

ВОЕННО-МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН «НАУКИ О ЖИЗНИ»

ГИПОБАРОТЕРАПИЯ В ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

МОНОГРАФИЯ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА РАН Е.В. КРЮКОВА



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2025

УДК 355.233(075.8)

ББК 68.43я73

064

Гипобаротерапия в военной медицине: [монография] / под ред. академика РАН Е.В. Крюкова; предисл.: акад. В.П. Чехонин. – СПб.: Военно-медицинская академия, 2025. – 260 с.

Рецензенты:

д.б.н., профессор РАН, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт физиологии им. И.П.Павлова»

РАН Е.А. Рыбникова

заслуженный деятель науки РФ, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой патологической физиологии ФГБВОУ ВО

«Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова»

Минобороны России **В.Н. Цыган**

В монографии представлены результаты современных фундаментальных, комплексных, клинико-физиологических исследований в области профессионального здоровья военнослужащих. Рассматриваются концептуальные вопросы сохранения профессионального здоровья, медико-психологической реабилитации, психофизиологической подготовки и тренировки военных специалистов на различных этапах профессиональной деятельности, устройства и использования стационарного гипобарического комплекса.

Монография представляет интерес для широкого круга специалистов, занимающихся проблемой профессионального долголетия, а также профилактикой неблагоприятных последствий профессиональной деятельности на организм специалистов экстремальных профессий.

*Рекомендовано к изданию федеральным государственным
бюджетным учреждением*

«Санкт-Петербургское отделение Российской академии наук».

ISBN 978-5-94277-129-4

© Военно-медицинская академия, 2025

© Коллектив авторов, 2025



УЧАСТНИКИ ИЗДАНИЯ

Редактор

КРЮКОВ Евгений Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, начальник ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России, заслуженный врач Российской Федерации.

Авторский коллектив

ТРИШКИН Дмитрий Вячеславович – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры управления военным здравоохранением филиала ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России, действительный государственный советник РФ 2 класса, заслуженный работник здравоохранения РФ.

БЛАГИНИН Андрей Александрович – доктор медицинских наук, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой авиационной и космической медицины ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России, заслуженный деятель науки РФ.

ВОВКОДАВ Виктор Сергеевич – доктор медицинских наук, заместитель начальника Главного центра военно-врачебной экспертизы Минобороны России, заслуженный работник здравоохранения РФ.

ЖИЛЬЦОВА Ирина Игоревна – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры авиационной и космической медицины ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

ИВЧЕНКО Евгений Викторович – доктор медицинских наук, профессор, заместитель начальника по научной работе ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

ЛУСТИН Сергей Иванович – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры психофизиологии и клинической психологии ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина».

МАКИЕВ Руслан Гайозович – доктор медицинских наук, доцент, заместитель начальника по учебной работе ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

БЛАГИНИНА Елена Андреевна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИО (обитаемости) НИЦ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

ЕМЕЛЬЯНОВ Юрий Александрович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИО (обитаемости) НИЦ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

КОТОВ Олег Валериевич – кандидат медицинских наук, заместитель начальника ФБГУН ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем» РАН по научной работе, Герой России.

ЛЯШЕДЬКО Семен Петрович – кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры организации и тактики медицинской службы ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

ОВЧИННИКОВ Дмитрий Валерьевич – кандидат медицинских наук, доцент, начальник отдела (организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров) ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

СИНЕЛЬНИКОВ Сергей Николаевич – кандидат медицинских наук, врач-методист учебно-методического отдела ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

БУДНИКОВ Сергей Владиславович – старший преподаватель кафедры авиационной и космической медицины ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова» Минобороны России.

КАГАНСКИЙ Владимир Яковлевич – генеральный директор ООО «ДайвТехноСервис».

МИХАЙЛОВ Валентин Борисович – технический директор АО «Флаг Альфа».

ХРАМОВ Анатолий Геннадьевич – главный водолазный специалист, начальник направления водолазных комплектов и систем АО «Флаг Альфа», Герой России.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработка современных гипобарических комплексов, повышение значения и роли медико-профилактической реабилитации в сохранении профессионального здоровья привели к написанию монографии «Гипобаротерапия в военной медицине». В ней обобщен опыт научной деятельности специалистов Военно-медицинской академии в области авиационной и космической медицины, а также ведущих медицинских специалистов Министерства обороны Российской Федерации и представителей военно-промышленного комплекса.

Сейчас авиационная и космическая медицина – это уже не просто отрасль медицины, а комплексная научная дисциплина, тесно взаимодействующая с рядом смежных наук. В монографии собраны результаты современных фундаментальных комплексных клинико-физиологических исследований в области профессионального здоровья специалистов экстремальных профессий.

В условиях существующей геополитической обстановки деятельность специалистов экстремальных профессий связана с реальной угрозой для их жизни и здоровья. Большая информационная нагрузка, необходимость принимать решения в экстремальной ситуации и выполнять определенные действия в условиях острого дефицита времени способствуют снижению профессиональной работоспособности, негативно сказываются на профессиональном долголетии этих специалистов. Вот почему авторы монографии постарались наиболее подробно раскрыть вопросы сохранения профессионального здоровья и восстановления работоспособности.

В данной работе большое внимание уделено психофизиологическому обоснованию применения гипоксической тренировки как метода коррекции функционального состояния, исследовано ее влияние на умственную работоспособность и оценена эффективность тренировки для повышения устойчивости к факторам авиационного и космического полета.

Несмотря на то, что проведение барокамерных испытаний и тренировок сегодня по разным причинам существенно ограничено, появление в Военно-медицинской академии современного барокамерного комплекса БКПД-5-1 позволило расширить представ-

ление о возможностях применения гипоксических тренировок для сохранения профессионального здоровья специалистов. Данный комплекс открывает широкие возможности по психофизиологической подготовке и тренировке специалистов экстремальных профессий на различных этапах профессиональной деятельности.

Анализ существующей системы медико-психологической реабилитации в совокупности с изложенными в монографии исследованиями позволяет по-новому взглянуть на возможности применения гипобарических барокамер для сохранения профессионального здоровья.

Надеюсь, представленные в книге опыт в области авиационной и космической медицины и анализ передовых достижений, направленных на сохранение профессионального здоровья, будут полезны широкому кругу специалистов в этой области.

*Заместитель президента Российской академии наук,
председатель Научного совета РАН «Науки о жизни»
Академик РАН*



В.П. Чехонин

Список сокращений

11-ОКС – 11-оксикортикостероиды
АД – артериальное давление
АДд – артериальное давление диастолическое
АДс – артериальное давление систолическое
АДср – артериальное давление среднее
АДМ – адаптометр
АМР – акустико-моторная реакция
АНОГ – анортостатическая гипокинезия
АРМ – автоматизированное рабочее место
АСКУ – автоматизированная система контроля и управления
АСС – анкета самооценки состояния
АТФ – аденозинтрифосфат
БКПД – барокамерный комплекс пониженного давления
БОС – биологическая обратная связь
БП – бронхиальная проходимость
ВВС – Военно-воздушные силы
ВДБ – высотная декомпрессионная болезнь
ВИ – вентиляционный индекс
ВКЖ – барокамера пониженного давления (вакуумная) для животных
ВКК – высотно-компенсирующий костюм
ВМедА – Военно-медицинская академия
ВМФ – Военно-морской флот
ВНС – вегетативная нервная система
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ВОЧ – ведущий орган чувств
ВП – вызванные потенциалы
ВПР – вегетативный показатель ритма
ВР – вегетативные реакции
ВСР – вариабельность сердечного ритма
ВС РФ – Вооруженные силы Российской Федерации
ВЭ – вентиляционный эквивалент
ГА – гражданская авиация
ГГ СВ РФ – Главный государственный санитарный врач Российской Федерации

ГИЦИУ – Главный исследовательский центр испытания и управления
ГТ – гипоксическая тренировка
ГШ – герметический шлем
ДАД – диастолическое артериальное давление
ДБП – должная бронхиальная проходимость
ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких
ДК – дыхательный коэффициент
ДМВЛ – должная максимальная вентиляция легких
ДМПК – должное максимальное потребление кислорода
ДОО – должный основной обмен
ДО – дыхательный объем
ДПФИ – дистанционный прибор для физиологических исследований
ЖДА – железодефицитная анемия
ЖЕЛ – жизненная емкость легких
ЖИ – жизненный индекс
ЖП – жировая прослойка
ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН» – закрытое акционерное общество «Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при Институте медико-биологических проблем Российской академии наук»
ЗД – защитные движения
ИБ – индекс Болдуина
ИВР – индекс вегетативного равновесия
ИГСТ – индекс Гарвордского степ-теста
ИД – избыточное давление
ИК – индекс Кердо
ИМ – индекс Мануврие
ИН – индекс напряжения
ИПР – измеритель последовательных реакций
ИП – индекс Пинье
ИР – индекс Рида
ИР – индекс Робинсона
ИС – индекс Старра
ИС – индекс Скибинского
КА – космический аппарат
КВ – коэффициент выносливости

КГР – кожно-гальваническая реакция
КИК – командно-измерительных комплекс
КИО₂ – коэффициент использования кислорода
КИП – контрольно-измерительный прибор
КК – коэффициент корреляции
ККО – комплект кислородного оборудования
КМК – коэффициент множественной корреляции
КПД – коэффициент полезного действия
КПЖ – камера перепада для животных
КПТ – кислородный прибор тренировочный
КТ – компьютерная томография
КХ – коэффициент Хильдебранта
КЧСМ – критическая частота слияния мельканий
КЭВ – коэффициент эффективности восстановления
КЭК – коэффициент эффективности кровообращения
ЛА – летательный аппарат
ЛОР – оториноларингология
ЛТ – личностная тревожность
МАМ – максимальная анаэробная мощность
МВЛ – максимальная вентиляция легких
МГБ – модуль гипобарический барокамерный
МЗ СССР – Министерство здравоохранения
Союза Советских Социалистических Республик
МКБ-10 – Международная классификация
болезней десятого пересмотра
ММУ – максимальное мышечное усилие
МО РФ – Министерство обороны Российской Федерации
МОД – минутный объем дыхания
МОК – минутный объем кровообращения
МОП – медицинское обеспечение полетов
МПК – максимальное потребление кислорода
МПР – медико-психологическая реабилитация
НАКУ – наземный автоматизированный комплекс управления
НКУК – непрерывная кумуляция ускорений Кориолиса
НТ – нейротахометра
НЦД – нейроциркуляторная дистония
ОВП – ограничитель высоты подъема
ОД – объем дыхания

ОДВО – Одесский военный округ
ОКС – оксикортикостероид
ОР – отолитовые реакции
ОРВИ – острая респираторная вирусная инфекция
ОФВ – объем форсированного выдоха
ПАНО – порог анаэробного обмена
ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции
ПБК – передвижная барокамера
ПД – пульсовое давление
ПДР – показатель динамической работоспособности
ПК – проба Кверга
ПКУК – прерывистая кумуляция ускорений Кориолиса
ПМВ – показатель мышечной выносливости
ПО – постоянная ошибка
ПОСв – пиковый объем скорости выдоха
ПОСвд – пиковый объем скорости вдоха
ПР – показатель регулярности
ПСМР – простая сенсомоторная реакция
ПСД – показатель сердечной деятельности
ПСР – показатель суточного ритма
ПУ – показатель утомления
ПЦВк – порог цветовосприятия красного цвета
ПЦВз – порог цветовосприятия зеленого цвета
ПЦВф – порог цветовосприятия фиолетового цвета
ПЭТ – позитронная эмиссионная томография
РВ – резервные возможности
РД – резерв дыхания
Ровд – резервный объем вдоха
Ров – резервный объем выдоха
Рср – среднее давление
САД – систолическое артериальное давление
САН – самочувствие, активность, настроение
СБК – стационарная барокамера
СИ – силовые индексы
СОЭ – скорость оседания эритроцитов
ССП – событийно-связанные потенциалы
ССС – сердечно-сосудистая система
СЧМ – система «Человек – машина»

ТКЭАМ – топографическое картирование электрической активности мозга
ТрБК – транспортируемая барокамера
ТС – трофологический статус
УОК – ударный объем кровообращения
УПС – удельное периферическое сопротивление
ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких
ФК – физическая культура
ФМР – функциональный магнитный резонанс
ФС – функциональное состояние
ЦБП и ПЛС МА ВМФ – Центр боевого применения и переучивания летного состава морской авиации Военно-морского флота
ЦВЛК – Центральная врачебно-летная комиссия
ЦНИИ ВВС МО РФ – Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Министерства обороны Российской Федерации
ЦНС – центральная нервная система
ЦИК – циркулирующий иммунный комплекс
ЧАЭС – Чернобыльская атомная электростанция
ЧД – частота дыхания
ЧКТ – черно-красная таблица
ЧП – частота пульса
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭВМ – электронная вычислительная машина
ЭКГ – электрокардиограмма
ЭМГ – электромиограмма
ЭС – экстрасистол
ЭЭГ – электроэнцефалограмма
ЯМР – ядерный магнитный резонанс
ВИА – Bio-electronic Impedance Analysis (биоимпедансный анализ)
PWC₁₇₀ – Physical Working Capacity (физическая работоспособность при пульсе 170 ударов в минуту)
VLF – very low frequency (волны очень низкой частоты)

ГЛАВА 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ

Сегодня специалисты экстремальных профессий работают в условиях постоянного высокого риска, большой информационной загруженности, необходимости в осложненной ситуации принимать решения и выполнять определенные действия в условиях острого дефицита времени (Козлов В.В., 2015, Пономаренко В.А., 2006, Ушаков И.Б., 2004).

Вопросы поддержания профессионального здоровья специалистов, в том числе экстремальных профессий, являются одним из приоритетных направлений экономической стабильности (Заиборов П.А., 2009), т.к. подготовка высококлассных специалистов требует привлечения значительных финансовых затрат на их обучение, которые могут быть оправданы только в процессе их дальнейшей многолетней профессиональной деятельности (Никифоров Г.С., 2006). Поэтому проведение исследований, направленных на поиск и выявление резервов работоспособности и здоровья профессионалов, выполняющих опасную работу в сложных условиях среды, продолжает сохранять свою востребованность и актуальность.

Сегодня в литературе встречаются различные определения понятия профессионального здоровья. В западных источниках термин «Профессиональное здоровье» связывают с совокупностью вопросов, затрагивающих умственное, эмоциональное и физическое благополучие работников в процессе их профессиональной деятельности (Мичински П., 2004). Фундаментальная потребность в уравновешенности трудовой и нетрудовой деятельности часто вызывает стресс, а средства достижения этого равновесия как раз и лежат в основе вопросов, касающихся профессионального здоровья (Зеленова М.Е., 2020).

В 1950 г. Международная организация труда (*International Labour Organization, ILO*) совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) (*World Health Organization, WHO*) на первой сессии Объединенного комитета сформулировали определение, которое

было уточнено в 1995 г.: «Цель профессионального здоровья — поддержание и обеспечение наивысшей степени физического, психического и социального благополучия работников во всех видах деятельности; предотвращение у работников отклонений здоровья, вызванных условиями их труда; защита работников от факторов риска, неблагоприятных для здоровья; размещение и обслуживание работника в окружающей профессиональной среде в соответствии с его физиологическими и психологическими способностями; адаптация работы к человеку и каждого человека к его работе» (Зеленова М.Е., 2020). В профессиональном здоровье выделили три взаимосвязанных цели: 1) обеспечение и поддержание здоровья работников; 2) улучшение производственных условий, способствующих безопасности и здоровью; 3) развитие организации труда и рабочей культуры в направлении, которое обеспечивает здоровье и безопасность на работе и при этом также поддерживает позитивный социальный климат и увеличивает производительность труда (Зеленова М.Е., 2020).

В большей части определений профессионального здоровья, опубликованных в открытой печати, включены различные критерии, по которым осуществляется оценка успешности выполнения профессиональной деятельности и, соответственно, по изменению характеристик которых можно судить о степени влияния содержания и условий выполняемой профессиональной деятельности на здоровье субъекта этой деятельности.

Состав критериев определяется конкретным видом деятельности специалиста. Так, для авиационного персонала это надежность и цена деятельности. Надежность деятельности человека — свойство, характеризующее его способность безотказно, качественно, безошибочно выполнять какую-либо деятельность в течение определенного времени при заданных условиях и при сохранении в допустимых пределах психофизиологической цены деятельности. Цена деятельности — это величина физиологических и психофизиологических затрат, обеспечивающих выполнение работы на заданном уровне (Ломов Б.Ф., 1985).

Профессиональная надежность предполагает безошибочное выполнение человеком возложенных на него профессиональных обязанностей в течение требуемого времени и при заданных условиях деятельности без ущерба для здоровья и жизни человека (Никифоров Г.С., 2006). Достижение безошибочного и своевременного вы-

полнения действий и деятельности в целом является результатом нормального, здорового функционирования различных подсистем организма и психики человека.

Одним из первых в нашей стране начал изучение вопросов профессионального здоровья В.А. Пономаренко. В настоящее время медицине труда целого ряда категорий специалистов экстремальных профессий успешно показывает свою эффективность разработанная им концепция профессионального здоровья. В ней понятие «профессиональное здоровье» было определено как свойство организма сохранять и поддерживать защитные и компенсаторные механизмы на уровне, позволяющем динамично обеспечивать работоспособность во всех заданных, в том числе и экстремальных условиях, в которых протекает производственная деятельность (Пономаренко В.А., 2006, Зиборова П.А. 2009).

Согласно этой концепции, болезнецентристская методология профилактики здоровья уводит медицину в сторону клинической реабилитации, не обеспечивая решения главной задачи — охраны здоровья здорового человека.

Однако сегодня от науки требуется создание нового медико-психологического воззрения на проблему здоровья здорового человека не через преморбидную диагностику болезни, а путем инструментального контроля за динамикой функциональных резервов практически здорового человека. Это здоровьесцентристская парадигма охраны здоровья, в центре которой находится здоровый человек (Пономаренко В.А., 2006, Зиборова П.А., 2009). Здоровье в ней вместо чисто медицинской категории (как антитеза болезни) рассматривается в системе ценностей производственной (трудовой, служебной) деятельности как механизм обеспечения работоспособности, эффективности и надежности (Янович К.В., 1993). Здоровье в этом случае становилось свойством профессионализма, т.е. фактором успешной деятельности. В связи с вышеизложенным вектор профилактических усилий направлялся не на диагностику, а на оценку резервов функциональных возможностей организма, на те конкретные производственные факторы и условия производственной и социальной среды, которые угрожают здоровью. Так возникла концепция профессионального здоровья авиационного специалиста (Пономаренко В.А., 2006, Зиборова П.А. 2009, Пономаренко В.А., 1997).

Основными структурными компонентами профессионального здоровья являются клинический, психический и физический статус, обуславливающие уровень функционального состояния, психических и физических качеств, устойчивость специалистов экстремальных профессий к факторам военного труда и надёжность их деятельности (Зиборова П.А., 2009, Крюков Е.В., 2015).

В работах В.А. Пономаренко совместно с А.Н. Разумовым и В.А. Пискуновым профессиональное здоровье раскрывается уже не как свойство организма, а как «процесс сохранения и развития регуляторных свойств организма, его физического, психического и социального благополучия, обеспечивающих высокую надёжность профессиональной деятельности, профессиональное долголетие и максимальную продолжительность жизни» (Разумов А.Н., 1996, Никифоров Г. С., 2015).

А.Г. Маклаков под профессиональным здоровьем понимает определенный уровень характеристик здоровья специалиста, отвечающий требованиям профессиональной деятельности и обеспечивающий ее высокую эффективность (Маклаков, А.Г., 1996).

В представлении В.И. Шостака профессиональное здоровье рассматривается как свойство организма сохранять заданные компенсаторные и защитные механизмы, обеспечивающие работоспособность во всех условиях, в которых протекает профессиональная деятельность (Шостак В.И., 1993). По прошествии некоторого времени В.И. Шостак возвращается к сущности понятия профессионального здоровья и трактует его уже как «интегральную характеристику функционального состояния организма человека по физическим и психическим показателям с целью оценки его способности к определенной профессиональной деятельности с заданными эффективностью и продолжительностью на протяжении заданного периода жизни, а также устойчивость к неблагоприятным факторам, сопровождающим эту деятельность» (Зеленова М.Е. , 2020).

С.Ф. Гончаров, А.Ф. Бобров, В.Ю. Щепланов дают определение профессиональному здоровью как динамическому состоянию, отражающему эффективность процесса адаптации организма к условиям его жизнедеятельности в целях осуществления биологических и социальных функций (Августова Л.И., 2006).

Другие авторы рассматривают профессиональное здоровье как многоуровневое, комплексное, системное понятие, включающее в

себя эмоциональный (удовлетворенность своей работой, продвижением по службе, руководством, вера в себя и свои способности и т.д.), когнитивный (знания человека о своем профессиональном здоровье, устойчивость и концентрация внимания, критичность мышления, необходимость принимать много решений и др.), поведенческий (стресс-преодолевающее поведение и т.д.) аспекты личности (Воронин Л.И., 2022)

В работах Г.П. Вербиной профессиональное здоровье рассматривается как система основных психофизиологических функций, личностных качеств и деятельностных проявлений, сформированность которых является условием и предпосылкой сбалансированного развития профессионального здоровья, и одновременно как личностное качество, которое обеспечивает интеграцию всех уровней и модальностей внутренней организации человека как целостности. Как система взаимосвязанных, взаимозависимых и взаимопроникающих структурных и функциональных компонентов, профессиональное здоровье обуславливает согласование всей системы психофизиологических и индивидуально-личностных особенностей человека с установками на самопознание, самоорганизацию и самосовершенствование. В качестве механизма такого согласования выступает рефлексивная саморегуляция, которая обеспечивает актуализацию возможностей личности, компенсацию недостатков, регуляцию «индивидуальных психофизиологических состояний в связи с задачами здоровьесберегающего самосовершенствования» (Вербина Г.П., 2011).

