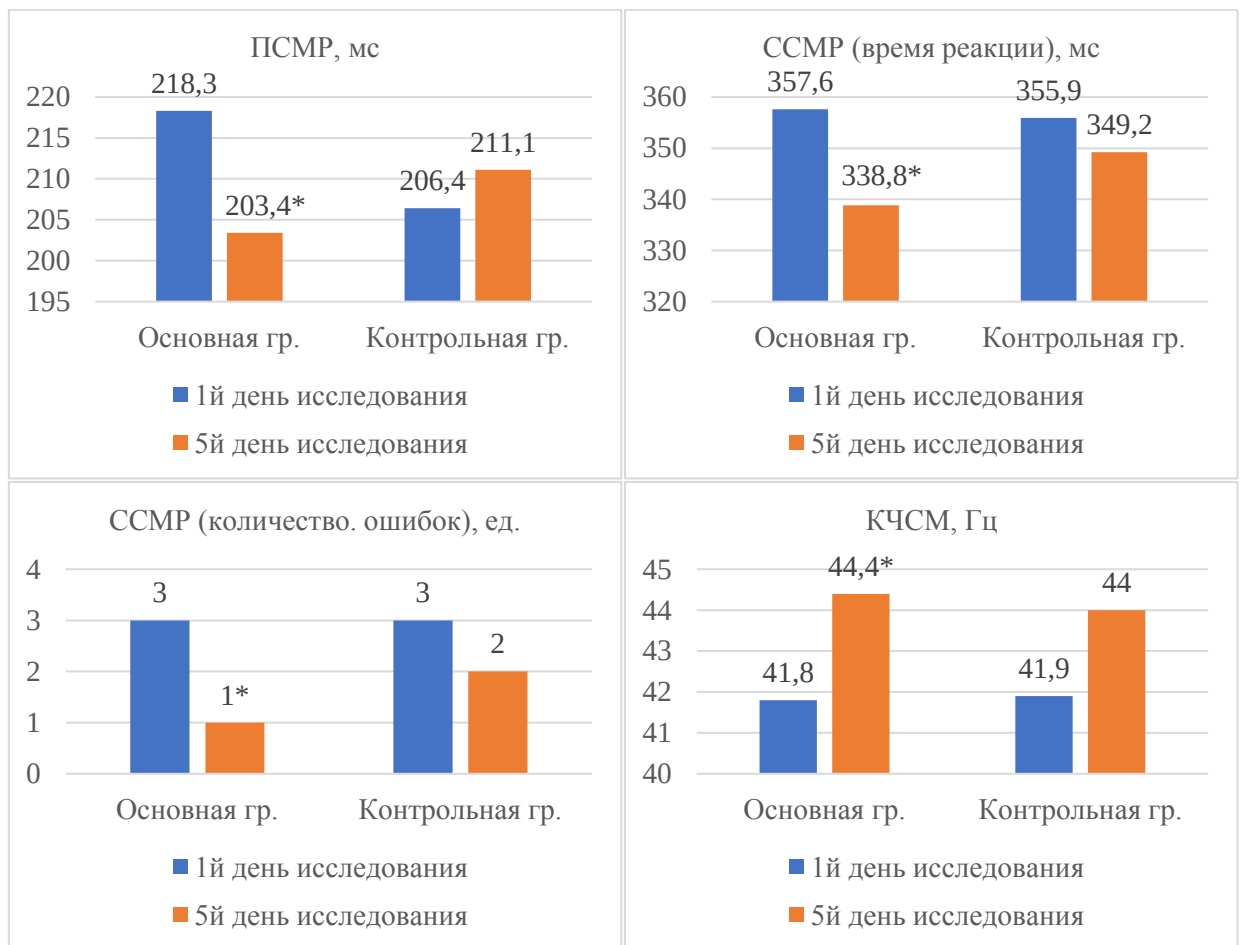


Рисунок 2 – Динамика психофизиологических показателей в основной и контрольной группах

Примечание: * – статистически значимые различия

Установлено улучшение показателей реакции на движущийся объект, проявлявшееся уменьшением времени опережения на 43% ($p<0,001$) и времени запаздывания на 44,3% ($p<0,05$) (рис. 3). Такое синхронное положительное изменение двух показателей доказывает сохранение баланса нервных процессов (возбуждения и торможения) на исходном уровне, что является дополнительным преимуществом метода ГПК.

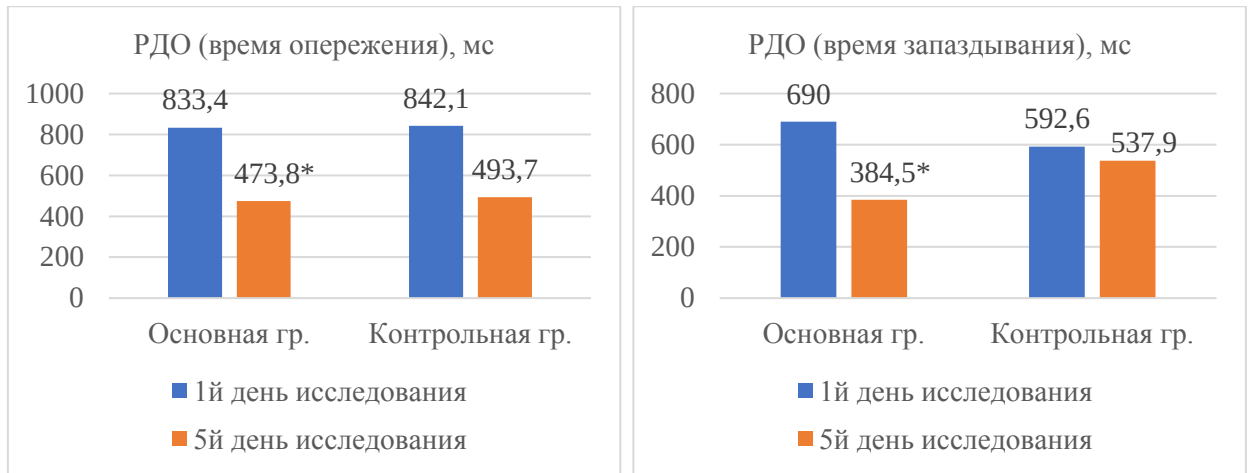


Рисунок 3 – Динамика показателей РДО в основной и контрольной группах

Примечание: * – статистически значимые различия

Одновременно выявлены ($p < 0,05$) повышение скорости переработки информации на 33,3%, средней продуктивности на 45,4% и точности выполнения корректурной пробы на 9%, а также сокращение времени переключения внимания на 8,2% (рис. 4).