В работе М.В. Сокольской (Сокольская М.В., 2008) представлено определение личностного здоровья профессионала, под которым понимается сложная, интегративная, динамическая характеристика личности, имеющая структурно-уровневую иерархически построенную организацию, подчиненную определенной системе закономерностей, которые позволяют характеризовать ее как метасистемную характеристику личности.

Сегодня среди специалистов экстремальных профессий одним из наиболее сложных и напряженных видов деятельности является работа авиационного персонала, которая часто связана с воздействием неблагоприятных, нередко необычных условий окружающей внешней среды. Кроме того, в процессе профессиональной деятельности организм авиационных специалистов подвергается воздействию выраженных физических и психоэмоциональных на-

грузок. Напряженная работа неспецифических механизмов адаптации истощает свои регулирующие и энергетические резервные возможности. Объем, степень и скорость расходования функциональных резервов зависят от индивидуальных особенностей, физической подготовленности, возраста, состояния здоровья.

Концепция «профессионального здоровья», преследующая конечную цель (увеличение профессионального долголетия специалистов экстремальных профессий), направлена не только на раннюю диагностику, но и на профилактику неблагоприятных последствий профессиональной деятельности на организм, которая может быть реализована посредством психофизиологической подготовки – одного из видов профессиональной подготовки авиационных специалистов, содержанием которого является повышение их функциональной и профессиональной надежности и снижение цены деятельности (Синельников С.Н., 2021).

Психофизиологическая подготовка авиационных специалистов включает совокупность средств и методов воздействия на организм, тренировки его психофизиологических функций и профессиональных качеств, использование которых в конечном итоге позволяет на фоне укрепления профессионального здоровья и повышения уровня функциональных резервов организма достичь высокой профессиональной подготовленности и готовности к экстренной и адекватной мобилизации физиологических и психических возможностей организма в ответ на требования профессиональной деятельности. Планировать и проводить психофизиологическую подготовку следует с учетом специфики летной деятельности, конкретных полетных заданий и индивидуальных особенностей каждого авиационного специалиста (Быков И.Ю., 2006, Бодров В.А., 1989).

Сегодня основными задачами психофизиологической подготовки являются: формирование функциональной устойчивости летного состава к воздействию различных факторов полета; формирование и развитие профессионально важных для летной деятельности психологических качеств; повышение надежности деятельности в аварийных ситуациях и других усложнениях полетной обстановки; снижение нервно-психического напряжения в полете; направленная коррекция функционального состояния (полное и ускоренное восстановление работоспособности и мобилизация функций организма перед полетом).

Важную роль в проведении психофизиологической подготовки играют врачи по авиационной и космической медицине, которые проводят занятия с летным составом по авиационной физиологии и гигиене, знакомят с психофизиологическими особенностями различных видов полетов, проводят или участвуют в проведении специальных психофизиологических тренировок.

Методы психофизиологической подготовки можно определить как способы, с помощью которых летчик знакомится с авиационной физиологией и гигиеной, психофизиологическими особенностями различных видов летной деятельности, овладевает умениями и навыками преодолевать отрицательное воздействие факторов полета, вырабатывает профессионально необходимые психофизиологические качества и адаптационные механизмы.

Основная особенность методов психофизиологической подготовки состоит в том, что это в основном тренировки, т. е. практические способы, предполагающие включение летчика в процессе подготовки к полету в моделируемую деятельность и формирование на этой основе психофизиологических процессов, адекватных протекающим в реальном полете. В результате организм летчика адаптируется к факторам полета, его действия становятся четко ориентированными и уверенными, появляется готовность к действию.

Классификация методов учитывает, что психофизиологическая подготовка является частью подготовки к профессиональной деятельности и объективно зависит от нее, т. е. от задач летной подготовки, конкретных полетных заданий и характерных особенностей их выполнения. Исходя из психофизиологических особенностей деятельности летчика, не только подбираются отдельные методы, но и формируются методические системы, которые должны быть непременной составной частью подготовки летного состава к различным видам полетов.

Методы психофизиологической подготовки по своему дидактическому назначению можно разделить на общие и специальные (Бодров В.А., 1989).

Общие методы используются для психофизиологической подготовки летчиков к летной деятельности вообще независимо от вида авиации. Например, метод идеомоторных тренировок применяется при подготовке к полетам на любом типе самолета и в истребительно-бомбардировочной, и в транспортной авиации и т. д. Разумеется,

в каждом случае содержание тренировок соответствует характеру действий, присущих тому или иному виду авиации, типу самолета. Но как способ подготовки с точки зрения приемов его выполнения он един для всех. К общим методам психофизиологической подготовки можно отнести: изучение основ авиационной физиологии и гигиены; тренировки на тренажерах к действиям в нестандартных ситуациях (в том числе в особых случаях в полете); методы формирования образов пространственных перемещений (профилактика иллюзий); идеомоторные тренировки; методы психической саморегуляции; тренировки к действиям после аварийного приземления в безлюдной труднодоступной местности или приводнения; методы общей и специальной физической подготовки; активный отдых и др. (Бодров В.А., 1989).

Специальные методы более целенаправлены, они предназначены для психофизиологической подготовки летного состава к конкретным видам профессиональной деятельности. К ним относятся: изучение психофизиологических особенностей деятельности летного состава в различных видах полетов; формирование летного чувства на тренажере; моделирование на тренажерах предстоящего полетного задания; методы профилактики неблагоприятного воздействия вибрации на организм летчиков вертолетов; тренировки в условиях светового засвета глаз; вестибулярные тренировки; тренировки к перенесению пилотажных перегрузок большой величины и продолжительности; тренировка дыхания и речи под избыточным давлением; ознакомление с условиями работы в разгерметизированной кабине на высотах 12 км и более; формирование готовности к катапультированию и др.

Приведенное разделение методов психофизиологической подготовки на общие и специальные в ряде случаев весьма условно. Вместе с тем, такая классификация облегчает применение психофизиологических методов в системе летной подготовки. Общие методы используются в дни и часы общей и командирской подготовки летного состава и могут быть заблаговременно внесены в планы боевой подготовки. Специальные методы входят в содержание предварительной подготовки к полетам.

Таким образом, для поддержания высокого профессионального здоровья специалистов экстремальных профессий возможно применение комплексного подхода, основанного на концепции про-

фессионального здоровья авиационных специалистов и на следующих основных (Бодров В.А., 1989, Синельников С.Н., 2021):

- профессиональное здоровье интегрирует сложные взаимоотношения человека с техникой в целостной системе «Человек – техника – среда» и является мерой согласования социальных потребностей общества и биологических возможностей организма человека в условиях трудовой деятельности;

- состояние профессионального здоровья определяется резервами функциональных возможностей организма человека применительно к обеспечению высокой надежности профессиональной деятельности;

- профессиональное здоровье зависит от способности организма восстанавливать нарушенное состояние его функций в соответствии с регламентацией объема и вида профессионального труда;

- концепция профессионального здоровья имеет гуманистический характер и акцентирована на обеспечении безопасности профессиональной деятельности, высокого уровня здоровья и долголетия индивида;

- профессиональное здоровье объединяет в себе элементы психосоциальной преемственности «поколений» профессиональных групп людей, интегральную оценку их жизне- и трудоспособности, особенно в тех условиях, когда они выполняют общую задачу;

- профессиональное здоровье определяется мотивацией на профессиональную деятельность, и можно заметить, что в этом смысле профессиональное здоровье выступает, в частности, как мера социального благополучия.

Для авиационных специалистов применяется также концепция охраны здоровья здорового профессионала, предусматривающая возможность широкой реализации следующих основных мероприятий (Янович К.В., 2014, Бодров В.А., 1989): повышение престижности и ценности здоровья как боевого и экономического компонентов благодаря предоставлению объективной информации о конкретных угрозах здоровью и путях совместных действий с авиационным врачом; переход от констатации состояния здоровья к конкретной оценке функциональных возможностей лётного состава в соответствии с реальными нагрузками.

В структуре профессионального здоровья можно выделять статическую и динамическую компоненты. В качестве статической

компоненты рассматриваются физический статус, психосоматический статус, включающий соматическую и психическую составляющие, психологический статус, а также комплекс профессионально важных качеств.

Динамическая компонента профессионального здоровья – это функциональное состояние организма, формирующееся при воздействии на человека комплекса условий и факторов среды профессиональной деятельности и определяющее уровень профессиональной работоспособности. Задача сохранения профессионального здоровья, с этих позиций, заключается в оценке его компонент и при необходимости – проведении соответствующих мероприятий коррекции функционального состояния организма специалистов экстремальных профессий (Грачев С.В., 2007).

В этой связи целесообразно обратиться к теории общего адаптационного синдрома Г. Селье (Селье Г., 1960), согласно которой ответная реакция организма на любое воздействие содержит два основных компонента – специфический и неспецифический. При этом в начальной стадии реакции всегда преобладает неспецифический компонент. Ведущим здесь является механизм мобилизации функциональных резервов, что обеспечивает выделение дополнительной энергии и компенсацию энергетических затрат организма в ходе приспособительной реакции.

Достижение нужного уровня функционирования организма или его определенных систем обеспечивается механизмами регуляции и управления. Мобилизация резервов происходит в результате изменения уровня активности регуляторных систем и связана с усилением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. В тех случаях, когда организм постоянно испытывает дефицит функциональных резервов для достижения устойчивого равновесия с окружающей средой, возникает состояние функционального напряжения, которое характеризуется смещением вегетативного равновесия в сторону преобладания адренергических механизмов и соответствующим изменением гормонального статуса (Баевский Р.М., 2009).

В состоянии функционального напряжения все основные функции организма не выходят за пределы нормы, а повышаются только затраты функциональных резервов на поддержание нормального уровня функционирования систем и органов. Такие состояния,

при которых неспецифический компонент общего адаптационного синдрома проявляется в виде различной степени напряжения регуляторных систем, называются «донозологическими» (Баевский Р.М., 2009). В свою очередь, значительное повышение степени напряжения, приводящее к снижению функциональных ресурсов, делает биологическую систему неустойчивой, чувствительной к различным воздействиям и требует дополнительной мобилизации резервов. Это состояние, связанное с перенапряжением регуляторных механизмов, получило название «Состояние неудовлетворительной адаптации». В этом состоянии более значимыми становятся специфические изменения со стороны отдельных органов и систем. Поэтому вполне допустимо говорить о развитии начальных проявлений преморбидных состояний, когда изменения уже указывают на вид вероятной патологии. Это характерно преимущественно для болезней, которые приобретает организм в течение жизни под воздействием факторов окружающей среды и (или) неправильного образа жизни (нарушения со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной систем).

И.М. Сеченов отмечал, что организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение состояния организма должна входить и среда, влияющая на него. По мнению И.П. Павлова, животный организм как система существует среди окружающей природы только благодаря непрерывному уравниванию этой системы с внешней средой, т.е. благодаря определенным реакциям живой системы на падающие на нее извне раздражения. В общебиологическом плане учение о здоровье можно определить как науку о законах гармонического единства биологических, физико-химических и информационных обменных процессов как внутри организма, так и с окружающей его средой, проявляющихся в оптимальной жизнедеятельности органов и систем человека при максимальной адаптированности к комплексу природных и производственных факторов.

Таким образом, профессиональное здоровье специалистов экстремальных профессий включает статическую и динамическую компоненты. К первой относятся физический, психосоматический и психологический статус, а также комплекс профессионально важных качеств, а ко второй — функциональное состояние организма специалиста экстремальной профессии, испытывающего в

условиях современного научно-технического прогресса непрерывные стрессорные воздействия (производственные, социальные, психоэмоциональные и пр.). В этой концепции организм человека необходимо рассматривать как динамическую систему, которая осуществляет непрерывное приспособление к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов. Соответственно, и сохранение профессионального здоровья специалистов экстремальных профессий может быть успешно реализовано только при параллельной работе в двух основных направлениях: в диагностике преморбидных состояний и в повышении психофизиологических резервов организма с обязательным персонализированным подходом, ориентированным на индивидуальную траекторию психофизиологической подготовки.

ГЛАВА 2.

МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

В системе медицинского обеспечения профессиональной деятельности военных специалистов реабилитацию следует понимать как совокупность медицинских, психологических, военно-профессиональных, социально-экономических мер, направленных на восстановление здоровья и боеспособности (трудоспособности), нарушенных или утраченных авиационными специалистами в связи с болезнью или травмой (Левшакова В.И., 2009, Гуляева В.А., 2004, Тришкин Д.В., 2013).

В настоящее время выделяют большое количество видов реабилитации, наиболее значимыми являются: медицинская (восстановление состояния здоровья) и психологическая (восстановление и коррекция психического состояния).

Медицинская реабилитация представляет собой систему мероприятий, направленных на профилактику патологических процессов, приводящих к временной или стойкой утрате работоспособности, или на возможно раннее и эффективное возвращение больных и инвалидов в общество и к полезному труду. В нашей стране принято относить ее к числу мероприятий, направленных на сохранение и восстановление здоровья. Реабилитационное направление современной медицины в своих разнообразных методах опирается, прежде всего, на личность больного, активно пытаясь восстановить нарушенные болезнью психические функции человека, а также социальные связи.

Психологическая реабилитация проводится в тесной взаимосвязи с медицинской и социальной реабилитацией. При проведении психологической реабилитации важным является предупреждение возникновения психических нарушений и расстройств, т.е. профилактика не только при обращении специалиста к психологу, к психотерапевту, но и активная постоянная профилактика в виде диагностических обследований и наблюдений. Психологическая реабилитация проводится в специально создаваемых для этого кабинетах психологической разгрузки, центрах и отделениях реабилитации при проведении медико-психологической реабилитации и/или восстановительного лечения (Гуляева В.А., 2004).

С позиции общемедицинского уровня понятие медико-психологическая реабилитация (МПР) является неотъемлемой составной частью общей системы реабилитации и представляет собой единую систему взаимосвязанных государственных, социально-экономических, организационных, медицинских, социальных, психологических и других мероприятий, целью которых является предупреждение развития патологических процессов, приводящих к временной или стойкой утрате работоспособности, раннее и эффективное возвращение пациентов в общество и к общественно полезному труду после перенесенного заболевания. Болезнь в данном случае будет являться патологическим процессом в организме человека, приводящим не только к ухудшению физического самочувствия больного, но и к изменению его личности, сдвигам в когнитивной, эмоциональной и коммуникативной сферах (Абдурахманов Р.А., 1994).

Для возвращения к здоровью будет необходимо не только устранить причину заболевания, но и скорректировать психологическое восприятие самой болезни в виде негативных установок, переживаний, неуверенности в своих силах, тревоги по поводу возможного ухудшения состояния и/или рецидива болезни. При проведении МПР нельзя забывать о необходимости компенсации утраченных профессиональных и социально-адаптивных качеств, происходящих, как правило, по причине воздействия экстремальных воздействий, свойственных профессиональной деятельности военных специалистов, наиболее яркими представителями которых являются авиационные специалисты (Иванов А.Л., 2003, Щегольков А.М., 2020).

В ходе профессиональной деятельности на авиационных специалистов воздействует целый комплекс неблагоприятных стресс-факторов:

1. Выполнение функциональных обязанностей в условиях отрыва от земли, сопровождающееся высокой ответственностью за принятие правильных и своевременных решений и управляющих действий.

2. Высокое нервно-эмоциональное напряжение. Повышенные эмоциональные реакции, возникающие на наиболее ответственных этапах полета, проявляющиеся с особой остротой при возникновении аварийных ситуаций.

3. Сложная структура профессиональной деятельности, включающая одновременное восприятие различных сигналов: световых,

звуковых, речевых, тактильных, проприоцептивных; совмещение автоматизированных и интеллектуально насыщенных действий, сопоставление текущих и прогнозируемых параметров полета, информации от бортовых и наземных средств управления; переключение с одного вида деятельности на другой; работа в заданном темпе, в условиях дефицита времени.

4. Невозможность нормального функционирования органов и систем организма в условиях большого разрежения атмосферы, что требует применения специальных средств жизнеобеспечения летного состава (герметические кабины, кислородно-дыхательная аппаратура, высотное снаряжение). Высотно-компенсирующие костюмы даже при самой тщательной подгонке в определенной степени ограничивают свободу движений и создают дополнительные трудности при выполнении сложнокоординированных управляющих действий.

5. Изменение в полете положения тела в любом направлении относительно гравитационной вертикали. Это значительно усложняет процесс пространственной ориентировки, особенно в сложных метеоусловиях. Во время полета, особенно на больших высотах, изменяются привычные условия восприятия, обусловленные резкой контрастностью между освещенными и затемненными участками внутрикабинного пространства, необычностью восприятия наземных ориентиров и др.

6. Влияние динамических факторов, таких как ускорения, шумы, вибрации, требует не только защитных и компенсаторных реакций организма человека, но и использования специальных средств жизнеобеспечения летного состава (противоперегрузочные костюмы и устройства) (Левшакова В.И., 2009).

Воздействие на организм авиационных специалистов в ходе профессиональной деятельности указанного комплекса неблагоприятных воздействий вызывает достаточно быстрое формирование утомления и переутомления (Благинин А.А., 2006, Сыроев В.Н., 2011).

МПР военных специалистов экстремальных профессий представляет собой комплекс медицинских и психологических мероприятий, направленных на коррекцию возникших психофизиологических нарушений с целью восстановления их профессиональной надёжности и скорейшего возвращения к профессиональной деятельности по предназначению. Порядок направления на реабили-

литацию и проведение МПР военнослужащих определены приказом министра обороны Российской Федерации от 27 января 2017 г. № 60 «О медико-психологической реабилитации военнослужащих».

Наиболее рациональным местом проведения медико-психологической реабилитации авиационных специалистов являются военно-медицинские лечебные заведения (в том числе военные санатории). Она проводится по территориальному принципу в ближайших санаторно-курортных организациях МО РФ.

В зависимости от показаний продолжительность МПР авиационных специалистов может быть различная (ЦНИИ ВВС МО РФ, 2018 г.) (табл. 1).

Таблица 1

Показания для направления военнослужащих летного состава на МПР

№ п/п	Категории военнослужащих летного состава	Показания		Продолжительность МПР
		Признаки утомления	Код заболевания по МКБ-10	
1.	Указанные в пунктах «а», «б», «в», «е», «ж», «з», «т»	Утомление 1 и 2 степени	–	10 суток
2.	Указанные в пунктах «а», «б», «в», «е», «з», «т»	Утомление 3 степени и переутомление	Z73.0, Z73.2, Z73.6	20 суток

Основными принципами МПР на санаторном этапе являются непрерывность, преемственность и последовательность, её осуществление предусматривает проведение следующих ее составляющих:

– непосредственно МПР, включающую в себя мероприятия по профилактике и лечению психологических нарушений, формированию у больных сознательного и активного участия в реабилитационном процессе;

– медицинскую составляющую, включающую в себя различные методы климатотерапии, бальнеотерапии, физиотерапии, лечебного питания, ЛФК;

– военно-профессиональную реабилитацию, основной задачей которой является восстановление профессиональных способностей военнослужащих.

Медицинская и медико-психологическая реабилитация тесно связаны между собой, взаимно дополняя одна другую.

МПП на санаторном этапе направлена на решение следующих задач (табл. 2).

Таблица 2

Задачи МПП на санаторном этапе

№ п/п	Задачи
1.	Восстановление функционального состояния и работоспособности авиационного специалиста путем целенаправленного осуществления программ медицинской реабилитации с использованием рационального питания, режима и отдыха, лечебной физкультуры, физиотерапевтических методов лечения, природных лечебных факторов
2.	Повышение резервных возможностей организма, сниженных вследствие неблагоприятного воздействия профессиональных факторов, а также обусловленных индивидуально-психологическими особенностями авиационного специалиста
3.	Проведение лечебно-оздоровительных мероприятий лицам, имеющим факторы риска различных заболеваний
4.	Проведение вторичной профилактики у лиц с заболеваниями внутренних органов и нервной системы
5.	Проведение мероприятий по устранению и уменьшению психопатологических синдромов с целью достижения психической адаптации
6.	Восстановление профессионального здоровья

Организационно в процессе проведения МПП следует выделять следующие этапы (Психотерапия, 2015) (табл. 3).

Этапы проведения МПР

Диагностический	Лечебно-восстановительный	Профессионально-восстановительный
Проведение психодиагностического обследования, направленного на оценку психофизиологических качеств и личностных свойств авиационных специалистов	Реализация индивидуальной реабилитационной программы, разрабатываемой с учетом психоэмоциональных нарушений и личностных особенностей специалиста. Подбор методов и средств психотерапевтического, медикаментозного, физиотерапевтического и других видов реабилитационного воздействия (вмешательства). Периодический контроль динамики психического статуса и внесение необходимых поправок в реабилитационный процесс	Использование аппаратных и компьютерных методик и специальных тренажеров для восстановления утраченных навыков. Анализ эффективности лечебно-восстановительных мероприятий и определение степени восстановления профессиональной пригодности и работоспособности

При организации МПР необходимо учитывать, что она индивидуально направлена на каждую личность, ее самооценку, коммуникативные свойства, психологические механизмы компенсации и защиты, способы поведения в профессиональном коллективе. Задача реабилитации – скорейшее преодоление симптомов психоэмоционального напряжения (невротических, неврозоподобных), подавление ипохондрических фиксаций и т.д. Психокоррекционные методы повышают устойчивость к неблагоприятным психогенным воздействиям, корригируют систему взаимоотношений личности, смягчают соматические и вегетативные расстройства, формируют активную позицию личности в процессе реабилитации (Тришкин Д.В., 2015, 2016).

Для каждого поступившего разрабатывается план обследования. При необходимости назначаются срочные функциональные, лабораторные и рентгенологические исследования, консультации врачей санатория (ЦНИИ ВВС МО РФ, 2018).

Определение функционального состояния авиационного специалиста проводится при обследовании с помощью различных методических приемов, позволяющих изучать их вегето-соматический и неврологический статус, а также физиологические, психологические, биохимические и гематологические показатели функционального состояния человека (Гуляев В.А., 2004). Перечень исследований определяется индивидуально для каждого военнослужащего в зависимости от решаемых задач.

Медицинское обследование, проводимое в военном санатории, должно отражать функциональное состояние и уровень физической тренированности военнослужащего (Юдин В.Е., 2011).

Одновременно с планом обследования разрабатывается и программа МПР, которая предусматривает использование основных природных лечебных факторов, а при необходимости и медикаментозных препаратов (Тегза В.Ю., 2015).

Разрабатываемая программа комплексной МПР в санатории исходит из оценки клинической картины и физических возможностей больного, при этом она должна быть максимально индивидуализированной.

Для каждого специалиста авиационного профиля, прибывающего на МПР, обязательным будет наличие следующего перечня документов: путевка, предъявляемая вместе с удостоверением личности военнослужащего Российской Федерации (военный билет), медицинская книжка с заключением о необходимости проведения МПР, выписка из приказа командира воинской части о направлении на МПР и отпускной билет (Мерзликин А.В., 2016, Тришкин Д.В., 2017).

В настоящий момент есть положительный опыт проведения МПР в условиях военных санаториев при одновременном пребывании совместно с членами семьи, что в конечном итоге приводит к лучшим результатам по итогам проведенной реабилитации, хотя и требует дополнительных финансовых затрат (Чурашов П.В., 2020).

В зависимости от наличия у авиационных специалистов дезадаптационных расстройств личный состав поступающего потока сортируется на две основные группы:

- специалисты с компенсированным состоянием формируют группу лиц с диагнозом «Здоров» или «Практически здоров»;
- специалисты с субкомпенсированным и декомпенсированным состоянием формируют вторую группу «Имеющие хронические заболевания».

Лечащим врачом для указанных групп разрабатывается индивидуальная медико-психологическая программа. При этом врач санатория должен учитывать состояние здоровья, возраст, тренированность, особенности военной службы. Он должен определить, в какой степени оздоровительный отдых, а при необходимости и назначаемые методы санаторно-курортного лечения будут воздействовать на улучшение или восстановление здоровья.

В зависимости от особенностей течения основного заболевания и наличия сопутствующей патологии в военных санаториях может назначаться полный комплекс лечебных и диагностических мероприятий (Гуляев В.А., 2004).

Среди реабилитационных методов медико-психологического воздействия выделяют: медикаментозные, психологические (социально-психологические), физиотерапевтические и психофизиологические. Также при организации МПР предусматривается назначение климатотерапевтических процедур, физиотерапевтических методов лечения, лечебной физкультуры, лечебного питания, других лечебных факторов (Виноградова М.Н., 1993).

Лечебные факторы курорта являются теми лечебными средствами, которые позволяют добиться существенных результатов в повышении уровня здоровья, учитывая их способность повышать адаптационные резервы организма.

Практика использования медикаментозных методов воздействия должна основываться на использовании препаратов, являющихся малотоксичными и в небольших дозах. Основные группы препаратов, применяемые в этих целях, приведены в таблице 4.

Основные группы препаратов, применяемых при МПП

№ п/п	Характеристика группы препаратов	Примеры препаратов	
1.	Препараты, устраняющие гипоактивационное состояние за счет преимущественного влияния на медиаторный обмен мозга, включая некоторые антидепрессанты	Атримон, окситриптан, сиднокарб, бромкриптин, флуоксетин, циталопрам	
2.	Препараты, преимущественно улучшающие микроциркуляцию в мозге	Винпоцетин, кавинтон, танакан	
3.	Препараты, преимущественно влияющие на пейсмекерную организацию мозга и улучшение процессов восстановления во время сна	Фенибут, пантогам, аминалон	
4.	Препараты метаболического действия, ускоряющие реабилитацию после воздействия различных экстремальных факторов, в том числе боевого стресса, боевых травм, ранений и заболеваний	Средства неспецифического действия, повышающие преимущественно общую резистентность организма	Комплексы поливитаминов и микроэлементов, предшественники пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, биогенные стимуляторы
		Средства специфического реабилитационного или корректирующего действия	Антигипоксанты, антиоксиданты, ноотропы, актопротекторы

В рамках реабилитационной психокоррекции используются психологические методы. Её задачи и основные формы представлены в таблице 5 (Пономаренко Г.Н., 2004).

Задачи и основные формы психокоррекции

Задачи реабилитационной психокоррекции	Основные формы психокоррекции
<ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение психоэмоционального напряжения. 2. Восстановление функционального состояния организма. 3. Повышение характеристик личностного адаптационного потенциала. 4. Обучение основным методам психологической саморегуляции. 5. Восстановление морально-нравственной сферы. 6. Формирование стереотипа поведения для последующей профессиональной деятельности и личной жизни. 7. Развитие коммуникативных способностей. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Индивидуальная рациональная психотерапия. 2. Групповая психотерапия. 3. Позитивная психотерапия. 4. Социально-психологический тренинг. 5. Катарсисные формы психотерапий.

Применение психокоррекции проводится, как правило, при выявлении личностных реакций, невротоподобных и психопатологических расстройств, вегетативных дисфункций (Юдин В.Е., 2011).

В целях наиболее эффективного проведения психокоррекционных мероприятий их рекомендуется сопровождать аудиовизуальным сопровождением, что повышает их эффективность. К указанному аудиовизуальному сопровождению можно отнести сеансы функциональной музыки («музыкальное кондиционирование») и визуальные средства психокоррекции функционального состояния (слайд-фильмы отвлекающего действия, которые используются для создания благоприятного эмоционально-чувственного фона и нормализации психофизиологических показателей) (Левшакова В.И., 2009).

Физиотерапевтические методы воздействия, применяемые в целях МПР, достаточно разнообразны, к наиболее часто используемым можно отнести следующие: физическая тренировка, контрастные температурные воздействия, массаж, гипоксическая тренировка, гипербарическая оксигенация, фототерапия, аудиовизуальная психическая саморегуляция, терапия депривацией сна, электростимуляция нервно-мышечного аппарата, электротранквилизация центральной нервной системы, транскраниальная магнитная стимуляция, гальванизация, франклинизация, электросонотерапия.

Не лишним будет также проводить обучение лиц, проходящих МПР, методам физиотерапевтического воздействия, которыми они смогут воспользоваться самостоятельно, и тем самым способствовать коррекции психоэмоционального состояния в повседневной деятельности. К таким методам можно отнести: дыхательные упражнения для снятия психической напряженности, способствующие нервно-мышечной релаксации; обучение основным приемам самомассажа биологически активных точек рук; комплексы упражнений для укрепления глазодвигательных мышц и тренировки аккомодации.

Быстрое развитие современных информационных (компьютерных) технологий позволяет также использовать их в качестве методов МПР.

В настоящий момент данные технологии достаточно быстро развиваются, и уже существуют как апробированные методы МПР, так и перспективные.

В основе апробированных методов лежит взаимодействие пациента с компьютером, к этим методам относится компьютеризованная психическая саморегуляция и компьютеризованные системы биологической обратной связи (БОС). Отличительной чертой перспективных методов будет погружение пациента в виртуальные среды.

Наиболее распространённым апробированным компьютерным методом МПР является метод БОС, при котором пациент получает информацию о состоянии и изменении его собственных физиологических процессов (ЭЭГ, ЧСС, АД, ЧД, тонус мышц, температура и сопротивление кожи и др.) посредством внешней цепи обратной связи в режиме реального времени посредством компьютерной техники. Использование указанной методики условно делится на два этапа, на первом происходит обучение саморегуляции физиологических функций, в последующем указанные способности будут перенесены в область психических функций. Этот метод достаточно давно применяется в практике неврологии и психиатрии, а в практике МПР специалистов экстремальных профессий можно считать одним из наиболее востребованных (Пономаренко Г.Н., 2004).

В основе перспективных методов компьютерных технологий МПР лежит погружение человека в виртуальную, искусственную, реальность (от англ. virtual reality – VR). Для создания виртуаль-

ной реальности используются технические средства, позволяющие создавать некий не существующий в реальности мир, воспринимаемый человеком посредством его органов чувств (зрение, слух, осязание, обоняние). В настоящее время виртуальные среды используются в основном в игровых целях, однако уже проведены исследования их применимости в целях профессионального обучения (Соловьева Е.В., 1998).

На завершающем этапе МПР для каждого военнослужащего формируются и доводятся и до него индивидуальные рекомендации относительно характера, объема и интенсивности психических и физических нагрузок, оптимальных для него видов профессиональной деятельности и реально достижимых жизненных целей, которые находят отражение в соответствующей медицинской документации.

Геополитическая обстановка настоящего времени подразумевает не только пребывание большинства воинских частей и подразделений в повышенных степенях боевой готовности, но и направление большого количества специалистов экстремальных профессий вне пункта постоянной дислокации для решения задач по предназначению. Выполнение этих задач может быть связано с реальной угрозой для жизни и здоровья этих специалистов, что будет способствовать снижению профессиональной работоспособности и тем самым влиять не только на уровень фактической боеготовности и боеспособности воинских частей и подразделений, но и негативно сказываться на профессиональном долголетии этих специалистов.

Медико-психологическая реабилитация является комплексом медицинских, психологических и общих оздоровительных мероприятий, направленных на коррекцию возникших психофизиологических нарушений у авиационных и других специалистов экстремальных профессий в процессе их профессиональной деятельности. Дальнейшее совершенствование системы МПР является актуальной задачей, стоящей перед медицинской службой Министерства обороны Российской Федерации.

ГЛАВА 3. СТАЦИОНАРНЫЕ ГИПОБАРИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Авиационная техника постоянно развивается, совершенствуется и усложняется, создаются принципиально новые летательные аппараты, которые существенно расширяют боевые возможности применения авиации за счет решения задач в более широком эксплуатационном диапазоне и в более сложных условиях её применения. В связи с этим полет на современном летательном аппарате связан с высокой ответственностью, большим эмоциональным напряжением, необходимостью работы в вынужденном темпе при воздействии неблагоприятных факторов полета, принятием правильных решений в условиях дефицита времени, в том числе в усложненных и аварийных ситуациях.

Для успешного выполнения поставленных задач, наряду с высокими профессиональными навыками, летный состав должен иметь отличное состояние здоровья и обладать специальной психофизиологической подготовкой. Важнейшее место в системе мероприятий, направленных на сохранение здоровья, повышение работоспособности летного, диспетчерского и технического персонала, профилактику авиационных происшествий и авиационных инцидентов, связанных с состоянием здоровья, а также на обеспечение профессиональной работоспособности и продление профессионального долголетия, занимает медицинское обеспечение полетов (МОП), особенно высотных, включающее в себя различные мероприятия, среди которых важное место занимают барокамерные испытания (далее по тексту – барокамерные подъемы) летного состава.

Барокамерные подъемы обеспечивают проведение высотных испытаний и тренировок и направлены на изучение влияния на организм летчика изменений барометрического давления, а также связанных с этими изменениями реакций и состояний организма. Применительно к сегодняшнему состоянию развития государственной авиации барокамерные подъемы применяются при профессиональном отборе кандидатов в летный состав, при профессиональной подготовке и адаптации к условиям деятельности, при врачебно-летной экспертизе и реабилитации летного состава.

Проведение барокамерных подъемов регламентировано Федеральными авиационными правилами медицинского обеспечения полетов государственной авиации, утвержденными приказом МО РФ от 27.04.2009 г. № 265; Федеральными авиационными правилами производства полетов государственной авиации, утвержденными приказом МО РФ от 24.04.2004 г. № 275; Положением о медицинском освидетельствовании летного состава авиации Вооруженных сил Российской Федерации, утвержденными приказом МО РФ от 09.10.1999 г. № 455; Методикой исследований в целях врачебно-лётной экспертизы.

Вместе с тем, возможности проведения барокамерных испытаний и тренировок сегодня по разным причинам существенно ограничены. К наиболее важным причинам, препятствующим или существенно усложняющим проведение барокамерных тренировок на территории России, в том числе, относятся:

- существенное сокращение работоспособных барокамер типа СБК-80. Оставшиеся в настоящее время в частях и учреждениях барокамеры пониженного давления СБК-80, разработанные в 1970–1980-е гг., а также используемое в них оборудование практически отслужили установленные сроки службы, технически и морально устарели, не вполне соответствуют современным требованиям, предъявляемым специалистами авиационной медицины к психофизиологическим исследованиям, проводимым при высотных испытаниях и тренировках;

- сокращение (ограничение) подразделений и учреждений, подлежащих оснащению барокамерами пониженного давления. Пересмотр принципов МОП и попытки его перестроения по «западному образцу» позволили внедрить упрощенное понимание МОП, сформировать мнение о достаточности проведения в авиационных частях проверок на устойчивость организма летчика к гипоксии умеренной и средней степени и необходимости концентрации технических средств, моделирующих условия современных полетов, исключительно в специализированных лечебно-профилактических и научно-исследовательских учреждениях;

- уменьшившееся (существенно сократившееся) финансирование конструкторских работ по созданию барокамер пони-

женного давления, прекращение производства таких барокамер отечественными предприятиями промышленности, частичный переход на закупку барокамер и/или вспомогательного и исследовательского оборудования, предлагаемых зарубежными фирмами.

К сожалению, проводимые в 1990-е гг. в стране реформы, в том числе в Вооруженных силах Российской Федерации, не дали толчка развитию отечественных барокамер пониженного давления. Анализ состояния авиационного барокамерного парка в стране дает повод специалистам авиационной медицины констатировать, что «в настоящее время медицинская служба авиационных частей не располагает силами и средствами для качественного обеспечения полетов, основанного на функциональном подходе к состоянию здоровья и работоспособности летного состава» (Благинин А.А., 2017).

Участие российских специалистов в специальных операциях, проводимых в условиях высокогорья, в том числе с высотным десантированием, транспортировками на большой высоте в негерметичных кабинах и салонах летательных аппаратов, показали необходимость и важность проверки (подготовки) организма на устойчивость (переносимость) к пониженному содержанию кислорода в окружающей среде (гипоксии), выявлению предрасположенности к высотным декомпрессионным заболеваниям и у специалистов, привлекаемых к таким работам.

Таким образом, создание современного (по конструкции и по оснащению исследовательским и вспомогательным оборудованием) гипобарического барокомплекса для летного состава государственной авиации являлось актуальным не только для ВВС, но и для ряда других родов и видов войск Министерства обороны Российской Федерации, подразделений других министерств, ведомств и организаций страны; было нацелено на создание средств, обеспечивающих выполнение мероприятий, направленных, прежде всего, на сохранение, восстановление и поддержание физического и психического здоровья, профессиональной работоспособности, продления профессионального долголетия целого ряда категорий специалистов Российской Федерации.

3.1. Содержание работы по созданию современного стационарного гипобарического барокомплекса для летного состава

Острая необходимость изучения физиологии организма человека в условиях разреженной атмосферы была выявлена практически одновременно с развитием воздухоплавания и, прежде всего, с увеличением высоты полетов на аэростатах еще в середине XIX в. При этом практика выполнения каких-либо исследований в реальных условиях полетов достаточно скоро и убедительно показала их ограниченность и высокую опасность.

Перенести «на землю» условия аэронавтики смог в 1868 г. французский физиолог Поль Бер, построив камеру пониженного давления, которая позволяла ставить в лаборатории опыты, воспроизводя подлинные условия высотного полета (Гуго Глязер, 1965). Опыты, которые Поль Бер проводил в своей камере пониженного давления, обозначили пределы жизнеспособности человека; позволили выработать первые рекомендации, как бороться с недостатком кислорода в разреженных слоях атмосферы и как, следя за измерителями высоты, путем самонаблюдения и внимания, а также своевременной подачи кислорода, устранять опасности высотных полетов.

В России XIX в., несмотря на полет на воздушном шаре академика Я.Д. Захарова (1804 г.) с целью изучения влияния разреженной атмосферы на аэростьера (аэронавта); подъем на привязном аэростате (1878 г.) и подъем и достижение высоты в 3000 м (1887 г.) на воздушном шаре «Русский» отечественного ученого-энциклопедиста Д.И. Менделеева, полёты на большие высоты и тем более исследования воздействия на организм человека факторов разреженной атмосферы были скорее редкостью.

Глубокому изучению воздействия на человека факторов окружающей среды способствовали, прежде всего, огромный интерес к воздухоплаванию в СССР в 1930-е гг., вызванный полетами на стратостатах Огюста Пикара, а также пришедшие на смену аэропланам летательные аппараты нового поколения. В 1936 г. в Ленинграде в Военно-медицинской академии, где под руководством Л.А. Орбели на кафедре физиологии велись исследования в направлении физиологии экстремальных состояний, Л.А. Орбели и М.П. Бресткину удалось создать при кафедре специальную барола-

бораторию, позволившую провести уникальные исследования по изучению воздействия на организм ряда экстремальных факторов: повышенного и пониженного давления воздушной среды, гипоксии и гипероксии, гипокапнии и гиперкапнии, повышенного давления азота, высоких температур, интенсивной мышечной деятельности (Благинин А.А., 2016). В совокупности с результатами работ, выполненных в конце XIX в. корифеями русской физиологии И.М. Сеченовым, Д.И. Менделеевым, И.П. Павловым, а также последующих исследований Л.А. Орбели, В.И. Воячека, Н.Н. Сиротинина, М.П. Бресткина, П.И. Егорова, А.А. Сергеева и др., исследования в баролаборатории заложили физиологические основы последующих достижений в освоении авиации, скоростных полетов, больших высот, безопасности работы летчиков и водолазов, космической физиологии и медицины.

Между тем постоянно совершенствовавшаяся и усложнявшаяся авиационная техника, расширение сферы ее применения в различных, подчас экстремальных условиях, увеличение сложности и ответственности управления ею, помимо заблаговременного определения пригодности к овладению профессией летчика (профпригодности), потребовали оценки и возможности прогнозирования устойчивости поведения пилота в условиях воздействия экстремальных факторов полетов. Помимо собственно здоровья, специалисты авиационной медицины были вынуждены обратить внимание на изучение способности летчика сохранять сенсорные, моторные и умственные навыки при любом усложнении полета; устойчивости и умения быстрого переключения внимания; типа мышления, темпа мыслительных процессов, способности быстро оценивать окружающую обстановку и отвечать на нее правильными и точными действиями и т.д., как в нормальных условиях полета, так и при воздействии экстремальных факторов.

Успешному проведению данных исследований и получению важнейших результатов оценки психофизиологического состояния летного состава в условиях воздействия экстремальных факторов высоких полетов способствовали пока еще единичные образцы гипобарических барокамер.

Наряду с использованием барокамер пониженного давления в качестве исследовательских, была обоснована возможность и целесообразность использования таких барокамер и непосредственно в

летных частях как для проведения специальных тренировок летного состава в рамках психофизиологической подготовки к высотным полетам (выработке устойчивости к действию изменения барометрического давления, к пониженному содержанию кислорода, выявлению предрасположенности к высотным декомпрессионным заболеваниям); так и для решения задач по обеспечению сохранения, восстановления и поддержания физического и психического здоровья, профессиональной работоспособности, продления профессионального долголетия летного состава.

Первыми отечественными гипобарическими барокамерами, выпускаемыми серийно, стали барокамера СБК-48 (рис. 1, 2) и её улучшенная модель СБК-48М.

Обе барокамеры являлись стационарными, имели прямоугольную форму с наружными габаритами $3,89 \times 1,74 \times 1,98$ м и массу 6985 кг. Внутренний объем барокамеры разделялся герметичной переборкой с массивной дверью на два отсека: основной, объемом около 7 м^3 , вмещающий 4 человека, и шлюзовой объемом около 3 м^3 .



Рис. 1. Барокамера СБК-48



Рис. 2. Курсанты в барокамере СБК-48

В корпусе камеры были установлены иллюминаторы, позволявшие просматривать весь объем камеры. Воздух из камер выкачивался вакуумным насосом типа РМК-3, который приводился в действие электромотором АК-81-6 мощностью 28 кВт. Рычаги управления режимом в камере и шлюзе были вынесены на щит механика, расположенный на боковой стенке камеры. Для наблюдения за режимом работы всей установки на щите были установлены высотомер, вариометр, часы-хронометр. Рядом с техническим щитом располагался щит врача, на котором также были установлены высотомер, вариометр, кислородный манометр, часы и ртутный манометр. Внутри камеры были оборудованы откидным столиком и 4 кислородными приборами, которые специальным трубопроводом соединялись с двумя 40-литровыми кислородными баллонами, установленными вне барокамер. Внутри отсека также имелись высотомер, вариометр, часы. Для регистрации физиологических функций испытуемых в торцевой стенке барокамер имелись электроводы и клеммные щитки (внутри камеры и снаружи), позволявшие подключать электрокардиограф, электроэнцефалограф

и другие приборы. Безопасность работы в камере обеспечивалась предохранительным регулируемым клапаном-ограничителем высоты подъема (ОВП-2) и устройством аварийного включения этого клапана. Клапан при необходимости можно было включить изнутри и снаружи барокамер. Для обеспечения связи врача и механика с лицами, находящимися внутри барокамер, имелось переговорное устройство, абонентские точки которого были расположены внутри основного (четыре) и шлюзового (одна) отсеков, на щите механика и на щите врача. Камера обеспечена трехцветной световой и звуковой сигнализацией. Для изучения влияния на организм быстрой декомпрессии камера могла быть дополнительно оборудована клапаном выравнивания давления (КВД-1), который легко устанавливался в иллюминатор двери, отделявшей шлюзовую отсек от основного. Барокамеры СБК-48 и СБК-48М имели незначительные конструктивные отличия, в основном, связанные с расположением трубопроводов и контрольно-измерительных приборов. Несмотря на простоту конструкции, барокамеры позволяли достаточно эффективно проводить медицинские исследования и высотные тренировки летного состава, чем объясняется их востребованность и массовое производство.

Наряду со стационарным исполнением, были созданы и передвижные (транспортируемые) варианты барокамер СБК, для полевых условий, получивших шифры ПБК-50 и ПБК-53. По конструкции барокамеры имели только рабочий отсек объемом около 5,6 м³, в остальном же не отличались от СБК-48М. Барокамеры и необходимое оборудование устанавливались на шасси автомобилей ГАЗ-150 с автоприцепом У2-АП-3, а электропитание (прием и распределение) оборудования осуществлялось от штатного генератора автомобиля с приводом от коробки мощности.