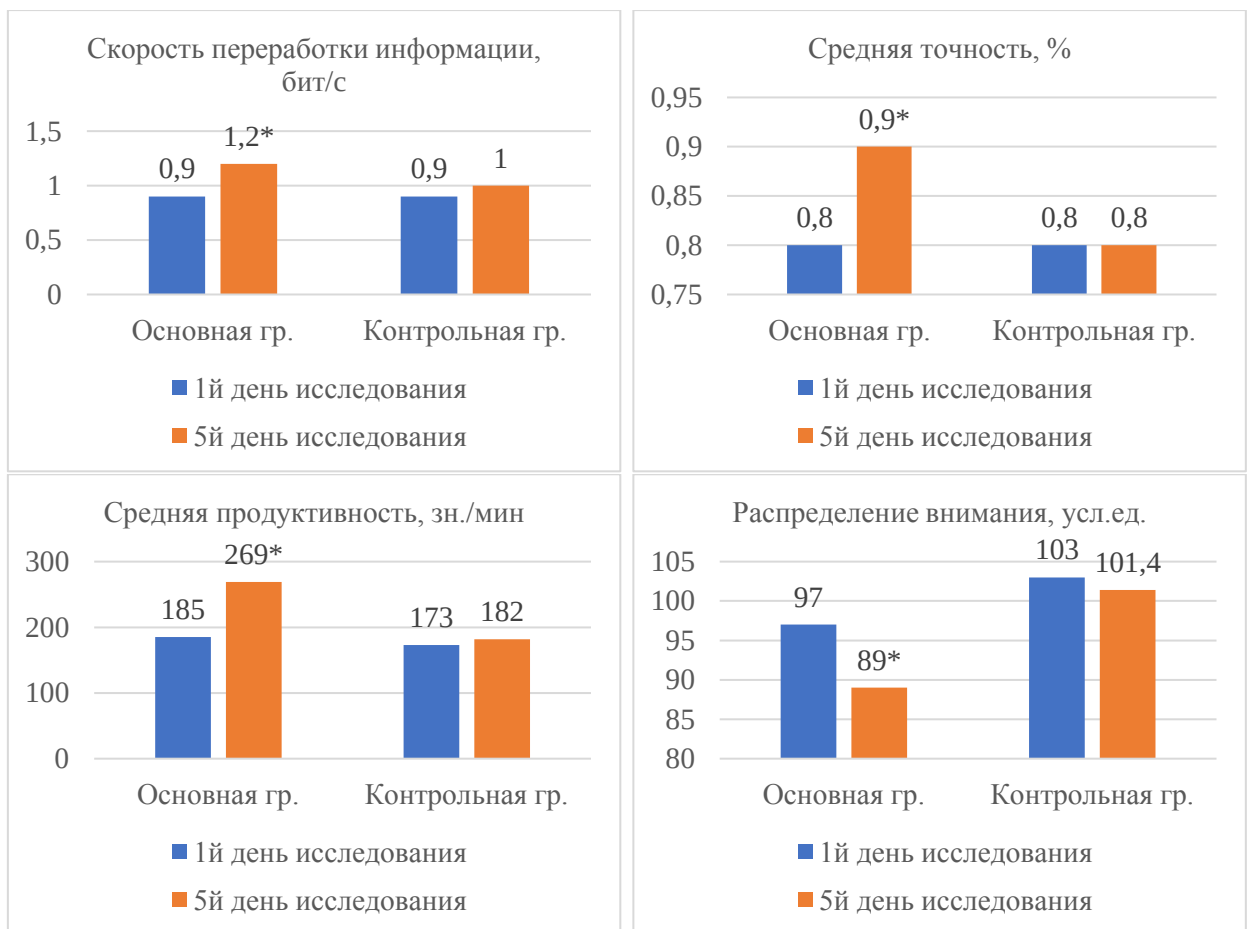


Рисунок 4 – Динамика показателей корректурной пробы с разорванными кольцами и теста «Черно-красные таблицы» в основной и контрольной группах

Примечание: * – статистически значимые различия

В контрольной группе сопоставимой положительной динамики не отмечено, что подтверждает связь выявленных изменений с проведением курса ГПК. Таким образом, результаты первой серии показали, что курс ГПК способствует улучшению функционального состояния центральной нервной системы и оказывает положительное влияние на операторскую работоспособность, проявляющееся ускорением сенсомоторного реагирования, повышением точности деятельности и улучшением характеристик внимания.

Наряду с оценкой операторской работоспособности проводилось изучение влияния ГПК на психическое состояние испытуемых. Во второй серии исследований приняли участие 84 человека, из которых 58 составили основную группу, проходившую курс ГПК, и 26 – контрольную группу. Психическое состояние оценивали с использованием опросника Спилбергера-Ханина, опросника самооценки уровня стресса по Щербатых, методики САН и опросника качества жизни SF-36. Психологические показатели регистрировали до и после завершения курса ГПК.

У испытуемых основной группы после курса ГПК выявлены статистически значимые положительные изменения психоэмоционального состояния, так, уровень ситуативной тревожности снизился на 26,8% ($p < 0,001$). По результатам опросника Щербатых установлено снижение уровня стресса на 35,7% ($p < 0,05$) (рис. 5).

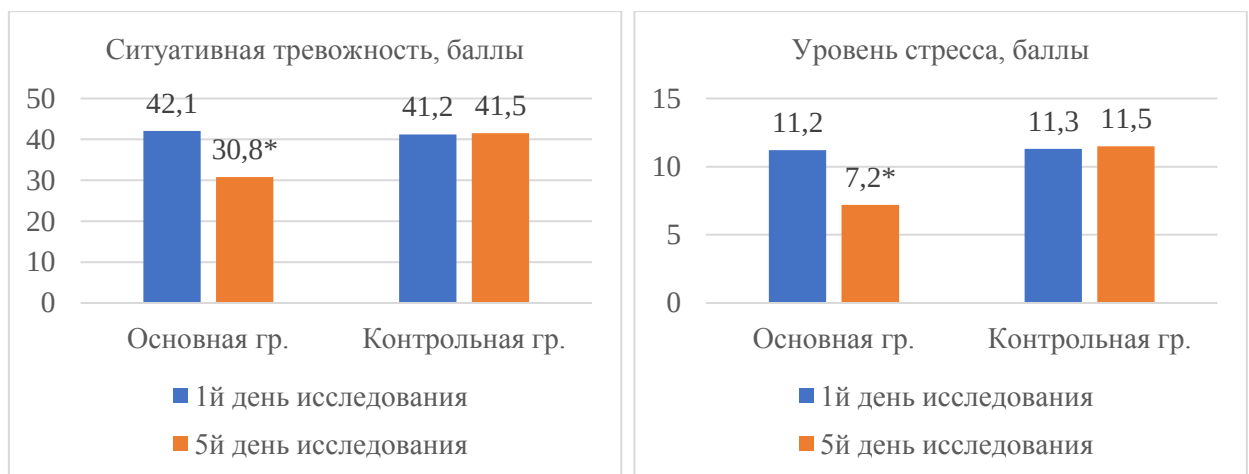


Рисунок 5 – Динамика психологических показателей по опроснику Спилбергера-Ханина и опроснику самооценки уровня стресса по Щербатых в основной и контрольной группах

Примечание: * – статистически значимые различия

По данным методики САН отмечено ($p < 0,001$) улучшение субъективной оценки самочувствия на 45,5%, активности – на 36,4% и настроения – на 28%. При анализе качества жизни по SF-36 статистически значимых изменений физического компонента здоровья не выявлено, тогда как психологический компонент здоровья увеличился на 4,8% ($p < 0,05$) (рис. 6).

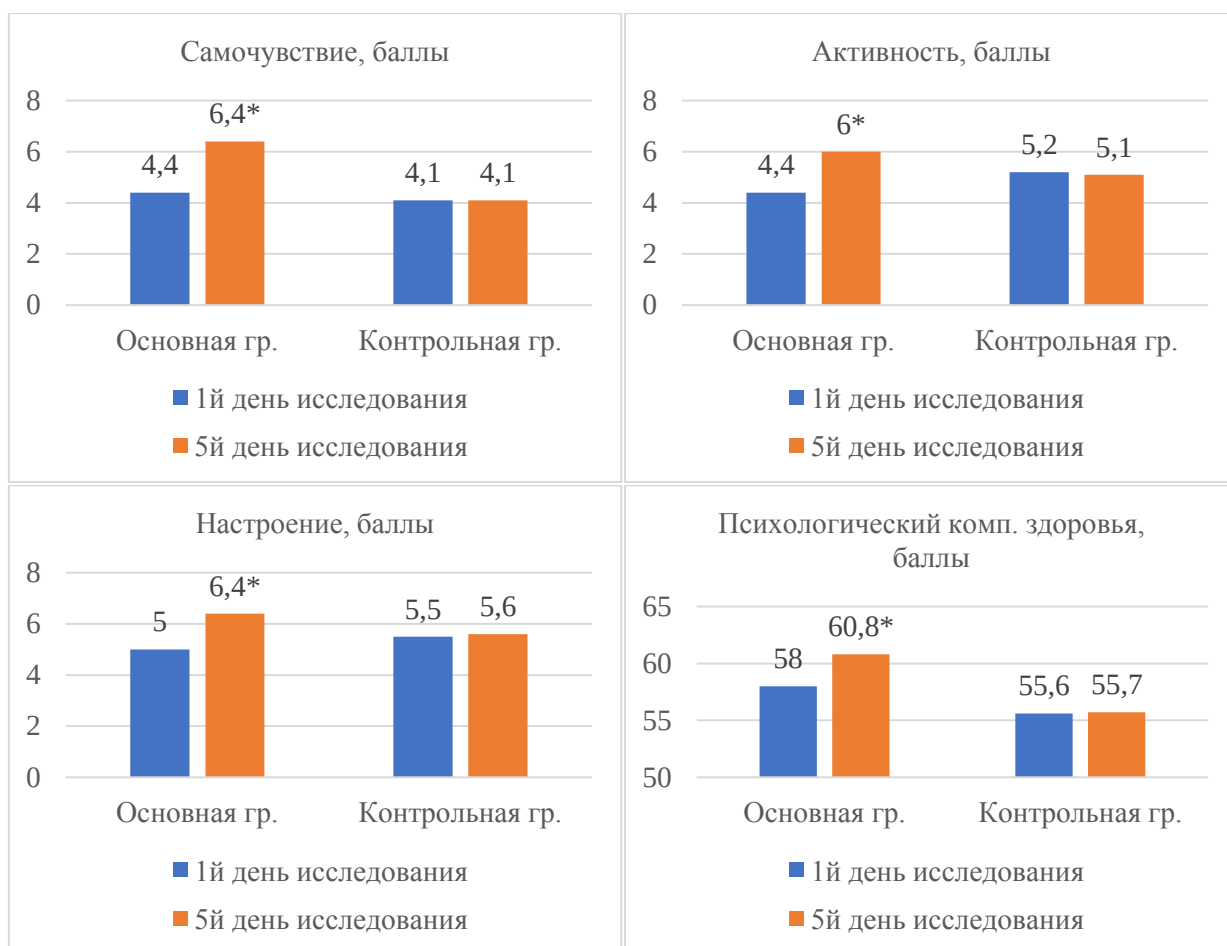


Рисунок 6 – Динамика психологических показателей по методике САН и опроснику качества жизни SF-36 в основной и контрольной группах

Примечание: * – статистически значимые различия

В контрольной группе значимой динамики исследованных психологических показателей не отмечено. Таким образом, результаты второй серии свидетельствуют о положительном влиянии курса ГПК на психическое состояние военнослужащих, проявляющемся снижением ситуативной тревожности и уровня стресса, улучшением самочувствия, активности, настроения и повышением психологического компонента качества жизни.