Определенной вехой в области отечественных барокамер пониженного давления в начале 1980-х гг. стали разработка, создание и введение в эксплуатацию барокамеры ПБК-70. Данная барокамера позволяла имитировать подъемы до высоты 30 000 м и впервые — разгерметизацию кабины летательного аппарата. Барокамера имела цилиндрическую форму и конструктивно состояла из 2 отсеков: основного объемом около 7,5 м³, вмещавшего 4 человека, и камеры «разгерметизации» (камеры перепада) объемом 1,8 м³ для

размещения одного испытателя. В основном отсеке барокамеры проверялась устойчивость организма летного состава к пониженному содержанию кислорода в окружающей среде (гипоксии), выявлялась предрасположенность к высотным декомпрессионным заболеваниям. В «камере разгерметизации» демонстрировались и проверялись защитные свойства комплекта кислородного оборудования и защитного снаряжения, отрабатывалась психофизиологическая готовность (натренированность) летного состава к воздействию «взрывной» разгерметизации кабины летательного аппарата.

По результатам эксплуатации ПБК-70 появились её усовершенствованные, но мало отличающиеся в конструкции, модели транспортируемых барокамер ТрБК-73 и ТрБК-78.

Своеобразным итогом развития отечественных барокамер стала разработанная с 1980 г. стационарная барокамера СБК-80 (рис. 3, 4), вобравшая в себя весь положительный опыт эксплуатации стационарных и передвижных барокамер пониженного давления.



Рис. 3. Барокамера СБК-80 (вид сбоку)



Рис. 4. Испытуемые в барокамере СБК-80

По конструкции СБК-80 являлась стационарным вариантом барокамеры ПБК-70, также имела цилиндрическую форму и конструктивно состояла из двух отсеков: основного объемом около $7,5 \text{ м}^3$ и габаритами $2,92 \times 1,9 \times 1,79 \text{ м}$, вмещавшего 4 человека и камеры «разгерметизации» (камеры перепада) объемом $1,8 \text{ м}^3$ и габаритами $1,13 \times 0,9 \times 1,75 \text{ м}$ для размещения одного испытателя. Масса барокамерного блока составляла 5700 кг .

СБК-80 уже была оборудована штатной системой медицинского, в том числе оперативного контроля и практически в полном объеме позволила проводить комплекс мероприятий по определению профессиональной пригодности к летной профессии, по определению и обеспечению натренированности устойчивого поведения летчика в условиях воздействия экстремальных факторов высотных полетов, по поддержанию физического и психического здоровья, профессиональной работоспособности, продлению профессионального долголетия летного состава.

Между тем стремительное развитие реактивных, сверхзвуковых летательных аппаратов требовало новых психофизиологических критери-

ев обследования и медицинского освидетельствования пилотов в целях определения пригодности к управлению новыми высокоскоростными машинами; новых оценок психофизиологических способностей летного состава к освоению полетов на высоких скоростях и возможностей организма переносить перегрузки. А технически и морально устаревшие барокамеры СБК-80 уже не вполне соответствовали вновь предъявляемым требованиям специалистов авиационной медицины к психофизиологическим исследованиям при высотных тренировках.

Уменьшившееся финансирование конструкторских работ по созданию подобных технических средств, прекращение производства отечественными предприятиями промышленности барокамер пониженного давления и частичный переход на оснащение образцами, предлагаемыми зарубежными фирмами, только усугубили и обострили проблемы в осуществлении барокамерных подъемов.

К сожалению, проводимые в 1990-е гг. в стране реформы не дали толчка развитию отечественных барокамер пониженного давления. Более того, пересмотр принципов МОП и попытки перестроения обеспечения по «западному образцу» позволили внедрить упрощенное понимание МОП (Благинин А.А., 2017), сформировать мнение о достаточности проведения в авиационных частях проверок на устойчивость организма летчика к гипоксии умеренной и средней степени, необходимости концентрации технических средств, моделирующих условия современных полетов, исключительно в специализированных лечебно-профилактических и научно-исследовательских учреждениях.

Реанимировать промышленное создание барокамер пониженного давления попыталось ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН», построившее в 2016 г. «Транспортабельный гипобарический барокамерный модуль (МГБ) Эдельвейс» (Пуляев М.Н., 2018) (рис. 5, 6).



Рис. 5. Барокамерный модуль МГБ «Эдельвейс»

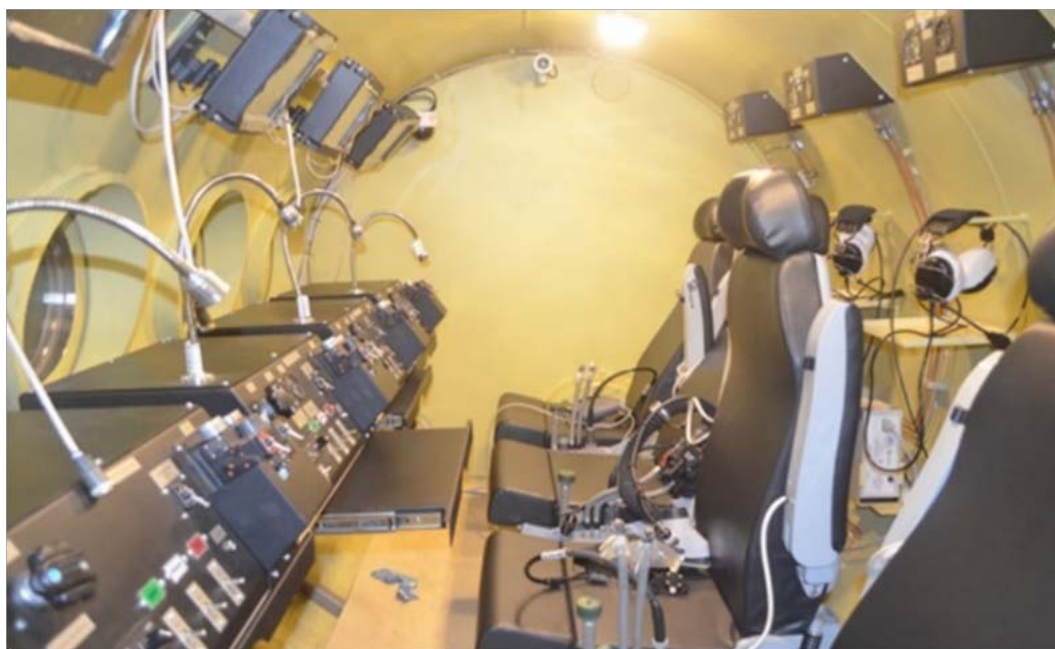


Рис. 6. Внутреннее оборудование барокамерного модуля МГБ «Эдельвейс»

В состав барокамерного модуля входит барокамера пониженного давления – СВБК, цилиндрической формы, состоящая, так же, как СВК-80, из двух отсеков: основного, вмещающего 4 человека, и камеры перепада (камеры «разгерметизации») для размещения 1 испытателя. На барокамере установлена система объективного медицинского и технического контроля, системы пожарной сигнализации и пожаротушения. Как и СВК-80, барокамера модуля позволяет производить тренировки и испытания летного состава в целях врачебно-летной экспертизы и психофизиологической подготовки к высотным полетам на летательных аппаратах с гермокабиной в условиях быстрой разгерметизации.

Первый модуль в ноябре 2017 г. поставлен в 859 ЦБП и ПЛС МА ВМФ г. Ейск Краснодарского края. В мае 2018 г. успешно проведены государственные испытания МГБ «Эдельвейс», в октябре 2018 г. барокомплекс введен в эксплуатацию (Кадетов С.Н., 2019).

К сожалению, технические средства и барокамера модуля не явились техническим прорывом ни в области барокамерных подъемов, ни в

методиках выполнения необходимых психофизиологических исследований. Барокамера и всё оборудование барокамерного модуля размещены в двух стандартных сдвоенных транспортных 40-футовых контейнерах морского исполнения, могут быть размещены на ровной площадке с размерами 10×15 м и эксплуатироваться в любой климатической зоне. Главной особенностью МГБ, в отличие от стационарной СБК-80, стала её транспортабельность (возможность перемещения при необходимости как транспортируемых барокамер ТрБК-73 и ТрБК-78).

На основании сведений немногочисленных открытых источников (AMST, ETC, 2022) можно констатировать, что мировое развитие гипобарических барокамер проходило, в целом, по аналогичному пути, но с существенным опережением. Более 80% построенных и действующих в настоящее время гипобарических комплексов предназначены для ознакомительных барокамерных подъемов, проводимых с целью демонстрации проявления гипоксии на конкретного человека, выявления переносимости гипоксии и предрасположенности к высотным декомпрессионным заболеваниям; а также для периодических тренировок с целью поддержания натренированности устойчивого поведения летчиков в условиях воздействия экстремальных и субэкстремальных факторов высотных полетов¹.

Типовые отсеки «быстрой разгерметизации», как правило, предназначены для демонстрации воздействия на человека быстрого изменения барометрического давления, для проверки защитных свойств комплектов кислородного оборудования и защитных снаряжений, для отработки психофизиологической готовности (натренированности) летного состава к воздействию «быстрой» разгерметизации кабины летательного аппарата. Безусловно, с полной уверенностью можно говорить, что имеются модели камер, обеспечивающие и «взрывную» разгерметизацию кабины летательного аппарата.

Современные барокамеры (рис. 7, 8) имеют сферическую и/или прямоугольную форму и, как правило, состоят из двух отсеков: основного (рабочего), оборудованного креслами с кислородным оборудованием для размещения от 4 до 12 человек; и отсека разгерметизации с креслами для размещения 2–4 человек.

¹ Открытые источники в качестве максимального потолка, обеспечиваемого зарубежными гипобарическими барокамерами, показывают величину 50 000 футов (15 000 м), которая, скорее всего, существенно ниже величин потолка, фактически обеспечиваемых конкретными барокамерами. Не приведены в источниках и характеристики условий «разгерметизации» кабины летательного аппарата.



Рис. 7. Гипобарический комплекс фирмы AMST (Австрия)

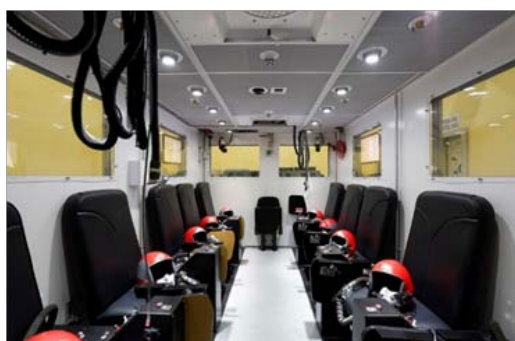


Рис. 8. Гипобарический комплекс FALCON фирмы ETC (США)

С появлением стандартов безопасности STANAG и USAF в конце XX в. ведущие мировые производители барокамер пониженного давления, наряду с общепринятым типовым составом оборудования авиационных гипобарических барокамер, ввели в практику проектирования и строительства барокамер обязательное включение в состав барокамер рабочего места инструктора или медицинского работника с возможностью перемещения его по отсеку (в том числе в кислородной маске) для личного визуального контроля состояния находящихся в отсеке и возможности оказания при необходимости немедленной помощи.

Высокие потолки камер обеспечивают удобство захода в барокамеру и выхода, перемещений по барокамере, что обеспечивает комфортные условия нахождения в ней при продолжительных и непрерывных исследованиях. Отсек разгерметизации, как правило, служит для вывода испытуемого в случае ухудшения его самочувствия во время подъема без прекращения обследования всей остальной группы, также может использоваться для проведения тренировок (исследований) небольшой группы (до 4 человек) испытателей.

Барокамеры оборудованы ручной и автоматической системами управления, дублированной системой безопасности. Все отсеки оборудованы распылительными головками пожарной системы и датчиками системы пожарной сигнализации; помимо больших иллюминаторов, отсеки оборудованы системами телевизионного мониторинга за обстановкой в отсеках. Для контроля за состоянием людей в отсеках барокамеры оборудуются многоканальными системами объективного медицинского контроля, включающего регистрацию, как правило, артериального давления, электрокардиограммы, частоты сердечных сокращений и сатурации кислородом и других данных, формирование протоколов исследований и хранение базы данных исследований.

3.2. Выполнение работы по созданию современного стационарного гипобарического барокомплекса для летного состава

Ключевым признаком эффективности функционирования современного барокомплекса для летного состава – комплекса технических средств, позволяющего в максимальной мере имитировать условия воздействия экстремальных факторов полета на человека, должна была стать его безусловная безаварийная работа; безаварийная работа не только в ходе работ, выполняемых в конкретный промежуток времени, но и на протяжении всего жизненного цикла комплекса.

Авторы умышленно делают акцент на безаварийность, надежность техники, используемой для имитации условий воздействия экстремальных факторов полета на человека, поскольку деятельность летчика – профессия, в которой отказ техники, поломка, равно как и неграмотность, излишняя самоуверенность и даже оплошность могут привести к фатальным последствиям. И если от неисправности какого-либо технического средства могут погибнуть люди, эту неисправность следует спрогнозировать и предпринять меры, чтобы последствия от неё были минимальными.

Очевидно, что залог такого безаварийного функционирования комплекса должен быть заложен еще при концептуальном рассмотрении проекта, при эскизном и техническом проектировании.

Поставив перед собой цель — создать новую, отвечающую самым современным, в том числе международным, требованиям гипобарическую камеру, разработчики — специалисты АО «Флаг Альфа» во главу угла будущей работы поставили в том числе и задачу максимального обеспечения безопасности находящихся в этой барокамере людей, безопасности (травмобезопасности) обслуживающего персонала, безопасности здания, в котором предполагалось установить барокомплекс.

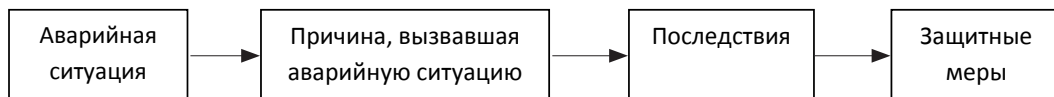
При этом в качестве понятия «Безопасность» из всех рассмотренных толкований к руководству было принято следующее: «...под безопасностью понимается отсутствие недопустимого риска. Абсолютная безопасность не всегда возможна. Таким образом, продукт или процесс (например, управление, использование, инспектирование, испытание, обслуживание) может быть безопасным только до определенного уровня. Безопасность достигается необходимым снижением риска.

Безопасность достигается в результате поиска баланса между идеальной абсолютной безопасностью, требованиями к продукту или процессу и такими факторами, как преимущества для пользователя, соответствие целям, стоимости и общественным условиям» (ГОСТ Р 53387-2009).

Несмотря на все более широкое внедрение в нашу жизнь технических регламентов и требований к надежности и безопасности продукции, как ни странно, ни отечественный, ни мировой опыт в этой области не предлагают единого методологического подхода к оценке надежности и безопасности. Не существует и универсального метода, позволяющего провести полный анализ и дать оценку возможных рисков проекта.

Вместе с тем, отдельные документы (ГОСТ Р 53387-2009, ГОСТ Р 51901.12-2007) оказались вполне применимыми для решения поставленной задачи. В качестве методологической проработки обеспечения безопасности продукции в ГОСТ Р 53387-2009 представлена Методология анализа и снижения риска (применительно к продукции), в ГОСТ Р 51901.12-2007 представлен Метод анализа видов и последствий отказов (Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)).

В самых общих чертах первая методика предполагает проведение анализа по схеме:



Вторая методика предполагает проведение анализа по схеме:



Очевидно, что в целом методики идентичны. Вместе с тем, при проведении работы по анализу рисков специалистами АО «Флаг Альфа» использовалась некая компиляция методик: используя в качестве основы исследований методику ГОСТ Р 53387-2009, в отдельных случаях использовалась схема исследований по методике ГОСТ Р 51901.12-2007, а в случаях, когда величина риска (последствия) относительно здоровья человека были известны, – по следующей схеме:



Дело в том, что специалисты АО «Флаг Альфа», привлеченные к проектированию новой барокамеры, имеют солидный многолетний опыт проектирования, изготовления и эксплуатации водолазных барокамер, отнесенных действующими в Российской Федерации нормативными документами к опасным производственным объектам; отдельные специалисты компании лично проработали по несколько тысяч часов в условиях повышенного давления, – всем им хорошо известно влияние воздействия внешних факторов (в том числе перепадов давления) на организм человека и все возможные последствия, к которым могли привести неисправности в работе

оборудования барокамеры и, в первую очередь, относительно человека, находящегося в барокамере.² Все же виды заболеваний (и их диагностика), возможные при нахождении человека под пониженным давлением и при перепадах давления, описаны в действующих в Российской Федерации нормативных медицинских документах.

Рамки настоящего документа не предполагают подробного описания содержания как стандартизированных методик, так и всей выполненной сотрудниками АО «Флаг Альфа» совместно с профессорско-преподавательским составом кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии на этапе проектирования работы, однако отдельные особенности, результаты этапов работы и её практическая реализация, безусловно, заслуживают особого внимания.

Итак, согласно ГОСТ Р 53387-2009, анализ рисков, возможных при эксплуатации гипобарической барокамеры, осуществлялся в следующей последовательности:

а) идентификация опасности, т.е. выявление опасных ситуаций, опасных событий, которые могут иметь место при эксплуатации барокамеры, предварительная оценка причин и последствий;

б) субъективная оценка величины риска (в первую очередь относительно здоровья человека, находящегося внутри барокамеры, и персонала, находящегося снаружи), вызванного опасной ситуацией, опасным событием;

в) определение целей, которые должны быть достигнуты защитными мерами, включая любые выполнимые требования (в соответствии с техническими регламентами, стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами);

г) выработка мер безопасности, применяемых для устранения выявленных опасностей или уменьшения риска (в том числе заимствованные из технических регламентов, стандартов, технических условий и других нормативных документов);

д) определение остаточных рисков;

е) утверждение или корректировка проектной документации по результатам анализа.

Для идентификации опасностей при эксплуатации гипобариче-

² Данная группа рисков была отнесена к группе рисков 1 по [8] как риски, в обязательном порядке требующие защитных мер с целью снижения уровня тяжести возможного ущерба здоровью людей.

ской барокамеры разработчиками совместно с кафедрой авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии изучались: опыт зарубежных стран в создании и использовании гипобарических камер, информация об их эксплуатации и недостатках; учитывался и использовался опыт конструирования отечественных и стационарных и мобильных камер, в том числе пониженного давления; направления развития современных и перспективных авиационных комплексов, включая системы жизнеобеспечения летчиков и защитные снаряжения.

При этом для конкретной идентифицированной опасности осуществлялся поиск причин, в первую очередь технического характера, которые могли инициировать данную опасную ситуацию. В свою очередь, для спрогнозированного отказа (поломки, нештатного режима работы) конкретного технического средства (элемента системы барокамеры, вспомогательного оборудования) оценивались последствия этого отказа.

Определение субъективной оценки величины риска относительно здоровья человека, находящего внутри барокамеры, при идентифицированных опасностях, как отмечено выше, не вызывало затруднений, вместе с тем, оценка вероятности и тяжести причинения вреда (ущерба) здоровью человека проводилась с использованием уровней, рекомендованных ГОСТ Р 53387-2009:

- уровень вероятности причинения ущерба (P): А – в высокой степени вероятный; В – вероятный; С – редкий; D – единичный; Е – практически невероятный; F – невероятный (невозможный);
- уровень тяжести ущерба (S): 1 – высокий; 2 – средний; 3 – низкий; 4 – незначительный (не принимаемый в расчет).

Естественно, что предпринимаемые защитные меры должны были в первую очередь быть направлены на недопущение этих заболеваний.

Безусловно, проводилась оценка величин рисков и относительно обслуживающего барокамеру персонала, а также относительно помещения, в котором предполагалась установка барокамеры. При этом, как правило, принимались во внимание риски с высоким и средним уровнем тяжести наносимого ущерба, требующие обязательного применения соответствующих защитных мер.

Важно отметить, что оценка вероятности и тяжести рисков проводилась до и после предложения защитных мер по каждой опасной

ситуации. Предлагаемые к реализации защитные меры считались успешными, если после их внедрения в конструкцию барокамеры уровень тяжести ущерба от опасной ситуации снижался до уровня S3 и менее.

Порядок проведения анализа рисков схематично приведен на рисунке 9.