Следующим этапом исследования явилась оценка влияния ГПК на переносимость нагрузок, моделирующих динамические факторы полета. В третьей серии исследований для этой цели у одной группы испытуемых использовали пятиступенчатую статозергометрическую пробу (СЭП), у другой – пробу «Отолитовая реакция-10» (ОР-10). Дополнительно для оценки функционального состояния организма применяли анализ вариабельности сердечного ритма и компьютерную стабелографию.

Среди испытуемых, проходивших СЭП, были 30 человек: основная группа – 19, контрольная – 11. После курса ГПК в основной группе выявлено статистически значимое повышение переносимости статической нагрузки: 12 из 19 испытуемых (63,2%) после курса ГПК смогли выполнить пробу на более высокой ступени нагрузки, тогда как в контрольной группе подобное улучшение отмечено лишь у 18,2% обследованных (рис. 7). Анализ

вариабельности сердечного ритма показал, что до проведения ГПК выполнение СЭП сопровождалось признаками функциональной рассогласованности вегетативной регуляции. После курса ГПК вегетативные реакции на предъявляемую нагрузку становились более устойчивыми и физиологически адекватными, без выраженных признаков дезорганизации регуляторных механизмов. В контрольной группе сопоставимой положительной динамики не выявлено. Полученные данные свидетельствуют о том, что курс ГПК способствует повышению переносимости статических нагрузок, моделирующих воздействие перегрузок.

Во второй подгруппе третьей серии, где переносимость динамических факторов полета оценивали с помощью пробы ОР-10, обследованы 28 человек: основная группа – 18, контрольная – 10. После курса ГПК в основной группе отмечено статистически значимое улучшение переносимости статокINETической нагрузки: 13 из 18 испытуемых (72,2%) после курса ГПК продемонстрировали более высокую оценку переносимости пробы, тогда как в контрольной группе подобное улучшение зарегистрировано у 30,0% обследованных (рис. 7).

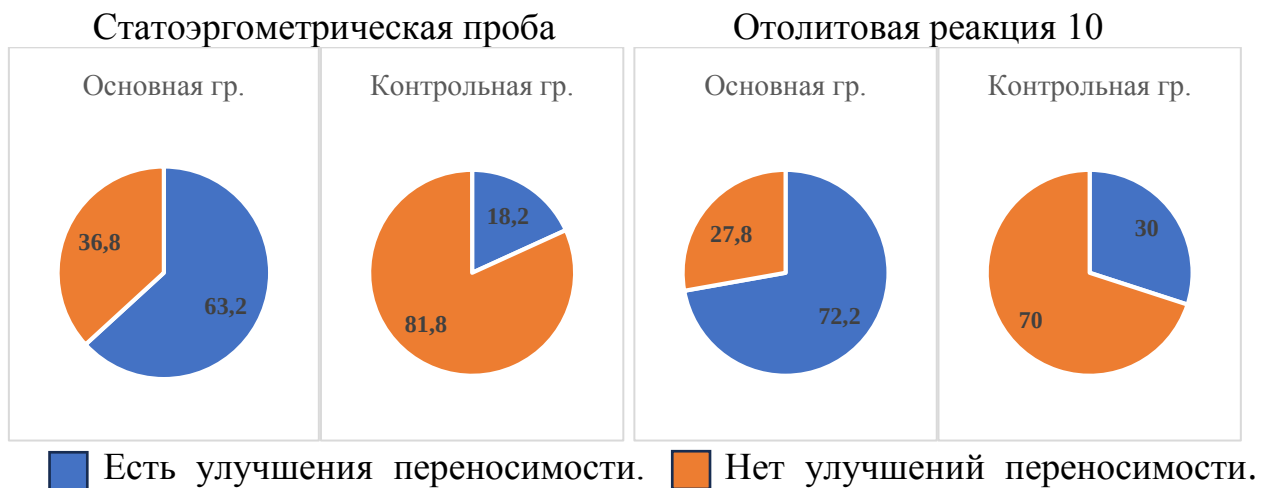


Рисунок 7 – Результаты переносимости функциональных нагрузочных проб у испытуемых основных и контрольных групп

По данным компьютерной стабیلлографии установлено, что до курса ГПК выполнение пробы ОР-10 сопровождалось ухудшением постральной устойчивости, проявившимся увеличением площади статокINETОграммы в 2,1 раза ($p < 0,01$) с открытыми и в 2,7 раза ($p < 0,01$) с закрытыми глазами, ростом среднего радиуса отклонения центра давления в 1,7 раза ($p < 0,001$) с открытыми и в 1,9 раза ($p < 0,05$) с закрытыми глазами (рис. 8). А также установлено снижение качества функции равновесия с закрытыми глазами на 16,2% ($p < 0,05$).

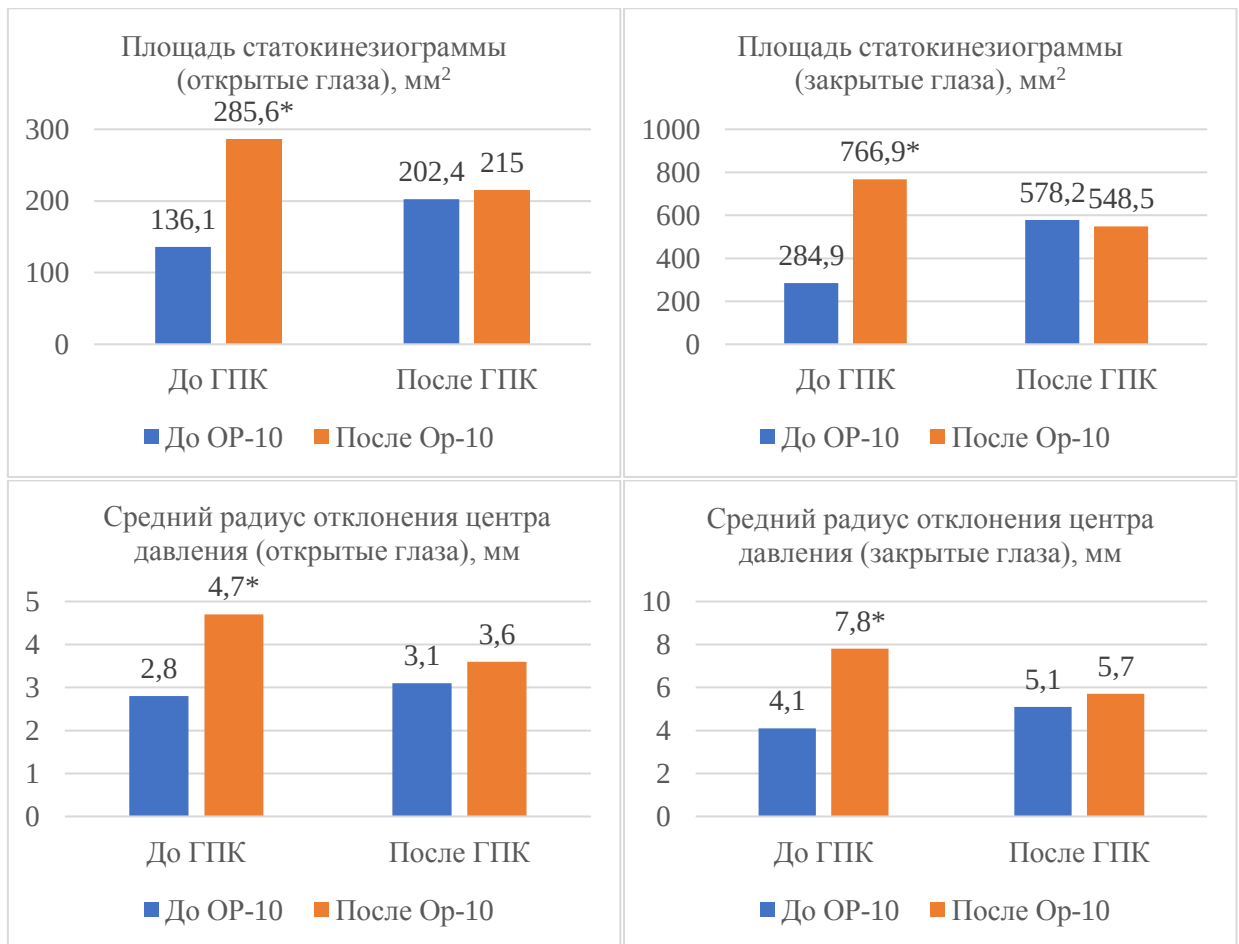


Рисунок 8 – Динамика стабилеографических показателей в основной группе до и после ГПК

Примечание: * – статистически значимые различия

После курса ГПК выраженность неблагоприятных сдвигов уменьшалась, что свидетельствовало о повышении устойчивости систем постральной регуляции.

Анализ вариабельности сердечного ритма также показал, что после курса ГПК реакция на вестибулярную нагрузку приобретала более упорядоченный и физиологичный характер. В контрольной группе аналогичных положительных изменений не отмечено.

Таким образом, результаты третьей серии показали, что курс ГПК способствует повышению переносимости динамических факторов полета, проявляющемуся улучшением переносимости статических и статокинетических нагрузок, более физиологичным характером вегетативных реакций и повышением постральной устойчивости при предъявлении статокинетической нагрузки.

Завершающим этапом исследования стало изучение влияния ГПК на устойчивость к гипоксическим и гипобарическим воздействиям, отражающим переносимость высотных факторов полета. В четвертой серии устойчивость к высотным воздействиям (гипоксия, гипобария) оценивали с помощью гипоксического теста, барокамерного подъема на высоту 5000 м с экспозицией в течение 20 мин и пробы Штанге. В условиях моделируемой гипобарической

гипоксии дополнительно выполняли психофизиологическое тестирование, включавшее исследование простой и сложной сенсомоторных реакций, реакции на движущийся объект и устный счет. В исследовании приняли участие 32 испытуемых, разделенных на основную (n=20) и контрольную (n=12) группы.

После курса ГПК у испытуемых основной группы выявлено статистически значимое повышение устойчивости к гипоксическому воздействию. По данным гипоксического теста целевой уровень сатурации крови 85% после курса ГПК достигался при меньшем содержании кислорода в дыхательной смеси: 12,0% против 12,5% до курса ($p<0,05$). По результатам пробы Штанге отмечено увеличение продолжительности задержки дыхания на 21% ($p<0,05$) (рис. 9). В контрольной группе статистически значимых изменений по указанным показателям не выявлено, что свидетельствовало об увеличении гипоксической устойчивости именно после проведения курса ГПК.