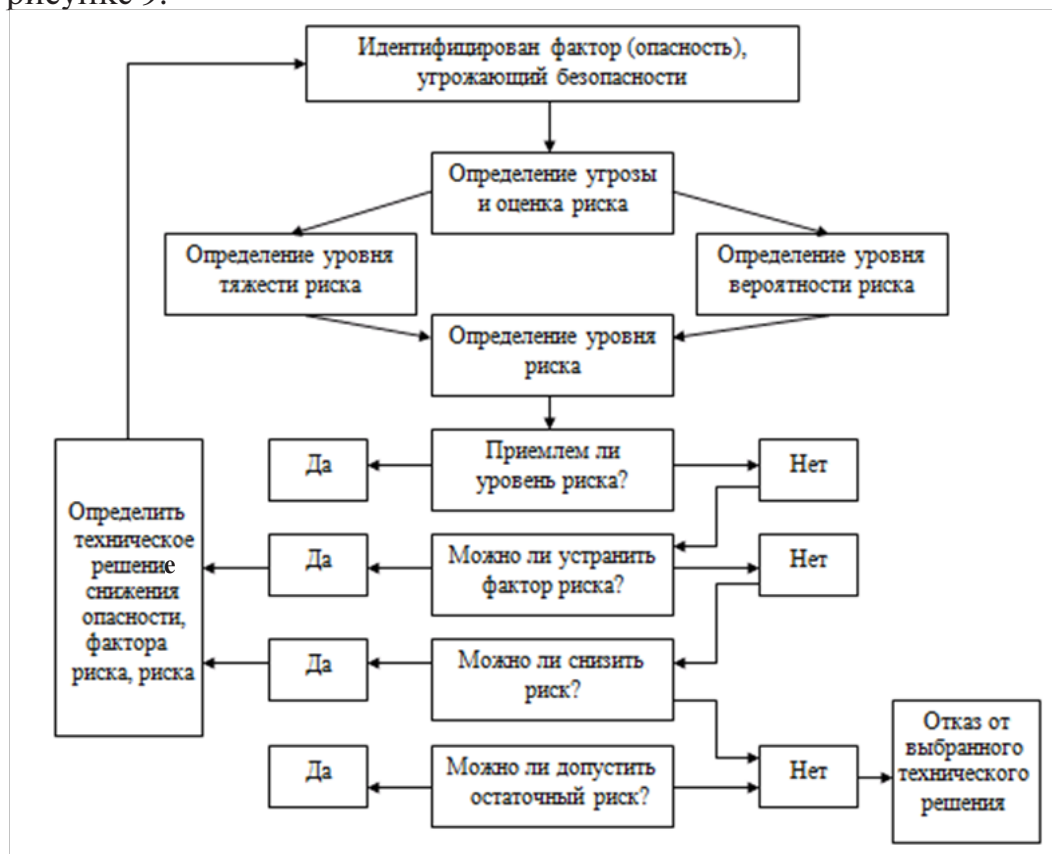


Рис. 9. Порядок проведения анализа рисков для гипобарической барокамеры

Анализ проводился по каждому элементу конструкции барокамеры (и/или её системы), непосредственно связанному с идентифицированной опасностью (фактором опасности). При этом техническое решение этого элемента считалось принятым при приемлемом уровне риска или допустимом остаточном риске от возникновения опасной ситуации. В случае невозможности снижения риска или неприемлемости остаточного риска от анализируемого технического решения элемента конструкции (системы) отказывались, и перед конструкторами ставилась задача проработать иное техниче-

ское решение. Вновь разработанное техническое предложение также анализировалось для этой идентифицированной опасности.

При составлении перечня оборудования, узлов, участков систем (далее – оборудования) барокамеры, подлежащих анализу на возможность отказов по ГОСТ Р 51901.12-2007, учитывались: тип оборудования, его конструктивная (в том числе в составе системы) конфигурация, условия эксплуатации (такие как низкое барометрическое давление, перепад давлений, повышенная влажность, перепад температуры среды, возможность коррозии), которые могут повлиять на тип отказа и их последствия.

Далее перечислялись все возможные виды отказов для каждого компонента, который согласуется с составленным перечнем оборудования. Рассматривая нормальное эксплуатационное состояние оборудования, оценивались события (виды отказов), которые могли бы изменить обычный эксплуатационный статус этого оборудования. Например, в перечень видов отказов нормально закрытого запорного клапана подачи кислорода для рассмотрения включались события:

- заклинивание клапана в закрытом положении (если не удастся открыть, когда это требуется);
- клапан ошибочно приходит в открытое положение;
- внешняя негерметичность клапана;
- внутренняя протечка клапана;
- возможные трещины на корпусе клапана.

Конечно, диапазон подобных возможных событий для компонентов перечня определялся в зависимости от важности оборудования для нормального функционирования гипобарической барокамеры по прямому назначению.

Для каждого обозначенного отказа рассматривались как немедленные последствия отказа на месте, так и последующее воздействие отказа на другое оборудование, в том числе на систему или на всю барокамеру в целом. Например, немедленное последствие от износа посадочного седла запорного клапана подачи кислорода могло проявиться в непреднамеренном повышении процентного (парциального) давления кислорода в барокамере. Это могло существенно повысить пожароопасность газовой среды в отсеке барокамеры и, как следствие, безопасность находящихся в барокамере людей, обслуживающего персонала и самого помещения с барокамерой. Непреднамеренное же (несанкционированное) прекращение подачи кислорода к

дыхательным маскам вместе с непринятыми экстренными мерами по прекращению понижения барометрического давления могло привести к тяжелейшим последствиям для людей, находящихся в барокамере.

Безусловно, наиболее тщательному исследованию подвергались отказы с уровнями вероятности причинения ущерба (Р) А–С и уровнями тяжести ущерба (S) 1 и 2 по ГОСТ Р 53387-2009. Для каждого такого обозначенного отказа описывались обязательные меры защиты или мероприятия, которые должны были если не предотвратить, то максимально снизить вероятность или смягчить последствия данного отказа. В нашем случае как первоочередное мероприятие предполагалась разработка иного конструктивного решения (предложения), исключающего рассматриваемый отказ.

Результаты анализа документировались по предлагаемой методиками форме.

В ходе работы были подвергнуты анализу 24 опасные ситуации (события) и связанные с ними 37 неисправностей (отказов) элементов конструкции, оборудования или систем барокамеры, идентифицированные как с большой степенью вероятности возможные в процессе эксплуатации. По 22 неисправностям (отказам) были предложены для реализации конструктивные защитные меры, направленные на снижение тяжести возможного ущерба, вероятности причинения ущерба и самой вероятности возникновения опасной ситуации.

Несомненный интерес представляет практическая применимость результатов выполненного анализа. Откровенно говоря, в самом начале работы многие её участники относились к ожидаемым результатам с некоторым скепсисом, однако практическая реализация обоснованных результатами анализа защитных мер превзошла всяческие ожидания:

1. Так, в отличие от находящихся сегодня на снабжении барокамер пониженного давления, корпус барокамеры БКПД-1 комплекса прямоугольной формы (рис. 10) с габаритами и высотой, обеспечивающими удобство захода в барокамеру, нахождения внутри барокамеры в течение длительного времени и перемещения по отсеку, при необходимости проверки состояния исследуемого лица и/или оказания ему необходимой помощи. Низкие пороги и широкие дверные проемы позволяют при необходимости завести в камеру пациента на медицинской тележке-каталке.



Рис. 10. Барокамера БПКД-1 в цехе предприятия

2. Барокамера выполнена двухкорпусной (рис. 11): корпус основного отсека ($3140 \times 3100 \times 2700$ мм) посредством соединительного фланца с помощью болтовых соединений герметично соединен с корпусом шлюзового отсека ($2170 \times 3100 \times 2700$ мм), изготовленным как единое целое с камерой перепада (имитации разгерметизации). Такая конструкция без ущерба основному функциональному назначению барокамеры изначально позволила достаточно легко транспортировать изготовленные корпуса по городу от предприятия-изготовителя к месту монтажа и с минимальными затратами выполнить их установку в уже построенном здании Военно-медицинской академии. Благодаря сборной конструкции представляются возможными к существованию и варианты автономного использования каждого корпуса для проведения как медицинских исследований, так и высотных тренировок летного состава.



Рис. 11. Корпус барокамеры БКПД-1 в цехе предприятия

Для входа в основной отсек, шлюзовой отсек и в камеру перепада установлены герметичные двери, оборудованные устройством, исключающим возможность их закрытия человеком, находящимся внутри отсека.

Оба корпуса при монтаже устанавливаются на специальном «подрамнике», обеспечивающем легкость и удобство соединения корпусов, «подгонки» по месту установки, а также исключение возникновения напряжений в опорных конструкциях от изменения температур корпусов барокамеры в процессе проводимых исследований и тренировок в течение всего жизненного цикла.

3. В основном отсеке объемом 26 м³ установлены 6 рабочих мест со штатным оборудованием для психофизиологических исследований и с датчиковой частью оборудования объективного медицинского контроля (рис. 12). Одно место (инструктора или медицинского работника) оборудовано кислородной маской с удлиненным шлангом для обеспечения возможности перемещения по отсеку для личного визуального контроля состояния находящихся в отсеке. На 5 местах, помимо штатных кислородных масок, предусмотрена возможность оперативной установки применяемых или перспективных комплектов высотного кислородного оборудования и/или защитного снаряжения, а также 5 комплектов системы объективного медицинского контроля.



Рис. 12. Барокамера БПКД-1. Внутреннее оборудование

На боковых стенках основного отсека барокамеры установлены 6 иллюминаторов размером 560×400 мм каждый. На торцевой стенке установлен малогабаритный шлюз (диаметром в свету 300 мм), обеспечивающий передачу в отсек (или из отсека) малогабаритных предметов без изменения барометрического давления в отсеке. Внутренняя крышка медицинского шлюза оборудована запатентованным устройством, исключающим возможность её несанкционированного открытия при давлении внутри шлюза, отличном от давления в отсеке барокамеры.

Отсек оборудован светодиодными светильниками, станцией проводной телефонной связи с комплектом телефонно-микрофонных гарнитур, динамиком громкой связи и аварийным безбатарейным телефоном; водораспылителями системы пожаротушения и воздушно-пенным огнетушителем, датчиками системы пожарной сигнализации.

4. Шлюзовой отсек объемом 13 м³ обеспечивает вывод испытуемого в случае ухудшения его самочувствия без прекращения тренировки (исследования) группы и без изменения барометрического давления в отсеке. Шлюзовой отсек оборудован иллюминатором размером 560×400 мм, обеспечивающим возможность контроля за состоянием людей, находящихся в шлюзовом отсеке.

Камера перепада объемом 2,8 м³ располагается в едином корпусе с шлюзовым отсеком и отделена от него переборкой. Оборудованная инновационным устройством камера перепада, наряду с обоснованными расчетными методами объемами основного и шлюзового отсеков, позволяет обеспечить разгерметизацию камеры перепада менее чем за 0,1 с, реально имитируя разгерметизацию кабины. Для контроля состояния человека, находящего в камере перепада, камера оборудована иллюминатором размером 425×300 мм.

И шлюзовой отсек, и камера перепада оборудованы светодиодными светильниками освещения, станцией проводной телефонной связи с комплектом телефонно-микрофонных гарнитур, динамиком громкой связи и аварийным безбатарейным телефоном; водораспылителями системы пожаротушения, датчиками системы пожарной сигнализации. И шлюзовой отсек, и камера перепада предусматривают возможность подключения комплектов высотного кислородного оборудования и/или защитного снаряжения), а также комплектов системы объективного медицинского контроля (по 2 комплекта – в шлюзовом отсеке и по 1 комплекту – в камере перепада).

5. Расчеты прочности обоих корпусов барокамеры и входящих в их состав трубопроводов основных и вспомогательных систем, подвергающихся в процессе эксплуатации воздействию переменного барометрического давления, выполнялись как традиционными методами, так и с использованием современных автоматизированных программных продуктов. Использование при расчетах корпусов (и их элементов) барокамеры автоматизированных программных продуктов продукта, наряду с обеспечением необходимой прочности, позволило оптимизировать весовые характеристики корпусов барокамеры.

6. Управление оборудованием и контроль работы систем барокамеры обеспечиваются современной автоматизированной и полномасштабно дублирующей её ручной системами управления (рис. 13), что в связке с системой видеонаблюдения позволяет осуществлять работу с БКПД-1 одному специалисту, не прекращая контроля за самочувствием испытуемых.



Рис. 13. Единый пульт управления барокамеры БКПД

Автоматизированная система контроля и управления (АСКУ) (рис. 14) включает:

- панель распределения электроэнергии;
- панель автоматического управления технологическим процессом системы вакуумирования;
- пульт местного управления АСКУ;
- автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора (на базе персонального компьютера);
- сетевое оборудование АСКУ системы вакуумирования.

АСКУ обеспечивает:

1) подачу электроэнергии потребителям барокамеры в основном режиме и автоматический переход на аварийное питание от аккумуляторных батарей в случае выхода из строя основных источников электропитания важнейших потребителей: приборов непрерывного газового контроля среды барокамеры, средств связи с людьми в барокамере, средств освещения барокамеры;

2) визуализацию состояния и режимов работы основного оборудования вакуумной системы (вакуумных насосов, запорно-регулирующей арматуры) на мониторе оператора;

3) автоматическую откачку воздуха из отсеков барокамеры (со скоростями, заданными соответствующими режимами), возможность ручной регулировки скорости откачки;

4) возможность регулировки расхода вентиляционного воздуха (напуска) в отсеках барокамеры;

5) управление аварийным напуском;



Рис. 14. Панели автоматизированной системы контроля и управления

б) непрерывный контроль давления среды в рабочем отсеке, шлюзовом отсеке и камере перепада (с обеспечением возможности периодического подключения контрольного манометра (вакуумметра) для проверки показаний штатных КИП и средств измерений);

7) непрерывный комплексный контроль параметров газовой среды (содержание кислорода, углекислого газа) со светозвуковой сигнализацией при отклонениях от заданных диапазонов посредством входящего в комплект поставки прибора комплексного газового анализа.

АСКУ предусматривает 4 основных режима эксплуатации:

- тестовый режим – вводится во время пуско-наладочных работ;
- штатный режим – вводится после пуско-наладочных работ при гипобарических испытаниях и тренировках. Штатный режим, в частности предусматривает:

- а) достижение «высоты» (снижение барометрического давления) до 25 000 м (18,7 мм рт. ст.) – не более чем за 600 с (при одновременной подаче в отсек 25 нл/мин кислорода и 40–60 нл/мин вентиляционного воздуха);

б) достижение «высоты» (снижение барометрического давления) до 12 000 м (145,5 мм рт. ст.) – не более чем за 100 с (при одновременной подаче в отсек 50 л/мин кислорода и 400 л/мин вентиляционного воздуха);

– сервисный режим – режим самотестирования системы вакуумирования, АСКУ, систем видеонаблюдения, видеорегистрации и связи, запускаемый после включения электропитания АСКУ;

– аварийный режим – при возникновении аварийной ситуации в отсеках барокамеры. Режим предусматривает снижение «высоты» (повышение барометрического давления):

а) в основном отсеке с 25 000 м до 0 (от 18,7 мм рт. ст. до нормального) – не менее чем за 12 с, но не более чем за 120 с;

б) в камере перепада с 25 000 м до 0 – не менее чем за 5 с, но не более чем за 120 с.

7. Барокамера оборудована современной многоканальной системой объективного медицинского контроля, которая в масштабе реального времени позволяет отслеживать динамику физиологического состояния испытуемых во время обследования. Особенностью системы является одновременная синхронная регистрация артериального давления, электрокардиограммы, частоты сердечных сокращений и сатурации кислородом, измеряемых приборами с разнородными информационными каналами; обработка данных как в режиме реального времени, так и после исследования; синхронизация данных с управляемыми воздействиями на исследуемого; формирование протокола после каждого исследования и ведение базы данных исследований.

8. Для проведения сеансов гипербарической оксигенации, купирования клинической картины и этиотропного лечения возможных проявлений высотной декомпрессионной болезни (ВДБ), а также всех классифицируемых сегодня форм ВДБ, включая отсроченные симптомы, в состав нового барокомплекса включена барокамера повышенного давления РБК-1400 (рис. 15). Барокамера состоит из основного отсека объемом 2,98 м³, в котором могут быть размещены 2 человека в положении лежа или 6 человек в положении сидя; и предкамеры объемом 2,02 м³, позволяющей при необходимости многократно методом «шлюзования» доставить в отсек (вывести из отсека) барокамеры медицинского работника для оказания квалифицированной медицинской помощи заболевшему.



Рис. 15. Барокамера повышенного давления РБК-1400

Газовой средой внутри барокамеры является воздух. Дыхание кислородом через маски с удалением остаточного выдыхаемого кислорода за пределы барокамеры не изменяет состава газовой среды в отсеке барокамеры и тем самым обеспечивает высокую безопасность людей в отсеке при проведении сеанса гипербарической оксигенации.

Барокамера РБК-1400, изготовленная для нового современного барокомплекса для летного состава государственной авиации, также претерпела ряд усовершенствований:

– на корпус барокамеры установлен усовершенствованный шлюз (для передачи мелких предметов и медицинского имущества) с внешней крышкой новой конструкции. Для надежного герметичного закрытия внешней крышки шлюза во всем диапазоне рабочих давлений применен кремальерный затвор вместо применявшихся ранее болтов с барашками, что позволило в несколько раз сократить время на выполнение процедуры шлюзования предметов в отсеке барокамеры. При этом внешняя крышка шлюза дополнительно оборудована запатентованным устройством, исключающим возможность её санкционированного или случайного открытия при наличии давления внутри шлюза, что существенно повысило безопасность нахождения людей в отсеках под давлением;

— барокамера оборудована замкнутой системой вентиляции газовой среды барокамеры, включающей подсистему дозированной подачи кислорода в отсеки барокамеры (с целью поддержания в отсеке барокамеры необходимого газового состава по кислороду) и блок очистки среды отсека барокамеры от диоксида углерода. При этом, в обеспечение требований безопасности, конструкция подсистемы дозированной подачи кислорода исключает возможность прямой, неконтролируемой подачи кислорода в отсек барокамеры, минуя дозировочный баллон.

Разработанный в рамках импортозамещения и изготавливаемый компанией блок очистки газовой среды от диоксида углерода (рис. 16) обеспечивает прокачку через засыпаемый в кассету блока химический поглотитель диоксида углерода и обеспечивает надежную очистку газовой среды отсека барокамеры (при нахождении в нём 2 человек) в течение не менее 4 ч. При необходимости кассета может быть вышлюзована из отсека барокамеры для перезарядки «свежим» химическим поглотителем, так как размеры позволяют разместить её в медицинском шлюзе.



Рис. 16. Вентилятор (слева) и кассета с химическим поглотителем блока очистки

Как уже показал опыт эксплуатации, установленная система замкнутой вентиляции позволила существенно сократить расход запасов сжатого воздуха, используемого при эксплуатации барокамер, на вентиляцию отсеков при нахождении в них людей и, как следствие, сократить расход моторесурса компрессоров, обеспечивающих запас сжатого воздуха.

Барокамера оборудована системой непрерывного газового анализа среды в отсеке барокамеры (по содержанию кислорода и диоксида углерода) с газовым сигнализатором общепромышленного исполнения «Комета-М».

При проверке возможности установки газосигнализатора на барокамеру, проведенной совместно со специалистами предприятия-изготовителя прибора (НПП «Дельта», Москва), прибор был усовершенствован: из конструкции исключен прокачивающий насос, так как анализируемая среда при эксплуатации барокамеры всегда находится под давлением, и обеспечивается «естественная» подача её на соответствующие датчики. При этом стоимость отечественного прибора составляет 50 тыс. руб, что почти на порядок ниже аналогичных импортных образцов (от 450 тыс. руб).

Кроме системы непрерывного газового анализа, на всех барокамерах обеспечена возможность отбора проб газовой среды из отсеков для контрольного анализа её состава с помощью переносных газоанализаторов.

В рабочем отсеке барокамеры установлены кислородные дыхательные маски совместно с системами подачи кислорода на кислородные маски и удаления выдыхаемого кислорода за пределы барокамеры, — вместо применявшихся ранее кислородных дыхательных аппаратов, не выпускаемых в настоящее время отечественной промышленностью.

Следует отметить, что если ранее дыхание кислородом в барокамерах с повышенным рабочим давлением применялось практически исключительно на кислородных этапах режимов декомпрессии (для улучшения процесса насыщения тканей организма и крови человека от азота и уменьшения времени нахождения под давлением), то с оснащением барокамеры кислородными масками появилась возможность активного использования барокамеры для проведения сеансов оксигенотерапии (или гипербарической оксигенации)³, в том числе для лечения проявлений и всех форм высотной декомпрессионной болезни.

³ Эффект, оказываемый на организм человека, и заболевания, при которых рекомендуется проведение гипербарической оксигенации, широко известны специалистам. Авторы посчитали возможным здесь не приводить их перечисление, так как это не соответствует теме излагаемого материала.

При этом если в большинстве барокамер, используемых в стране для проведения таких сеансов, как правило, одноместных, вся камера наполняется кислородом, что достаточно небезопасно и требует выполнения целого комплекса мер безопасности; дыхание кислородом через маски (с удалением остаточного выдыхаемого кислорода за пределы барокамеры) не изменяет состава газовой среды в самой барокамере и обеспечивает необходимую безопасность людей в отсеке.

Установка в барокамере пожаробезопасного низковольтного электрооборудования, безопасной и эффективной связи с людьми, находящимися в отсеке, телевизионных камер для мониторинга за обстановкой внутри барокамеры.

Установка единого пульта с эргономически скомпонованными органами управления системами воздухо- и газоснабжения барокамеры с нанесенной мнемосхемой подачи сжатого воздуха, кислорода и гелия; контрольно-измерительными приборами; панелью связи с водолазами; панелью непрерывного мониторинга состава среды в отсеках барокамеры, что в целом позволило обеспечить возможность комфортного обслуживания барокамеры в процессе применения по прямому назначению одним человеком.