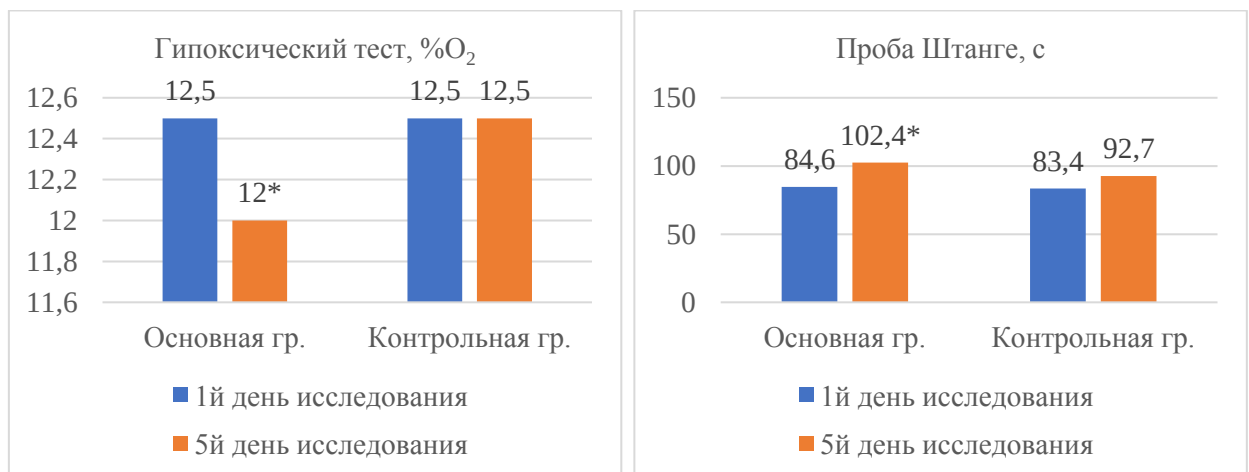


Рисунок 9 – Динамика переносимости проб на определение устойчивости к гипоксии в основной и контрольной группах

Примечание: * – статистически значимые различия

Анализ физиологических реакций при барокамерном подъеме показал, что после курса ГПК у испытуемых основной группы в условиях гипобарической гипоксии отмечались благоприятные адаптационные сдвиги. Во время пребывания на высоте регистрировали более высокие значения сатурации крови кислородом: на 1-й минуте – $83,3\pm0,7\%$ против $80,9\pm0,6\%$ до курса ($p<0,05$), на 20-й минуте – $82,1\pm0,8\%$ против $79,7\pm0,7\%$ ($p<0,05$) (рис. 10). При этом ЧСС хоть и увеличивалась, но оставалась в физиологическом диапазоне, что можно трактовать как адекватную компенсаторную реакцию. Это указывает на то, что организм испытуемых стал более устойчивым к гипоксической гипоксии, не входя в зону дестабилизации регуляторных систем.

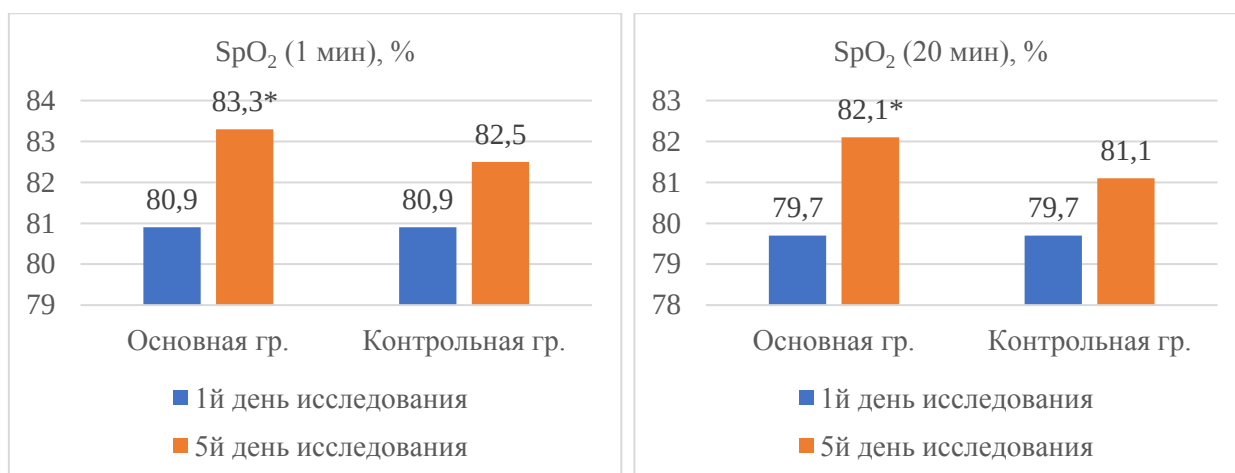


Рисунок 10 – Динамика SpO₂ в основной и контрольной группах во время барокамерного подъема

Примечание: * – статистически значимые различия

Одновременно отмечено, что показатели артериального давления статистически значимо не изменялись, что указывало на стабильность системной гемодинамики. В контрольной группе достоверной положительной динамики не наблюдалось.

После курса ГПК у испытуемых основной группы также зарегистрировано улучшение психофизиологических показателей, оценивавшихся в условиях барокамерного подъема. Латентный период простой сенсомоторной реакции сократился на 16,8% ($p < 0,05$), время сложной сенсомоторной реакции – на 5,4% ($p < 0,05$), а правильность выполнения устного счета увеличилась на 13% ($p < 0,05$) (рис. 11).

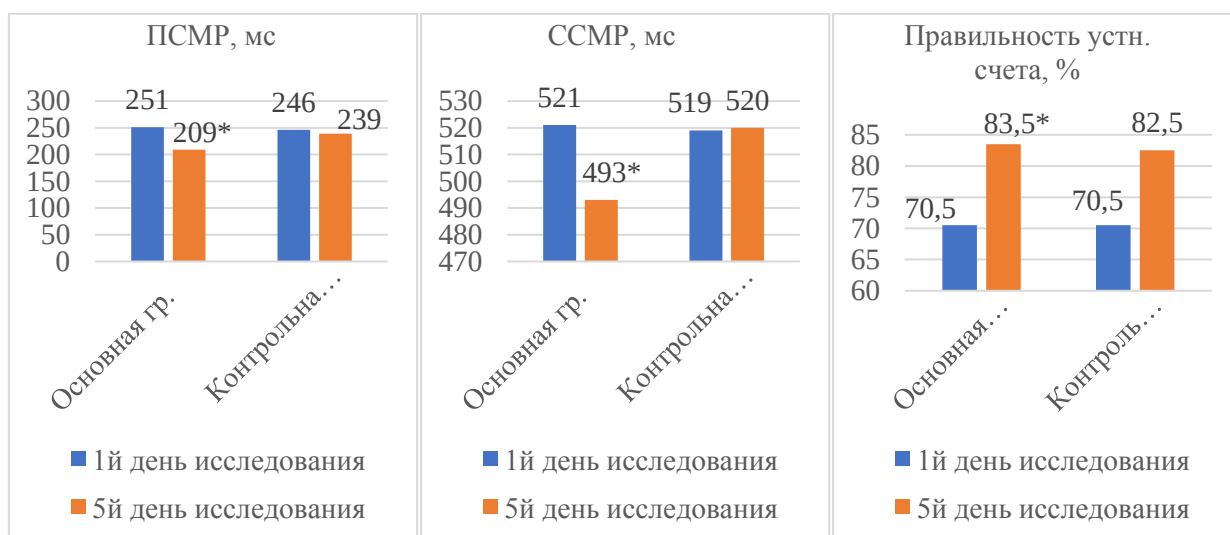


Рисунок 11 – Динамика психофизиологических показателей в основной и контрольной группах во время барокамерного подъема

Примечание: * – статистически значимые различия

Это свидетельствовало о повышении устойчивости центральной нервной системы к гипобарической гипоксии и сохранении эффективности выполнения операторских задач в условиях моделируемой гипобарической

гипоксии. В контрольной группе сопоставимых изменений не отмечено. Результаты четвертой серии показали, что курс ГПК способствует повышению переносимости высотных факторов полета, что проявляется увеличением гипоксической устойчивости, более благоприятным физиологическим ответом на гипобарическую гипоксию и улучшением психофизиологических показателей в условиях моделируемого высотного воздействия.

Заключение. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что курс гипоксического прекондиционирования оказывает комплексное положительное влияние на функциональное состояние организма испытуемых. Применение ГПК сопровождается улучшением операторской работоспособности и психического состояния, повышением переносимости динамических и высотных факторов полета. Вероятно, выявленные эффекты обусловлены формированием срочной адаптации к повторным дозированным гипоксическим воздействиям. При этом возможна активация молекулярно-клеточных механизмов, связанных с синтезом гипоксия-индуцируемых защитных белков. Это создает предпосылки для повышения неспецифической резистентности организма к факторам летной деятельности. Полученные данные подтверждают целесообразность применения гипоксического прекондиционирования в системе психофизиологической подготовки как экспресс-метода, направленного на сохранение профессионального здоровья военных летчиков и поддержание их функциональной готовности к выполнению полетных задач.

Выводы

1. Гипоксическое прекондиционирование улучшает операторскую работоспособность.

Зафиксировано сокращение времени РДО на 43,7%, латентного периода ПСМР на 6,8%, ССМР на 5,3% при одновременном снижении количества ошибок в 3 раза. После ГПК наблюдается увеличение скорости переработки информации на 33,3%, средней продуктивности на 45,4%, точности выполнения задания на 9%, скорости переключения внимания на 8,2%, лабильности центрального звена зрительного анализатора на 6,2%.

2. Гипоксическое прекондиционирование оптимизирует психическое состояние испытуемых.

Установлено снижение уровня ситуативной тревожности на 26,8% и уровня психологического стресса на 35,7%. Отмечается достоверное изменение субъективных оценок: «Самочувствие» улучшается на 45,5%, «Активность» – на 36,4%, «Настроение» – на 28%. Психологический компонент здоровья улучшается на 4,8%.

3. Гипоксическое прекондиционирование повышает переносимость динамических факторов полета.

Выявлено, что после курса ГПК у 63,2% испытуемых улучшается переносимость статозргометрической пробы, при этом количество испытуемых, выполняющих пять ступеней нагрузки, возрастает с 0% до 21%.

Также обнаружено, что после курса ГПК улучшается переносимость пробы ОР-10 у 72,2% испытуемых, а количество оценок «отлично» увеличивается с 0% до 44%.

4. Гипоксическое прекондиционирование улучшает переносимость высотных факторов полета.

Зафиксировано, что после курса ГПК у испытуемых улучшается переносимость гипоксического теста и они способны выдерживать более низкие концентрации O_2 в ГГС (12,0% против 12,5% до курса ГПК). При пробе Штанге увеличивается время задержки дыхания на 21%. При барокамерном подъеме у испытуемых основной группы после курса ГПК уровень SpO_2 выше на 3%, а точность выполнения теста «устный счет» в условиях гипобарической гипоксии возрастает на 13%.

5. Обосновано применение гипоксического прекондиционирования для сохранения профессионального здоровья военных летчиков.

Курс ГПК включает три тренировки продолжительностью 32 мин каждая. За тренировку проводятся 4 цикла интервального воздействия: 5 мин гипоксии и 3 мин гипероксии с концентрацией O_2 30%. Во время гипоксической фазы SpO_2 поддерживается на целевом уровне 85% с помощью функции биологической обратной связи аппарата, работающего по данным с пульсоксиметра. Курс ГПК вызывает повышение устойчивости к ряду профессионально значимых факторов авиационной деятельности за счет эффекта неспецифической адаптации. Эффективность курса ГПК подтверждена во всех сериях данного диссертационного исследования.