9. Для проведения разносторонних многопрофильных исследовательских работ, направленных на изучение физиологического и психофизиологического состояния человека, а также связанных с выполнением человеком операторских функций в условиях пониженного барометрического давления, разработчиком барокомплекса изготовлены и опционно включены в состав нового барокомплекса для летного состава государственной авиации три исследовательские барокамеры исследований на животных:

– вакуумная барокамера ВКЖ-300 (объем 0,3 м³, рабочее давление 1200 Па) (рис. 17);

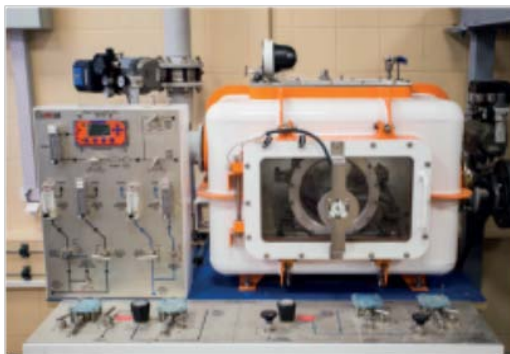


Рис. 17. Барокамера исследований на животных ВКЖ-300

– барокамера повышенного давления (кислородная) РБЖ-200-0 (объем 0,3 м³, рабочее давление 0,5 Мпа (5,0 кгс/см²) (рис. 18);



Рис. 18. Барокамера исследований на животных РБЖ-200-0

– барокамера повышенного давления РБЖ-300 (объем 0,3 м³, рабочее давление 5,0 Мпа (51,0 кгс/см²) (рис. 19);



Рис. 19. Барокамера исследований на животных РБЖ-300

Установленный в уже возведенное здание, успешно прошедший приемо-сдаточные испытания и запущенный в эксплуатацию в 2020 г., новый современный барокомплекс для летного состава государственной авиации в составе гипобарической барокамеры БПКД и барокамеры повышенного давления РБК-1400 обеспечивает:

- проведение экспертных барокамерных подъемов до высоты 5000–6000 м летного состава, курсантов летных училищ и военнослужащих с целью оценки индивидуальной переносимости умеренных степеней гипоксии в процессе медицинского освидетельствования;

- проведение ознакомительных гипобарических тренировок (барокамерных подъемов) до высоты 5000–6000 м и 13 500 м в рамках наземной психофизиологической подготовки экипажей современных летательных аппаратов к высотным полетам;

- проведение гипобарических тренировок переносимости факторов полета;

- проведение имитаций мгновенной разгерметизации кабины летательного аппарата на высотах до 20 000 м;

- проведение гипобарических интервальных гипоксических тренировок в интересах тренировочных или лечебно-восстановительных барокамерных подъемов до высоты 3000–5000 м в интересах повышения неспецифической устойчивости к стресс-факторам летного труда военнослужащих;

- проведение гипобарических тренировок до высоты 3000–5000 м с целью повышения переносимости различных экстремальных и субэкстремальных воздействий, для коррекции физической, операторской и умственной работоспособности, профилактики и лечения специфических заболеваний;

- проведение исследовательских работ, направленных на изучение физиологического и психофизиологического состояния человека, а также связанных с выполнением человеком операторских функций в условиях пониженного барометрического давления.

Наличие в составе барокомплекса барокамеры повышенного давления РБК-1400, помимо использования по функциональному назначению, позволяет проводить профилактические и лечебно-реабилитационные мероприятия с целью защиты военнослужащих от коронавирусных инфекций.

В настоящее время новый барокомплекс для летного состава государственной авиации Военно-медицинская академия успешно эксплуатируется по прямому назначению, а также для проведения профилактических и лечебно-реабилитационных мероприятий с целью защиты военнослужащих от короновирусных инфекций.

Таким образом с созданием нового современного барокомплекса для летного состава государственной авиации, барокамер нового современного уровня появляется уверенность в возможности уже в настоящее время осуществления качественного контроля за состоянием здоровья летного состава; выполнения комплекса мероприятий, связанных с технологиями подготовки и проведения полетов; проведения специальных испытаний и тренировок; обеспечения защиты от неблагоприятных факторов высоких полетов, а значит – сохранения, восстановления и поддержания физического и психического здоровья, профессиональной работоспособности и продления профессионального долголетия летного состава страны.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ

Развитие науки и техники привело к широкой распространенности, особенно в Вооруженных силах, операторских профессий. Однако следует отметить, что выбор режима работы военных операторов определяется в первую очередь социальным заказом и «потребностями вооруженной борьбы» (Медведев В.И., 1982). При этом психофизиологические рекомендации учитываются лишь в той мере, в какой они не входят в противоречие со стратегией и тактикой военной деятельности. Поэтому изучение психофизиологических механизмов обеспечения надежности деятельности операторов при различных уровнях нервно-эмоционального напряжения является, безусловно, актуальным.

4.1. Динамика функционального состояния и работоспособности операторов при различных уровнях нервно-эмоционального напряжения

В процессе проведения сеансов связи и управления космическими аппаратами развивается состояние эмоционального напряжения, которое характеризуется интенсивными эмоциональными переживаниями в ходе деятельности, оценочным, эмоциональным отношением оператора к ее эффективности (Козлов В.П., 1997). Удельный вес эмоционального компонента в напряжении неодинаков, что необходимо учитывать при анализе деятельности.

Значительна биологическая и социальная ценность эмоций: Д. Линдслей (1960) показал их активационную роль; П.К. Анохин (1965) убедительно доказал их оценочное значение; К.К. Платонов (1986) отметил, что эмоции являются одним из способов отражения действительности. П.В. Симонов (1981) разработал информационную теорию эмоций, согласно которой выраженность переживаний детерминирована оценкой потребности и вероятностью ее удовлетворения.

Биологическая приспособительная функция эмоций как формы поведения находится в сложных противоречиях с рациональным поведением человека. Именно поэтому эмоции в некоторых случаях могут выступать как фактор, объективно мешающий адекватному осуществлению деятельности. И.П. Павлов сделал попытку физиологического обоснования антагонизма между эмоционально-чувственным и рациональным. Он объясняет это явление возбуждением, идущим из подкорки и преодолевающим высшее торможение (Павлов И.П., 1961).

Диалектика эмоциональных переживаний в их отношении к деятельности заключается в двойственной природе человеческих эмоций.

С одной стороны, эмоции, осуществляющие первичное отражение на уровне инстинктивной деятельности, обслуживают организм в его биологической определенности. В этом они, безусловно, целесообразны и значимы. С другой стороны, с возникновением сознания изменились функции эмоций. Прежде всего, изменилась их роль в поведении субъекта. На первое место вышло рациональное поведение, обусловленное социальным опытом. Эмоции как бы отошли на второй план, но в критических ситуациях, когда разум не подсказывает немедленного правильного решения, действия индивида могут разворачиваться по схеме древнего эмоционального реагирования. Возникает поведение, характеризующееся напряженностью, аффектом, фрустрацией, растерянностью и другими побочными состояниями. Это современное понимание значения эмоций согласуется с принципом Джеркса – Додсона (Jerkes R.M., Dodson J.D., 1908), согласно которому для каждого рода деятельности существует определенный оптимум эмоционального напряжения, при котором реакции организма оказываются наиболее совершенными и эффективность выполнения работы достигает своего максимума. Отклонения эмоционального напряжения от оптимального уровня влечет за собой снижение эффективности деятельности.

В настоящее время психофизиологический подход находит все большее признание в организации деятельности человека, особенно в авиации и космонавтике (Газенко О.Г., Генин А.М., 1975; Алякринский Б.С., 1975; Хачатурьянц Л.С., Гримак Л.П., Хрунов Е.В., 1976; Бодров В.А., 1976). Особенно большое значение в этом

анализе придается физиологическим показателям для объективной оценки подготовленности оператора (Полежаев В.Ф., 1973; Рудный Н.М., Бодров В.А., 1977; Каменская В.Г., Месарош И.В., 1979; Реброва Н.П., Лапченко В.Н., 1979; Roscol A.H., 1978). В частности, было установлено, что нервно-эмоциональное напряжение операторов зависит от напряженности деятельности. Наиболее отчетливо это проявляется у летчиков в виде увеличения реакции сердечно-сосудистой системы при усложнении полетного задания и воздействии ряда других факторов (Завалова Н.Д., Пономаренко В.А., 1970; Лапа В.В., 1971).

Однако выявленные психофизиологические изменения в организме операторов при разном уровне нервно-эмоционального напряжения не сопоставлялись с прямыми показателями работоспособности и не использовались для оперативного прогнозирования успешности деятельности. В связи с этим нами изучались психофизиологические механизмы обеспечения успешности деятельности операторов при различных уровнях нервно-эмоционального напряжения. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить структуру деятельности операторов при различных уровнях нервно-эмоционального напряжения;
- изучить структуры физиологических реакций организма в процессе деятельности с разным уровнем нервно-эмоционального напряжения;
- оценить взаимосвязь функциональных реакций в организме с успешностью деятельности операторов;
- обосновать информативность показателей функционального состояния организма для оперативного прогнозирования работоспособности операторов.

В исследованиях, выполнявшихся в лабораторных условиях, приняло участие 173 курсанта Военного инженерно-космического университета им. А.Ф. Можайского. В первой серии (110 человек) деятельность выполнялась в условиях соревнования на скорость и точность работы без дополнительного эмоциогенного воздействия. Одновременно участвовало 4 человека, между которыми поддерживался дух соревнования с целью повышения мотивации к деятельности. Работа выполнялась в автотемпе, который соответствовал индивидуальным возможностям операторов.

Во второй серии исследований операторы во время работы подвергались дополнительному эмоциогенному воздействию в виде электрокожного болевого раздражения на внутреннюю поверхность предплечья через каждые 15 с работы с помощью специального устройства. В этой серии принимали участие 27 человек с высокой работоспособностью и 36 человек с низкой работоспособностью (всего 63 человека).

Операторская деятельность моделировалась при работе по II программе прибора «Физиолог» в течение 45 мин. Регистрировались общее количество ответов и ошибок, рассчитывалась скорость переработки информации (Егоров В.А. и др., 1981). В течение всего периода работы регистрировались ЧСС, частота и минутный объем дыхания. До и после работы определяли содержание 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) и глюкозы в плазме крови. Статистическая обработка проводилась методами факторного и кластерного анализа.

О выраженности эмоциогенного воздействия можно судить по изменению физиологических показателей в процессе работы. В частности, ЧСС у операторов при работе в условиях эмоциогенных воздействий была в среднем на 11,2% больше, чем при работе в условиях оптимального нервно-эмоционального напряжения. Увеличение частоты дыхания в условиях эмоциональных воздействий у операторов было статистически не значимо.

Поскольку во второй серии исследований участвовали те же операторы, что и в первой серии, то представлялось интересным оценить изменение работоспособности операторов в оптимальных условиях деятельности и в условиях эмоциогенных воздействий.

Проведенный анализ показал, что операторы с высокой работоспособностью в оптимальных условиях деятельности хорошо работали и в условиях эмоциогенных воздействий. Одновременно операторы с низкой работоспособностью в оптимальных условиях деятельности хуже работали в условиях эмоциогенных воздействий. Коэффициент корреляции (КК) прямых показателей работоспособности операторов при работе в оптимальных условиях деятельности и при работе в условиях эмоциональных воздействий равнялся 0,85.

Несмотря на выявленные вегетативные сдвиги, обусловленные эмоциогенным воздействием, снижение качества деятельности по сравнению с работой в оптимальных условиях было недостоверным ($0,67 \pm 0,01$ и $0,63 \pm 0,01$ бит/с).

Оценка поминутных показателей работоспособности и кардиореспираторной системы показала, что для всех показателей выявляются атипичные минуты. Оценка атипичности проводилась на основе коэффициента множественной корреляции – КМК (табл. 6).

Таблица 6

**Атипичные минуты в группе операторов,
работавших в оптимальных условиях**

Показатели	Атипичные минуты	КМК	КМК группы
Частота дыхания	1	0,83	0,9
	19	0,85	
	33	0,85	
	39	0,82	
	41	0,85	
Частота сердечных сокращений	1	0,89	0,96
	37	0,93	
	45	0,93	
Количество реакций	1	0,83	0,92
	19	0,86	
	20	0,86	
	44	0,85	
	45	0,86	
Количество ошибок	1	0,58	0,78
	6	0,60	
	9	0,62	
	19	0,61	
	30	0,64	
	34	0,59	
	44	0,68	
	45	0,67	
Скорость переработки информации	1	0,68	0,82
	9	0,67	
	10	0,72	
	14	0,70	
	17	0,72	
	19	0,72	
	21	0,72	
	22	0,74	
	31	0,70	
35	0,68		

При рассмотрении факторной структуры поминутных показателей скорости переработки информации было выявлено 3 фактора с весовым вкладом больше 1. Оценивая эти факторы по критерию Бергмана, выявили, что они могут быть достоверно интерпретированы. Содержательная структура представлена в таблице 7. Данные факторы объясняют на 65,3% суммарную дисперсию этих показателей.

Таблица 7

Факторная структура поминутных показателей скорости переработки информации операторами

Фактор	Минуты	Весовой вклад (%)
1 фактор	15, 16, 20–22, 26, 29, 32, 33, 36, 37, 39–42, 44	25,3
2 фактор	1–5, 7–13, 17	24,1
3 фактор	6, 14, 18, 20, 23, 25, 28, 31, 43	15,9

Анализ кластерной структуры (метод объединения – минимальное локальное расстояние, мера связи – коэффициент корреляции) показывает, что все минуты объединились в один общий кластер с КК, равным 0,62. На дендограмме можно выделить только 1 крупный кластер (табл. 8). Метод объединения – медианного локального расстояния показывает, что все минуты объединились в один кластер с КК=0,51. На дендограмме можно выделить два наиболее крупных кластера. Остальные присоединились последовательно и на высоком уровне связи. Используя метод объединения – максимального локального расстояния, все минуты объединялись в один кластер с КК=0,38, при этом на дендограмме можно выделить 4 кластера.

Таблица 8

Кластерная структура поминутных показателей скорости переработки информации операторами

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	13, 20, 23, 25, 32, 33, 37, 38, 36, 41, 42, 44	0,69

Медианное локальное расстояние	1	С 2 по 5, 7, 8	0,61
	2	13, 20, 23, 25, 22, 32, с 33 по 43	0,61
Максимальное локальное рас- стояние	1	С 1 по 8, 28, 30, 43	0,41
	2	9, 11, 12, 17, 23, 38, 44	0,59
	3	10, 14, 15, 18, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 41	0,49
	4	13, 20, 21, 22, 25, 28, 29, 33, 39, 40, 45,	0,50

Таким образом, по показателям скорости переработки информации было выявлено 4 периода: 1 период – с 1 по 8 мин, 2 период – с 9 по 19 мин, 3 период с 32 по 44 мин, 4 период (наименее устойчивой работоспособности) – с 20 по 31 мин.

При рассмотрении факторной структуры работоспособности операторов по количеству ошибок было выявлено 5 факторов с весовым вкладом больше 1. После проверки значимости этих факторов по критерию Бергмана были оставлены только 4 фактора. Содержательная структура факторов представлена в таблице 9. Данные факторы на 58,3% объясняют суммарную дисперсию этих показателей.

Анализ кластерной структуры, метод объединения – минимального локального расстояния показал, что все минуты объединились в один общий кластер с $КК=0,49$. На дендограмме можно выделить 2 крупных кластера (табл. 9, 10). Метод объединения – медианного локального расстояния показал, что все переменные объединились в один общий кластер ($КК=0,35$). На дендограмме было выявлено 3 кластера. Метод объединения – максимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 общий кластер с $КК=0,13$. На дендограмме было выделено только 2 кластера. Остальные минуты присоединились последовательно.

Таблица 9

Факторная структура поминутных показателей работоспособности операторов

Фактор	Минуты	Весовой вклад в %
1 фактор	С 31 по 45	21
2 фактор	С 2 по 5, с 7 по 15	17
3 фактор	14, 16, 19, 29, 45,	10,3
4 фактор	22, 23, 27, 28, 30	10

Таблица 10

Кластерная структура поминутных показателей работоспособности операторов

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	24, 32, 35, 38–43	0,68
	2	5, 11, 13, 21, 25	0,68
Медианное локальное расстояние	1	2–5, 7, 9, 10–21, 29, 44, 45	0,45
	2	24, 26, 32–43	0,45
	3	22, 23, 27, 28, 30	0,45
Максимальное локальное расстояние	1	1–3, 7–10, 12, 14, 16,и 17, 19, 22, 23, 27, 28, 30, 44, 45	0,52
	2	4, 5, 11, 13, 15, 18, 21, 24, 25, 31–43	0,49

Суммируя факторную и кластерную структуру поминутных показателей ошибок операторов, можно говорить о наличии 3 периодов распределения количества ошибок в процессе работы в оптимальных условиях деятельности: 1 период – с 2 по 15–21 мин; 2 период – с 31 по 43 мин и 3 период (период не связанных между собой значений) – с 16 по 30 мин.

При рассмотрении факторной структуры по количеству реакций было выявлено 2 фактора, которые статистически достоверно объединили показатели по критерию Бергмана. Содержательная структура 1 фактора представлена с 18 по 45 мин; 2 фактора – с 1 по 17 мин. Весовые вклады этих факторов 46,2% и 38,8% соответственно. Данные факторы на 85% объясняют суммарную дисперсию этих показателей.

Анализ кластерной структуры поминутных показателей количества реакций, метод объединения – минимального локального расстояния показывает, что все минуты объединились в один кластер с $КК=0,82$. На дендограмме было выделено 2 кластера (табл. 11). Метод объединения – медианного локального расстояния показал, что все минуты объединились в 1 кластер с $КК=0,71$. На дендограмме было выделено 2 кластера, 20, 44, 45 мин присоединились последовательно. Метод объединения – максимального локального расстояния показал, что все минуты объединились в один кластер с $КК=0,62$, на дендограмме было выделено 3 кластера, минуты 20, 44, 45 присоединились последовательно.

Таблица 11

Кластерная структура поминутных показателей количества реакций операторов

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	2, 3, 4, 5	0,89
	2	4, 7, 8, 10, 12–15, 17, 18, 32, 35, 36, 38, 40	0,89
Медианное локальное расстояние	1	С 2 по 19, 21, 22	0,82
	2	С 22 по 43	0,82
Максимальное локальное расстояние	1	С 1 по 10	0,78
	2	С 11 по 19, 21	0,79
	3	С 22 по 43	0,78

Таким образом, в процессе 45-минутной деятельности операторов в оптимальных условиях по количеству реакций можно выделить 2 периода: 1 период с 2 по 19 мин и 2 период с 22 по 43 мин.

Оценка показателей работоспособности и психофизиологических показателей поминутной работы операторов в условиях эмоциогенного воздействия показала, что для всех показателей выявляются атипичные минуты (табл. 12).

При рассмотрении факторной структуры показателей скорости переработки информации операторами в условиях эмоциогенных воздействий было выявлено 4 фактора, которые статистически достоверно объединили показатели по критерию Бергмана. Содержательная структура факторов представлена в таблице 13. Данные факторы на 74,6% объясняют суммарную дисперсию этих показателей.

Таблица 12

**Атипичные минуты в группе операторов, работавших
в условиях эмоциональных воздействий**

Показатели	Атипичные минуты	КМК	КМК группы
Частота дыхания	32	0,84	0,96
	42	0,86	
Частота сердечных сокращений	1	0,88	0,96
	8	0,90	
	10	0,89	
	26	0,75	
Количество реакций	1	0,93	0,96
	27	0,92	
Количество ошибок	1	0,79	0,92
	4	0,83	
	7	0,84	
	8	0,79	
	13	0,83	
Скорость переработки информации	8	0,8	0,91
	16	0,83	
	22	0,84	
	24	0,82	
	26	0,86	
	32	0,84	
	45	0,76	
Минутный объем дыхания	Нет	–	0,99

Таблица 13

**Факторная структура поминутных показателей скорости переработки информации
операторами в условиях эмоциогенных воздействий**

Фактор	Минуты	Весовой вклад в %
1 фактор	1, 2, 11–15, 18, 19, 21, 23, 24, 28, 29, 39	22,1
2 фактор	9, 22, 27, 30–32, 34, 35, 37, 40, 43	21,0
3 фактор	3–8, 10, 16, 17	17,5
4 фактор	20, 28, 26, 33, 36, 38, 41, 42, 44, 45	14,0

Анализ кластерной структуры методом объединения – минимального локального расстояния показывает, что все переменные объединились в один общий кластер (КК=0,62). Метод объедине-

ния — медианного локального расстояния показал, что все переменные объединились в один общий кластер (КК=0,55). Метод объединения — максимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в один общий кластер с КК=0,41 (табл. 14).

Таблица 14

Кластерная структура поминутных показателей скорости переработки информации операторами в условиях эмоциональных воздействий

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	1–3, 5, 6, 17, 23	0,88
	2	4, 7, 14, 39	0,89
	3	19, 20, 27, 32, 34–37, 40, 43	0,90
Медианное локальное расстояние	1	1, 3–7, 9–12, 14, 15, 17–21, 23, 25	0,63
	2	16, 22, 27, 30–32, 36–38, 39, 42, 43	0,62
Максимальное локальное расстояние	1	1–3, 6, 21, 23, 33, 44	0,58
	2	11, 12, 14, 15, 19, 20, 24, 28, 29, 39	0,59
	3	8, 25, 30–32, 34, 35, 40–42	0,58
	4	7, 9, 10, 13, 16, 18, 26, 27, 28, 37, 38	0,57

При рассмотрении кластерной и факторной структуры по количеству реакций было выявлено 3 периода: 1 период с 1 по 19 мин; 2 период с 20 по 26 мин и 3 период с 27 по 45 мин.

Суммируя показатели всех периодов, можно сказать, что в работе операторов в условиях эмоционального воздействия также выявляется 3 периода в динамике показателей работоспособности, причем наиболее устойчивым периодом является третий период с 30 по 44 мин. Факторный и кластерный анализ выявил 4 периода скорости переработки информации при работе операторов в оптимальных условиях деятельности: 1 период — с 1 по 8 мин; 2 период — с 9 по 19 мин; 3 период — с 32 по 44 мин; 4 период (период не связанных между собой значений) — с 20 по 31 мин. В этих же условиях в процессе работы операторов по количеству ошибок было выявлено 3 периода: 1 — со 2 по 15–21 мин; 2 — с 31 по 43 мин; 3 период (период не связанных между собой значений) — с 16–20 по 30 мин.

По количеству реакций в процессе деятельности операторов в оптимальных условиях при анализе факторной и кластерной структуры было выявлено два периода: 1 – с 2 по 19 мин и 2 с 2 по 43 мин.

При работе операторов в условиях эмоциогенных воздействий выделяются в основном такие же 3 периода в динамике показателей работоспособности (количество реакций, количество ошибок, скорость переработки информации), причем наиболее устойчивым является третий период с 30 по 45 мин.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что в деятельности операторов в оптимальных условиях и при воздействии эмоциогенных раздражителей выделяются в основном 3 периода работоспособности: 1 период – со 2 по 16 мин; 2 период с 17 по 30 мин; 3 период с 31 по 44 мин.

Однако структура деятельности операторов при работе с разным уровнем нервно-эмоционального напряжения существенно отличается. Наиболее тесная связь между показателями работоспособности в оптимальных условиях деятельности отмечается в 1 и 3 периоде. При работе в условиях эмоциогенных воздействий наиболее тесная связь между показателями работоспособности отмечается в 3 периоде.

При рассмотрении факторной структуры поминутных показателей частоты дыхания (ЧД) у операторов, работавших в оптимальных условиях, было выявлено, что она представлена 2 факторами в весовым вкладом больше 1. Оценивая эти факторы по критерию Бергмана, выявили, что они статистически достоверно объединили исследуемые показатели. Содержательная структура 1 фактора: с 15 по 45 мин, весовой вклад фактора 45%; 2 фактора: с 1 по 14 мин, весовой вклад фактора 35% от общей дисперсии. Данные факторы объясняют на 80% суммарную дисперсию этих показателей.

Анализ кластерной структуры переменных, метод объединения минимального локального расстояния показывает, что все переменные объединились в 1 кластер с $KK=0,75$. На полученной дендограмме можно выделить только 2 крупных кластера (табл. 15). Остальные минуты присоединились последовательно на высоких уровнях связи. Метод объединения – медианного локального расстояния показывает, что все минуты ЧД объединились в 1 общий кластер ($KK=0,7$). На дендограмме можно выделить 2 крупных

кластера. Метод объединения – максимального локального расстояния показывает, что переменные объединились в 1 кластер (КК=0,55). На дендограмме можно выявить 2 крупных кластера.

Таблица 15

Кластерная структура поминутных показателей частоты дыхания операторов

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	С 2 по 8	0,83
	2	10–16, 18, 23, 24, 26–28, 32, 34, 35, 37	0,83
Медианное локальное расстояние	1	С 6 по 18, 20	0,78
	2	24–28, 30–38, 40–45	0,77
Максимальное локальное расстояние	1	1–18, 20, 28, 31, 34, 35, 37	0,66
	2	19, 29, 30, 32, 36, 38–45	0,64

При анализе кластерной и факторной структуры активности системы дыхания операторов во время выполнения работы в оптимальных условиях деятельности выявляется 3 периода: 1 период – с 1 по 18 мин; 2 период – с 24–36 по 45 мин; 3 период с 19 по 23–35 мин (период не связанных между собой значений).

Факторная структура поминутных показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС) представлена 2 факторами с весовым вкладом больше 1. Оценивая эти факторы по критерию Бергмана, выявили, что они статистически достоверно объединили исследуемые показатели. Содержательная структура 1 фактора – 15, 16, 17 и с 21 по 45 мин, весовым вкладом 48%; 2 фактора – с 1 по 14 мин и 18, 19, 20 минуты, весовым вкладом 36%. Данные факторы объясняют на 86% суммарную дисперсию этих показателей.

Анализ кластерной структуры, метод объединения – минимального локального расстояния показывает, что все переменные объединились в один кластер с КК=0,89. На дендограмме можно выявить 2 крупных кластера (табл. 16). Метод объединения – медианного локального расстояния показывает, что все минуты ЧСС объединились в один кластер (КК=0,71). На дендограмме можно выделить 2 крупных кластера. Остальные (1, 19–21, 29, 44, 45) мину-

ты присоединились последовательно. Метод объединения – максимального локального расстояния показывает, что все минуты объединились в 1 общий кластер с $KK=0,59$. На дендограмме можно выделить также 2 крупных кластера.

Таблица 16

Кластерная структура поминутных показателей частоты сердечных сокращений операторов

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	С 2 по 14	0,92
	2	15, 17, 22, 24–28, 30–40, 42	0,92
Медианное локальное расстояние	1	С 2 по 18	0,16
	2	15–17, 22, 23–28, 30–43	0,38
Максимальное локальное расстояние	1	С 1 по 18, 22, 33	0,71
	2	15, 16, 19, 24–45	0,78

Суммируя факторную и кластерную структуру, можно утверждать, что частота сердечных сокращений в процессе деятельности операторов в оптимальных условиях распределилась на 3 периода: 1 период – с 1 по 14 мин; 2 период с 21 по 45 мин и 3 период с 15 по 20 мин (период не связанных между собой значений).

При рассмотрении факторной структуры показателей частоты дыхания операторов, работавших в условиях эмоциональных воздействий, было выявлено наличие 4 факторов, из которых только 2 статистически достоверно объединили показатели по критерию Бергмана. Содержательная структура 1 фактора – с 19 по 29 и с 31 по 45 мин, а также 3 и 4 мин, весомой вклад фактора 37,5%; 2 фактора – 1, 2, 5–17 мин с весомым вкладом 29%. Данные факторы на 66,5% объясняют суммарную дисперсию показателей ЧД.

Анализ кластерной структуры, метод минимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 общий кластер ($KK=0,41$). Метод объединения – медианного локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 кластер ($KK=0,4$). Метод объединения – максимального локального рас-

стояния показал, что все переменные объединились в 1 кластер (КК=0,41).

Таким образом, можно выделить 3 периода: 1 период с 8 по 15 мин; 2 период с 19 по 26–29 мин и 3 период с 30–36 по 45 мин.

Рассмотрение факторной структуры показателей минутного объема дыхания у операторов при работе в условиях эмоциогенных воздействий показало, что имеются 2 фактора, которые могут быть достоверно интерпретированы и на 94% объясняют общую дисперсию этих показателей. Содержательная структура 1 фактора с весовым вкладом 52,3% представлена следующими минутами: с 1 по 31 мин; 2 фактора с весовым вкладом 41,7% с 32 по 45 мин (табл. 17).

Таблица 17

Кластерная структура поминутных показателей частоты дыхания операторов в условиях эмоциогенных воздействий

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	1, 5–15, 17, 18	0,81
	2	С 19 по 26	0,78
	3	29, с 36 по 45	0,80
Медианное локальное расстояние	1	1, 8–15, 17, 18	0,71
	2	с 19 по 28	0,63
	3	29, с 31 по 45	0,62
Максимальное локальное расстояние	1	1, с 8 по 15	0,69
	2	С 19 по 29	0,58
	3	33, 37-45	0,63

Анализ кластерной структуры методом объединения – минимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в один общий кластер (КК=0,97). На дендограмме было выделено 3 кластера (табл. 18). Метод объединения – медианного локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 кластер с КК=0,86. Было выделено 3 кластера. Метод объединения – максимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 кластер (КК=0,72).

Таблица 18

Кластерная структура поминутных показателей минутного объема дыхания операторов в условиях эмоциогенных воздействий

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	5, 6, 8–10, 12, 13, 16	0,98
	2	с 19 по 25, 28	0,98
	3	30, 32–36, 39–41, 43–45	0,98
Медианное локальное расстояние	1	С 5 по 10, 12–14, 16	0,91
	2	С 18 по 27, 29	0,95
	3	С 31 по 45	0,90
Максимальное локальное расстояние	1	2–17, 30, 31	0,89
	2	С 18 по 29	0,90
	3	С 32 по 45	0,90

При рассмотрении факторной структуры частоты сердечных сокращений операторов в условиях эмоциогенных воздействий было выделено 3 фактора, которые могут быть достоверным образом интерпретированы (табл. 19). Содержательная структура 1 фактора – с 2 по 20, 22 мин; 2 фактора – с 21 и 31 по 45 мин; 3 фактор – 23, 24, 25, 26, 29, 30 мин. Весовые вклады 41%, 38%, 13% соответственно. Данные факторы объясняют дисперсию показателей на 92%.

Таблица 19

Кластерная структура поминутных показателей частоты сердечных сокращений операторов в условиях эмоциогенных воздействий

Метод объединения	Кластер	Минуты	Коэффициент корреляции
Минимальное локальное расстояние	1	С 4 по 15	0,82
	2	20, 21, 27–44	0,86
Медианное локальное расстояние	1	Со 2 по 16	0,76
	2	С 17 по 22	0,76
	3	23, 24, 27–31	0,79
	4	С 32 по 45	0,78

Максимальное локальное расстояние	1	Со 2 по 13	0,65
	2	С 15 по 19	0,69
	3	С 31 по 44	0,80
	4	23–30, 33–37, 45	0,67

Анализ кластерной структуры метод объединения – минимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 общий кластер ($KK=0,45$). Метод объединения – медианного локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 общий кластер ($KK=0,25$). Метод объединения – максимального локального расстояния показал, что все переменные объединились в 1 общий кластер ($KK=0,1$).

Анализируя данные факторной и кластерной структуры физиологических показателей операторов в процессе деятельности с разным уровнем нервно-эмоционального напряжения, можно заключить, что периоды активности физиологических функций у операторов в процессе деятельности в оптимальных условиях и в условиях эмоциогенных воздействий практически совпадают. При этом особенно важно отметить, что периоды активности физиологических функций практически совпадают с периодами работоспособности операторов. Иными словами, в операторской деятельности с минимальным уровнем физической активности активация физиологических систем организма осуществляется в соответствии потребностями деятельности. Это подтверждается также данными сравнения показателей работоспособности и физиологической активности между выделенными периодами. Например, при сравнении показателей работоспособности и физиологической активности в период 1–9 мин с показателями в другие периоды деятельности операторов выявляются существенные различия при работе в оптимальных условиях.

Представляемые данные свидетельствуют о том, что к 10-й минуте заканчивается период вработываемости, который характеризуется более низкой работоспособностью и повышенной активацией сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В последующий период оптимальной работоспособности более высокое качество

деятельности достигается меньшей активацией физиологических систем организма.

Анализ данных свидетельствует также, что улучшение качества деятельности в процессе работы сопровождается наиболее выраженным изменением частоты дыхания. Выявленные данные послужили основанием для заключения, что частота дыхания более тесно, чем другие физиологические показатели, связана с работоспособностью операторов. Проведенные дополнительные исследования показали, что частота дыхания в зависимости от периодов работоспособности и напряженности деятельности имеет достоверную корреляцию с качеством работы операторов от 0,46 до 0,83. Это послужило основанием для использования частоты дыхания в оперативном прогнозировании работоспособности операторов. Проведенный анализ сопоставления частоты дыхания за 15 мин работы с качеством деятельности операторов в последующие 15 мин показал, что при средней частоте дыхания до $15,5 \pm 0,5$ циклов в минуту работоспособность операторов можно прогнозировать оптимальной, при средней частоте дыхания за 15 мин работы свыше $18,8 \pm 0,8$ циклов/мин работоспособность операторов прогнозируется пониженной в среднем на 30–40%. Между показателями частоты пульса и работоспособности операторов достоверной связи выявлено не было.

Таким образом, в процессе деятельности операторов частоту дыхания можно использовать как для выявления операторов с пониженной работоспособностью в 15-минутные промежутки времени, так и для оперативного прогнозирования работоспособности операторов в последующие 15 мин.

Биохимические исследования плазмы крови проводились также с целью изучения возможности использования этих показателей для прогнозирования работоспособности операторов. Результаты исследования показали, что между содержанием глюкозы и 11-ОКС в крови и работоспособностью операторов имеется обратная корреляция. Поэтому данные показатели можно использовать для прогнозирования работы операторов. В частности, при содержании глюкозы в плазме крови от 3,66 до 4,33 ммоль/л, т.е. на уровне нижней границы нормы, работоспособность операторов на ближайшее время прогнозируется как оптимальная, при содержании глюкозы от 5,00 до 6,33 ммоль/л работоспособность операторов

прогнозируется сниженной в среднем на 20–30%, причем уровень обратной связи между содержанием глюкозы в крови после работы и работоспособностью операторов был выше ($P < 0,0005$), чем между содержанием глюкозы в крови перед работой и работоспособностью ($P < 0,025$). Это подтверждает тесноту взаимосвязи между работоспособностью операторов и содержанием глюкозы в плазме крови.

Аналогичные данные, но с несколько меньшим уровнем обратной связи ($P < 0,05$), были получены между содержанием 11-ОКС в крови и работоспособностью операторов. В частности, в результате статистической обработки было выявлено, что при содержании 11-ОКС в плазме крови перед работой на уровне 8–13 мкмоль/л работоспособность операторов прогнозируется оптимальной. Если у операторов перед работой содержание 11-ОКС в плазме крови 18–30 мкмоль/л, то их работоспособность прогнозируется сниженной в среднем на 28%.

Таким образом, прогностическая ценность содержания глюкозы и 11-ОКС в плазме крови для определения работоспособности операторов примерно одинаковая. Однако определение глюкозы значительно проще, можно использовать стандартный набор реактивов и процесс занимает меньше времени, чем определение 11-ОКС в плазме крови, поэтому использование глюкозы для прогнозирования работоспособности операторов на ближайшее время является более предпочтительным.

Выполнение функций оператора в эргатических системах сопровождается чрезвычайно высокой ответственностью, т.к. от правильности, своевременности, безошибочности и эффективности его действий зависит качество работы управляемой им системы, сохранность оборудования. Поэтому является важным определение пределов напряженности деятельности операторов, превышение которых существенно снижает работоспособность.

В процессе деятельности операторов вне зависимости от уровня нервно-эмоционального напряжения было выделено 3 периода в среднем по 15 мин. Периоды работоспособности операторов можно объяснить колебаниями внимания, физиологическую основу которых составляют фазовые состояния в результате действия закона взаимной индукции.

Несмотря на одинаковые периоды работоспособности при разных условиях работы, структура деятельности операторов

существенно отличается. Отличия эти в первую очередь касаются тесноты связи между показателями работоспособности. В частности, в оптимальных условиях деятельности теснота связи в первом и третьем периоде одинаковая ($KK=0,61$). При работе в условиях эмоциогенных воздействий наиболее тесная связь между показателями работоспособности отмечалась в третьем периоде ($KK=0,9$). Такие различия закономерны, поскольку эмоциогенное воздействие в большей степени мобилизует функции организма, а в условиях мобилизации колебания физиологических показателей обычно меньше, чем в спокойном периоде (Баевский Р.М., 1979). Видимо, это относится и к показателям работоспособности.

В физиологических показателях у операторов в процессе деятельности с разным уровнем нервно-эмоционального напряжения выявляются периоды, которые практически соответствуют периодам работоспособности. Известно, что двигательному стереотипу соответствует вегетативный (Зимкин Н.В., 1984). Это объясняется тем, что в процесс деятельности вовлекаются преимущественно те психические процессы, которые вызывают перцептивное, интеллектуальное, эмоциональное, волевое или мотивационное напряжение (Егоров А.С., Загрядский В.П., 1973). Влияние перечисленных компонентов на операторскую деятельность базируется на глубокой биологической связи между висцеральными и психическими процессами, что составляет так называемые психовегетативные взаимоотношения (Быков К.М., 1947; Киколов А.И., 1978; Беллер И.Н., 1980; Симонов П.В., 1970). Но все это обычно справедливо для деятельности, в которой двигательный компонент достаточно выражен. В настоящих исследованиях двигательный компонент был минимальным. Поэтому связь периодов физиологической активности с периодами работоспособности можно объяснить нервно-эмоциональным напряжением, мобиливающим функции организма в соответствии с потребностями деятельности.

Соответствие периодов физиологической активности периодам работоспособности позволяет предположить наличие непосредственной связи между отдельными физиологическими показателями и качеством деятельности операторов. Проведенные исследования показали, что такая связь имеется не со всеми физиологическими показателями, а только с частотой дыхания. Видимо, это объясняется тем, что дыхание является более кортиколизирую-

ванной функцией, чем сердечно-сосудистая система (Бреслав И.С., Глебовский В.Д., 1981). С другой стороны, обнаружались не только структурные и физиологические, но и нейрохимические различия в организации центральных механизмов регуляции дыхательной и сердечно-сосудистой системы, причем даже получены данные, что сдвиги дыхания в стороны экспирации и инспирации и фоновое дыхание координируются независимыми структурами. Функциональные связи центральных структур, регулирующих ритм сердца и дыхания, очень сложны, и некоторые проявления этих связей не поддаются объяснению (Анохин П.К., 1965). Все эти данные в определенной степени объясняют наличие связей между работоспособностью операторов и функцией дыхания и отсутствие связи с функцией сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, показатели частоты дыхания за 15-минутные промежутки работы могут использоваться для выявления операторов с пониженной работоспособностью. Для этих целей в результате статистической обработки были выделены границы достоверной взаимосвязи функции дыхания с работоспособностью операторов. В частности, при средней частоте дыхания до $15,8 \pm 0,4$ циклов/мин работоспособность операторов оценивается оптимальной, при средней частоте дыхания свыше $19,5 \pm 0,6$ циклов/мин работоспособность операторов оценивается пониженной в среднем на 32%.

Для практических целей более важным является не только выявление операторов с пониженной работоспособностью, но и прогнозирование качества деятельности на ближайшее время. В связи с этим был проведен анализ взаимосвязи между частотой дыхания за 15 мин и прямыми показателями работоспособности операторов за следующие 15 мин. Проведенный анализ выявил наличие достоверной обратной связи на уровне $0,46-0,83$ между частотой дыхания и работоспособностью операторов.

С помощью статистической процедуры были выявлены информативные значения частоты дыхания, достоверно связанные с работоспособностью операторов. В частности, при средней частоте дыхания до $15,5 \pm 0,5$ циклов/мин работоспособность операторов на ближайшие 15 мин прогнозируется оптимальной, при средней частоте дыхания свыше $18,8 \pm 0,8$ циклов/мин работоспособность операторов на ближайшие 15 мин прогнозируется сниженной до 40%.

Функциональное состояние центральной нервной системы в основном определяет качество деятельности операторов. Это функциональное состояние определяется многими составляющими. Одной из таких составляющих является содержание глюкозы в крови, которая потребляется головным мозгом в качестве основного питательного вещества (Меньшиков В.В., 1970). Имеются данные, что увеличение глюкозы в рационе улучшает устойчивость к действию неблагоприятных факторов (Орлова Т.А., 1971). Это является основанием для предположения, что между содержанием глюкозы в крови и работоспособностью операторов имеется взаимосвязь. Результаты исследования подтвердили данное предположение. Между содержанием глюкозы в плазме крови и работоспособностью операторов была выявлена обратная корреляция с достоверностью 0,025. С помощью статистических методов были выявлены границы уровня глюкозы в крови перед работой, достоверно связанные с качеством деятельности операторов. В частности, при содержании глюкозы в плазме крови от 3,66 до 4,33 ммоль/л работоспособность операторов на ближайшее время прогнозируется оптимальной, при содержании глюкозы от 5 до 6,33 ммоль/л работоспособность прогнозируется сниженной в среднем на 20–30%.

Аналогичные данные были получены при сопоставлении уровня 11-ОКС в плазме крови с работоспособностью операторов. Связь уровня гормонов с работоспособностью операторов, видимо, можно объяснить двумя видами влияния — прежде всего, непосредственным влиянием на нейродинамику нервных процессов, которое заключается в повышении работоспособности нервных клеток. С другой стороны, уровень гормонов регулирует адаптационные процессы в организме и изменяет вегетативную реактивность. Поэтому наличие связи между уровнем гормонов и работоспособностью является объяснимым. В проведенных исследованиях достоверность этой связи была на уровне $p < 0,05$. С помощью статистической процедуры были определены границы в уровне гормонов, в пределах которых отмечается достоверная связь с работоспособностью. В частности, при содержании 11-ОКС в плазме крови перед работой на уровне 8–13 мкмоль/л работоспособность прогнозируется оптимальной, если перед работой содержание 11-ОКС 18–30 мкмоль/л, то работоспособность прогнозируется сниженной в среднем на 28%.

4.2. Изменение функционального состояния и работоспособности операторов в процессе суточной деятельности

Изучение физиологического и психофизиологического состояния человека, его психических функций и профессиональной работоспособности в различное время суток является одной из важнейших задач современной физиологии и психологии военного труда. Особую важность приобретает изучение влияния на функциональное состояние и работоспособность человека измененных режимов суточной деятельности. Проблема суточного ритма и связанная с ней проблема длительного сохранения профессиональной работоспособности человека, находящегося в условиях измененных суточных режимов, представляет большой научный интерес (Новиков В.С., Деряпа Н.Р., 1992).

Актуальность этой проблемы обусловлена, прежде всего, необходимостью длительного сохранения работоспособности человека в тех условиях, где вынужденная перестройка суточного распорядка сна и бодрствования может сыграть определенную отрицательную роль в решении поставленных задач (ночные вахты у моряков, длительные ночные полеты у летчиков, ночные дежурства операторов у пульта, разнообразие типов режимов труда и отдыха у военнослужащих и т.д.). Исследования динамики суточной работоспособности особенно актуальны в военной медицине, так как чрезвычайно важно обеспечить высокий уровень работоспособности в любое время суток. Результаты натуральных исследований подтвердили прогнозы, вытекавшие из лабораторных экспериментов: уровень работоспособности в тестах, требующих быстрой переработки информации, оказался выше во время послеполуденных и вечерних вахт по сравнению с утренними. Во время ночных вахт эффективность в таких тестах была снижена, а время реакции удлинено (Colquhoun W.P., Blake M.J.E., Edwards R.S., 1968). Указания на подобную ритмичность получены и в других исследованиях (Смирнов К.М. и др., 1980; Деряпа Н.Р., Мошкин М.П., Посный В.С., 1985).

В отечественной и зарубежной литературе по вопросу о суточном ритме физиологических функций накоплен большой материал (Комаров Ф.И. и др., 1966; Заславская Р.М., 1979; Новиков В.С., Благинин А.А., 1993; Reinberg A. et al., 1983 и др.). У человека более 100 функций подвергаются суточным колебаниям. Суточные ритмы охватывают

все уровни организма и личности: от биохимических реакций в клетке (Саркисов Д.С., 1973; Романов Ю.А., 1977) до типов поведения людей (Алякринский Б.С., 1983; Ашофф Ю., 1974). При сдвигах циклов «сон – бодрствование» по оси времени влево или вправо (ночные вахты, режим непрерывной деятельности и др.) наступает разбалансирование биологических ритмов, вызывающих напряжение и перестройку функций организма. При этом происходит изменение амплитудно-фазовых соотношений биоритмов, то есть десинхронизация функций, которая в последующем сменяется их ресинхронизацией (Aschoff J., 1969).