Практические рекомендации

1. Целесообразно включить разработанный экспресс-режим гипоксического прекондиционирования в систему психофизиологической подготовки в целях совершенствования мероприятий по профилактике пограничных функциональных состояний авиационных специалистов.

2. Рекомендовать прохождение курса ГПК авиационным специалистам в рамках предполетной подготовки к полетам с воздействием высоких психофизиологических нагрузок. А также рекомендовать его применение для ускоренного процесса восстановления функционального состояния после выполнения сложных полетных заданий.

3. Проведение ГПК целесообразно реализовывать силами медицинского персонала государственной авиации, прошедшего профессиональную переподготовку по специальности «авиационная и космическая медицина». Рекомендуемый режим гипоксического прекондиционирования включает тренировки в течение трех дней, каждая из которых продолжается 32 мин и состоит из 4 циклов пятиминутной гипоксии (целевая сатурация крови кислородом 85%) и трехминутной гипероксии (30% O_2 в гипоксической газовой смеси).

4. Результаты диссертационного исследования целесообразно использовать для совершенствования профессиональных компетенций

авиационных врачей по авиационной и космической медицине, принимающих участие в медицинском обеспечении полетов, что положительно скажется на статистике показателей аварийности на авиационном транспорте государственной авиации Российской Федерации.

Список печатных работ, опубликованных по теме диссертации Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Перспективы использования гипоксического прекондиционирования в авиационной медицине / А. А. Благинин, **М. М. Слесаренко**, И. И. Жильцова, В. А. Щеголев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 639–650. – DOI 10.17816/brmma625766. – EDN TCUNHW.
2. Особенности медико-психологической реабилитации авиационных специалистов / А. А. Благинин, С. В. Будников, **М. М. Слесаренко** // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2024. – № 4. – С. 91–95. – DOI 10.48612/cgma/4p3v-xzgz-52nh. – EDN ITCGZA.
3. Современные представления о факторах развития стресса у летчиков в экстремальных условиях / А. А. Благинин, **М. М. Слесаренко**, Е. А. Дудина // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2025. – № 1. – С. 95–99. – DOI 10.48612/cgma/fbxr-1a5n-4avt. – EDN ARJVUN.

Список других печатных работ по теме диссертации

4. Использование гипоксической пробы для индивидуализации гипоксических тренировок / **М. М. Слесаренко**, С. В. Будников, С. С. Мулдагалиев, Т. А. Крапивницкая // Авиационная медицина: прошлое, настоящее, будущее: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию кафедры авиационной и космической медицины ФГБОУ ДПО РМАНПО (Москва, 29-30 ноября 2024 г.). – М.: ООО «Русайнс», 2024. – С. 87–90. – EDN KRTREB.
5. Перспективы использования гипокситерапии в психологической реабилитации военнослужащих / А. А. Благинин, Е. А. Дудина, С. В. Будников, **М. М. Слесаренко** // Университетская клиника. – 2024. – № S1. – С. 11–12. – EDN YFPRJU.
6. Перспективные методики коррекции функционального состояния лётного состава / **М. М. Слесаренко**, С. П. Ляшедько, С. В. Будников, В. И. Беляев, А. И. Доев // Актуальные вопросы диагностики, лечения и реабилитации раненых и больных в современных условиях: сборник научных трудов Общероссийской межведомственной научно-практической конференции. – 2024. – С. 199.
7. Лечение и профилактика стресса методом гипоксического прекондиционирования / **М. М. Слесаренко**, А. А. Благинин // Экспериментальная медицина: сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 135-летию Института экспериментальной медицины (Санкт-Петербург, 16-17

октября 2025 г.) / Ин-т эксперим. медицины, Мин-во науки и высш. образ-я РФ, РАН; науч. ред. И. Н. Абдурасулова. – СПб., 2025. – С. 68.

8. Эффективные режимы гипоксического прекондиционирования / **М. М. Слесаренко**, А. А. Благинин // Ильинские чтения 2025: сборник материалов международного научно-практического форума молодых учёных и специалистов (Москва, 03-04 февраля 2025 г.). – М.: ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна, 2025. – С. 201–204. – EDN GCHBFFK.

9. Гипоксическое прекондиционирование как психофизиологическая подготовка авиационных специалистов / **М. М. Слесаренко**, А. А. Благинин, Е. А. Рыбникова // Объединенный научный форум с международным участием: VIII Съезд физиологов СНГ: тезисы докладов (Сочи, 23–28 апреля 2025 г.). – 2025. – С. 71.

10. Перспективы использования нормобарических гипоксических тренировок для ознакомления лётчиков с симптомами гипоксии / А. А. Благинин, **М. М. Слесаренко**, В. И. Беляев // Авиационно-космическая медицина, авиационная психология и военная эргономика: становление, состояние и перспективы развития: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 90-летию НИИЦ (АКМ и ВЭ) (Москва, 17 апреля 2025 г.). – М.: ЦНИИВВС, 2025. – С. 33–39. – EDN DDKHPN.

11. Динамика тревожности специалистов авиационного профиля в процессе курсов гипокситерапии / Е. А. Дудина, **М. М. Слесаренко** // Авиационно-космическая медицина, авиационная психология и военная эргономика: становление, состояние и перспективы развития: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 90-летию НИИЦ (АКМ и ВЭ) (Москва, 17 апреля 2025 г.). – М.: ЦНИИВВС, 2025. – С. 81–89. – EDN NSPUAR.

Список условных сокращений

ГПК	–	гипоксическое прекондиционирование
КЧСМ	–	критическая частота световых мельканий
ОР-10	–	отолитовая реакция-10
ПСМР	–	простая сенсомоторная реакция
РДО	–	реакция на движущийся объект
САН	–	методика «самочувствие, активность, настроение»
ССМР	–	сложная сенсомоторная реакция
СЭП	–	пятиступенчатая статозргометрическая проба
ЧСС	–	частота сердечных сокращений
SpO ₂	–	сатурация артериальной крови кислородом
SF-36	–	опросник качества жизни