Рядом авторов было показано (Holmgren H., Swensson A., 1953), что суточная периодика различных физиологических функций перестраивается неодинаково. Одни функции (двигательная активность) перестраиваются быстро, другие – наоборот, медленно (частота пульса и дыхания, температура тела, основной обмен и др.). К.М. Смирнов (1980) выявил, что при нарушении обычного режима (например, при бодрствовании в ночное время) периодика вегетативных функций нарушается меньше других. Подобные различия могут быть предположительно объяснены большей инертностью вегетативных процессов (Wever R., 1972).

Повышенный интерес многих исследователей к суточной периодике в определенной степени обусловлен тесной связью суточного ритма физиологических функций с работоспособностью человека (Комаров Ф.И. и соавт., 1966; Лицов А.Н., 1967, 1982; Моисеева Н.И., Сысуев В.М., 1981; «Хронобиология...», 1989; Aschoff J., 1969; Angeli A. et al., 1994). Большинство авторов отмечают заметное снижение работоспособности человека при деятельности в ночную смену по сравнению с утренней и дневной сменами (Гомберг Э.И., Шаймарданов О.Н., 1977; Бердышев В.В., Новожилов Г.Н., 1978; Булатов С.М., 1980; Кононенко А.А., Деркач В.В., 1975; Vjerner B., Swensson A., 1953; Menzel W., 1962; Poppel E., 1968). Установлено, что в ночное время удлиняется латентный период сенсомоторных реакций, уменьшается точность выполнения корректурных проб, снижается выносливость к статическому мышечному усилию, значительно чаще встречаются ваготонические реакции (Бердышев В.В., Новожилов Г.Н., 1978). Значительно снижается также при несении рабочих вахт ночью объем памяти (Иерусалимский А.П., 1971).

Перестройка функционального состояния и работоспособности человека в направлении сдвинутых, атипичных расписаний сна и

бодрствования характеризуется определенной стадийностью: скрытая стадия перестройки, стадия видимой перестройки и стадия глубокой перестройки (Лицов А.Н., 1969). Наиболее достоверным для оценки приспособления организма к новому режиму труда и отдыха следует считать комплекс показателей, включающий основные физиологические функции организма, динамику профессиональной работоспособности и состояние сна. Критерием эффективности приспособления организма человека к измененным условиям обитания может служить также целый ряд неспецифических адаптивных функций, отражающих наиболее общие закономерности адаптагенеза (Сапов И.А., Новиков В.С., 1984).

Таким образом, работа в ночные часы приводит к росту производственных ошибок, выраженному утомлению и снижению продуктивности деятельности. При работе в сменном режиме развиваются два типа утомления: первый связан с ухудшением функционального состояния организма из-за недосыпания и более выражен в утреннюю смену, второй тип обусловлен изменением временной структуры циркадианного ритма — десинхронозом (Reinberg A. et al., 1974).

Анализ данных литературы о суточной периодике физиологических функций и работоспособности показывает, что физиологические функции и работоспособность имеют четко выраженный колебательный характер в течение дня. Эти особенности необходимо учитывать как при рациональной организации режима труда и отдыха, так и при подборе людей для выполнения задач в необычных условиях обитания (ночные вахты, круглосуточные дежурства, измененные режимы деятельности и т.п.). Особое значение при оценке военно-профессиональной работоспособности имеет диагностика возникновения утомления как предвестника ошибочных действий, возможности аварий и т.д.

Ночное бодрствование является одним из самых напряженных в суточном цикле. Его трудно поддерживать более 4 ч подряд, поэтому разные авторы рекомендуют ограничивать его в зависимости от профессиональных требований 2–4 ч (Алякринский Б.С., 1983), и при этом необходимо обеспечить удовлетворительные условия для отдыха. Также необходимо помнить, что существует достаточно большая группа лиц (до 45%), которые вообще плохо приспособляются к изменению суточных графиков деятельности (Катинас Г.С., Моисеева Н.И., 1980).

О необходимости отдыха свидетельствуют и биохимические исследования. Так, 24-часовая депривация сна воздействует на систе-

му биогенных аминов (катехоламины, серотонин), а поддержание состояния бодрствования в течение 1 сут требует «напряжения» данной системы. При этом даже достаточный (с точки зрения испытуемых) восстановительный сон в последующую ночь не снимает полностью влияния депривации сна, что находит отражение в отсутствии восстановления до исходного уровня некоторых показателей обмена биогенных аминов (Большакова Т.Д. и др., 1985).

В настоящее время невозможно без системного подхода проанализировать все разнообразие биологических, физиологических, биохимических реакций, создающих гомеостатическое равновесие, приводящих к состоянию адаптированности организма к изменяющимся условиям деятельности (Красюк А.Н., Шатихин Л.Г., 1990). Системный анализ способствует выявлению структуры организма, обеспечивающей согласованность и интегрированность соподчиненных элементов.

Независимо от вида воздействия, в системный ответ включаются все уровни организма. Когда этот поиск заканчивается, наступает период стабилизации. Но стабильность эта весьма относительна. Некоторые авторы считают, что колебание стабильности и относительное уменьшение объема адаптационных возможностей объясняется длительным напряжением гомеостатического регулирования и срывом этих механизмов. В зависимости от разных факторов срыв может наступить в разные сроки (Казначеев В.П., 1980).

Военно-профессиональная деятельность, а также связанная с ней военно-профессиональная работоспособность как способность военнослужащего выполнять военно-профессиональную деятельность являются собой закономерный биологический процесс, подчиняющийся основным закономерностям развития (Коробов Р.Н., 1994).

Основой оптимальных внутрицентральных взаимодействий при этом является определенный уровень и уравновешенность нервных процессов. Этот уровень является тем фоном, на котором происходит формирование функциональных систем как универсального аппарата деятельности организма (Анохин П.К., 1975).

Исследование всех видов систем основано на изучении связей между их элементами, структурами и подсистемами. Новые характеристики в системе среда – организм, возникающие в результате деятельности, связаны с изменением связей и соотношений между имеющимися свойствами и качествами, т.е. с возникновением их перестройки. Характер взаимодействия определяет и особенности

связей различных свойств и качеств организма и среды (Медведев В.И., 1983). Благодаря возникновению новых связей осуществляется переход от статической структуры к динамической, и благодаря этому обеспечивается широкий диапазон приспособления организма к деятельности (Алипов Д.А., Зайцева Н.Д., 1990).

По литературным данным, существенное увеличение внутрикорреляционной зависимости между показателями наблюдается в период, предшествующий снижению качества выполнения профессиональной деятельности. Можно предполагать, что физиологический смысл этих изменений связан с мобилизацией внутренних резервов центральной нервной системы, обеспечивающей слаженность ее работы (Асафов Б.Д., Лоскутова Т.Д., 1975; Алипов Д.А., Зайцева Н.Д., 1990; Гонестова В.К., 1992).

В тех случаях, когда человек работает с перенапряжением, сохраняя при этом качественное выполнение деятельности, наблюдалось снижение корреляционной зависимости, свидетельствующее о нестабильности работы функциональных систем. Доказательства этому имеются в работах ряда авторов (Асафов Б.Д., Лоскутова Т.Д., 1975; Алипов Д.А., Зайцева Н.Д., 1990; Гонестова В.К., 1992). Несогласованность между элементами системы, разрыв прямой или обратной связи может привести к препятствию в достижении жизненно важных результатов, удовлетворяющих основные потребности организма (Красюк А.Н., Шатихин Л.Г., 1990).

Как уже отмечалось в главе 3, управление космическими аппаратами обеспечивается НАКУ двух уровней: операторами командно-измерительных комплексов и Главного исследовательского центра испытания и управления КА. Поэтому целесообразно закономерности изменений функционального состояния операторов КИК и ГИЦИУ рассмотреть отдельно.

Для выявления особенностей динамики функционального состояния и профессиональной работоспособности операторов КИК проводилось исследование в процессе суточного дежурства. Обследование операторов осуществлялось в период штатной работы командно-измерительного комплекса и включало в себя регистрацию показателей в утренние часы перед заступлением на дежурство, через 6, 12 ч работы и в конце суточной смены. Работа дежурных смен начиналась с 9 ч и продолжалась 24 ч. Деятельность операторов осуществлялась в соответствии с планом-графиком работ по проведению сеансов связи и управ-

ления. Операторы отдыхали в среднем по 4 ч в период технологических перерывов между сеансами управления. Обследовано 42 оператора различных постов отдельного командно-измерительного комплекса.

Выбор методик основывался на результатах исследования психофизиологической характеристики деятельности операторов. Регистрировали частоту сердечных сокращений, измеряли артериальное давление, проводили пробы Штанге и Генча. Определяли критическую частоту слияния световых мельканий, время простой сенсомоторной реакции на свет и показатель неустойчивости ПСМР, скорость переработки информации при выполнении корректурной пробы, время и количество ошибок при выполнении тестов «Черно-красная таблица» и «Делимость на 3». Проводили треморометрию.

Данные, представленные в таблице 20, свидетельствуют, что перед началом работы операторы характеризовались низким уровнем ситуационной тревожности, высокими показателями самочувствия, активности и настроения, основные физиологические показатели не выходили за пределы среднестатистической нормы. Функциональные пробы Штанге и Генча позволили высоко оценить резервы кардиореспираторной системы. Исследование психофизиологических показателей выявило высокий уровень внимания, мышления, переработки зрительной информации, сенсомоторных реакций, операторской работоспособности.

Таблица 20

Динамика физиологических показателей операторов командно-измерительных комплексов в процессе суточного дежурства ($M \pm m$)

Показатели	Исходные данные	Через 12 ч работы	В конце дежурства
Реактивная тревожность, баллы	32,3 ± 1,3	36,9 ± 2,2	43,4 ± 1,2***
САН, баллы	6,2 ± 0,2	5,4 ± 0,2**	4,2 ± 0,1***
АДС, мм рт. ст.	117,1 ± 3,5	116,4 ± 2,5	122,1 ± 4,3
АДД, мм рт. ст.	72,5 ± 2,0	74,1 ± 2,8	72,3 ± 2,9
ЧСС, сокр/мин	68,5 ± 2,4	68,0 ± 2,6	78,5 ± 2,3*
Проба Штанге, с	67,8 ± 4,2	65,5 ± 4,7	51,3 ± 4,1*
Проба Генча, с	33,3 ± 2,6	36,0 ± 3,0	29,5 ± 2,9

* – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Через 6 ч работы показатели функционального состояния операторов практически не отличались от данных, зарегистрированных перед началом работы, и отражали адекватное напряжение физиологических функций. Статистически значимых различий психофизиологических показателей также не выявлено. Это свидетельствует о том, что в течение 6 ч рабочая нагрузка соответствовала психофизиологическим возможностям операторов.

Изменения показателей самооценки состояния в процессе суточного дежурства свидетельствовали об увеличении реактивной тревожности через 12 ч работы на 14%, к концу смены – на 34%, интегральный показатель самочувствия, активности, настроения снижался на 13% и 32%. Все обследуемые через 24 ч работы отмечали усталость, пассивность, раздражительность.

Динамика показателей артериального давления была незначительной и статистически не значимой. Тенденцию к увеличению систолического артериального давления (на 5%) в конце дежурства можно объяснить некоторым напряжением регуляции сердечно-сосудистой системы, связанным с круглосуточной работой. Это положение подтверждает учащение частоты сердечных сокращений на 15%, отмеченное во второй половине суточного дежурства. Отмеченный хронотропный эффект показывает активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы в связи с активной деятельностью операторов в ночные часы.

Время задержки дыхания позволило оценить функциональные резервы кардиореспираторной системы операторов. В первые 12 ч работы изменения этих показателей были статистически не значимы. В последующие 12 ч происходило уменьшение времени задержки дыхания на вдохе на 24%, на выдохе на 11%. Динамика основных физиологических показателей, проявляющаяся учащением пульса и снижением показателей проб Штанге и Генча, в большей степени связана с круглосуточным режимом работы.

При оценке изменений психофизиологических показателей (табл. 21) наибольший интерес представляет латентный период простой зрительно-моторной реакции, поскольку в структуре деятельности операторов сенсомоторная реакция занимает ведущее место. Скрытый период ПСМР через 12 ч работы увеличился на 39%, а в конце дежурства на 45% по сравнению с исходными данными, причем через 12 ч работы увеличение латентного периода

ПСМР сопровождалось достаточной стабильностью ПСМР, коэффициент неустойчивости ПСМР снижался на 7%. В конце дежурства увеличение времени реакции при выполнении серии заданий определялось прежде всего тем, что возрастала неустойчивость работы, коэффициент неустойчивости ПСМР возрастал на 57%. При проведении теста с предъявлением 32 стимулов колебания времени реакций увеличивалось в процессе дежурства, возникали значительные задержки реакций, которые можно объяснить возникновением компенсаторных пауз при выполнении серии заданий. Представленные изменения ПСМР характеризуют ухудшение основных показателей операторской работоспособности в конце суточного дежурства. Подтверждением данного наблюдения является динамика других показателей. В частности, количество ошибок при выполнении тестов на исследование скорости мыслительных процессов, устойчивости и переключения внимания возрастало через 12 ч в среднем на 29–50%, через 24 ч – в 2,3–4,5 раза.

Таблица 21

Динамика психофизиологических показателей операторов командно-измерительных комплексов в процессе суточного дежурства ($M \pm m$)

Методики	Исходные	Через 12 ч работы	В конце дежурства
Латентный период ПСМР, мс	183,6±9,7	254,6±15,6***	266,2±12,1***
Неустойчивость ПСМР, у.е.	33,3±4,7	31,1±3,0	52,2±4,3**
КЧСМ, Гц	36,3±0,8	35,6±1,1	35,7±1,0
Корректирующая проба, бит/с	1,10±0,05	1,01±0,04	0,82±0,05***
ЧКТ, с	367,3±37,3	313,6±40,3	423,5±21,1*
ЧКТ, количество ошибок	0,7±0,3	0,9±0,2	3,2±0,4***
Делимость на 3, с	73,9±4,3	48,8±3,3***	92,3±2,8*
Делимость на 3, ошибки	0,6±0,2	0,9±0,3	1,4±0,3**

В этой и последующих таблицах:

* – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Эффективность профессиональной деятельности операторов КИК в значительной степени зависела от скорости переработки зрительной информации. Эта характеристика исследовалась с помощью корректирующей пробы с разорванными кольцами. Установлено, что скорость переработки информации снижалась на 8% и 26%

по сравнению с фоновыми данными через 12 и 24 ч работы соответственно.

Данные теста «Черно-красная таблица» позволили оценить динамику переключения и распределения внимания в процессе работы. В начальный период работы время выполнения теста ЧКТ не изменялось. Отмечалась тенденция к улучшению показателей теста на 15% через 12 ч работы. Однако в конце дежурства время переключения и распределения внимания было на 35% больше, чем перед ночным этапом работы. Изменения некоторых других психофизиологических показателей также имели двухфазную структуру. Скорость мыслительных процессов, определяемая при решении арифметических задач, увеличивалась через 12 ч на 34% и уменьшалась через 24 ч на 25%. Однако одновременное увеличение скорости мыслительных процессов, переключения и распределения внимания и увеличение допущенных при этом ошибок вызывают необходимость затрачивать дополнительное время на их исправление. В итоге на выполнение отдельных элементов деятельности операторы тратят больше времени, и соответственно, «цена» деятельности повышается. С другой стороны, увеличение ошибок и необходимость их исправления приводят к активации психических процессов для сохранения качества деятельности при выполнении целевых задач.

Снижение скорости мыслительных процессов, переключения и распределения внимания, значительное увеличение количества ошибок в конце суточного дежурства свидетельствуют о развитии утомления и снижении надежности деятельности операторов.

Представленные данные показывают, что через 12 ч работы у операторов обнаруживались начальные признаки утомления, проявляющиеся снижением самочувствия, активности, настроения, увеличением латентного периода простой сенсомоторной реакции. Эти изменения функционального состояния не сказывались на качестве выполнения целевых задач. В конце суточного дежурства развивалось утомление, характеризующееся ухудшением самочувствия, активности, настроения, повышением тревожности операторов, учащением пульса, снижением времени задержки дыхания, увеличением времени и неустойчивости сенсомоторных реакций, количества ошибочных действий, сокращением скорости мыслительных процессов, переключения и распределения внимания.

Оценка динамики функционального состояния и операторской работоспособности 38 специалистов дежурных смен системы «Гло-насс» (ГИЦИУ КА) осуществлялась в процессе круглосуточного дежурства. Обследование проводилось до начала работы, через 4, 8, 16 ч после начала деятельности и после ее окончания. Оно включало в себя исследование состояния кардиореспираторной системы, зрительного анализатора, психических и психофизиологических функций, операторской работоспособности. Кроме того, каждые 3 ч специалисты управления космическими аппаратами давали самооценку своего состояния по 5-балльной шкале, где 5 баллов – максимальное утомление, проявляющееся выраженной усталостью и препятствующее выполнению служебных обязанностей.

Анкетный опрос специалистов Главного центра выявил следующую закономерность изменений субъективного чувства усталости операторов в процессе суточного дежурства (рис. 20). В начале дежурства и через 3 ч работы операторы высоко оценивали свое состояние, характеризующее их готовность качественно проводить сеансы управления КА. Через 6 ч работы самооценка состояния ухудшилась, операторы отмечали появление усталости. Последующие 6 ч работы выраженность усталости неуклонно нарастала. К 00.00 86% операторов отмечали у себя выраженное утомление, которое сохранялось в течение 9 ч, т.е. до окончания дежурства.

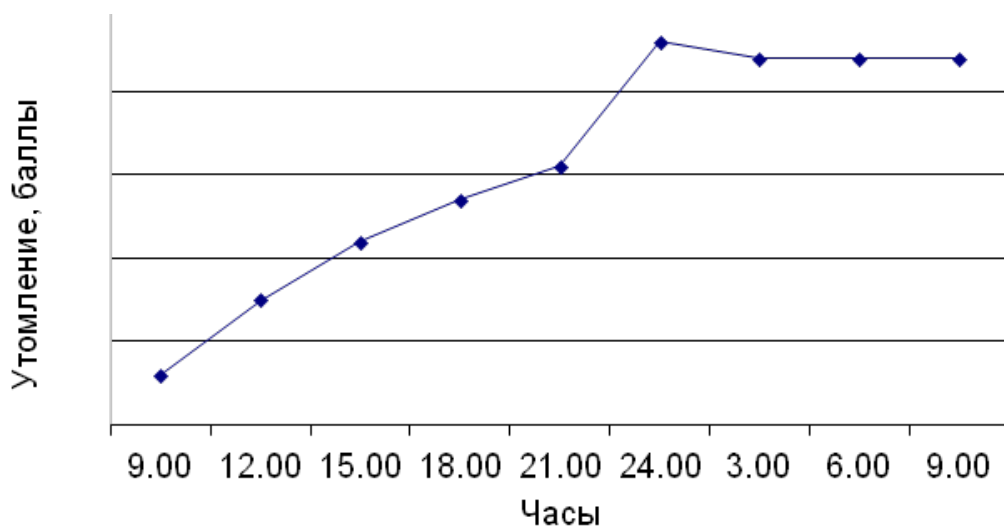


Рис. 20. Динамика субъективной оценки своего состояния операторами Главного центра управления КА в процессе суточного дежурства

Данные объективного обследования подтвердили отмеченную закономерность. После 4 ч работы у операторов возросла степень неустойчивости ПСМР на 39%, при этом время простой сенсомоторной реакции не изменялось. Наблюдалось также некоторое усиление тремора рук (на 7%) и КГР (на 16%). Эти данные свидетельствуют о снижении способности к произвольному управлению своими движениями и увеличении эмоционального напряжения по вегетативному компоненту и могут указывать на рост нервно-эмоционального напряжения. Анализ других психофизиологических показателей не выявил существенных изменений в состоянии обследуемых.

В целом, высокий уровень функционирования основных систем организма, хорошее самочувствие обследуемых позволяют говорить о том, что на данном этапе работоспособность операторов была в фазе полной компенсации.

Представляет значительную сложность нахождение временного интервала, в течение которого происходит переход от фазы компенсации к фазе субкомпенсации. Даже при условии одинаковых факторов, на фоне которых протекает деятельность, аналогичности выполняемых задач и примерно одинаковом уровне профессиональной подготовленности операторов и их мотивации, работоспособность отдельного субъекта меняется индивидуально в зависимости от степени устойчивости психофизиологических функций организма к рабочим нагрузкам.

В связи с этим, рассматривая закономерности изменения функционального состояния операторов на примере группы, можно получить лишь приблизительный интервал времени, в котором состояние адекватной мобилизации переходит в состояние динамического рассогласования.

В проведенном исследовании были получены данные, свидетельствующие, что у операторов в процессе управления космическими аппаратами переход от наиболее оптимального режима работы к состоянию утомления находился в интервале от 4 до 8 ч непрерывной работы.

Иллюстрацией к наличию у обследуемых развившегося утомления после 8 ч деятельности являются данные, представленные в таблице 22. Прежде всего, следует отметить снижение на 17% субъективной оценки состояния обследуемых по результатам теста САН.

Снижение самочувствия, активности и настроения в той или иной степени наблюдалось у 100% операторов вне зависимости от их начального уровня, мотивации и успешности деятельности. Снижение показателей теста САН сопровождалось увеличением уровня реактивной тревожности на 11%.

Таблица 22

Динамика физиологических и психофизиологических показателей операторов Главного центра через 8 ч после начала дежурства

Показатели	Перед началом работы	Через 8 ч
Реактивная тревожность, баллы	34,9 ± 1,1	38,8 ± 1,4 *
САН, баллы	5,6 ± 0,2	4,8 ± 0,2 *
АДС, мм рт. ст.	115,6 ± 3,0	128,3 ± 2,9**
АДД, мм рт. ст.	71,1 ± 2,6	77,2 ± 2,3 **
ЧСС, уд/мин	65,1 ± 2,2	69,6 ± 2,4
Проба Штанге, с	63,9 ± 4,4	67,1 ± 4,3
Проба Генча, с	34,0 ± 3,1	39,7 ± 4,4
КГР, усл. ед.	23,9 ± 4,0	39,2 ± 6,1 *
Латентный период ПСМР, мс	197,2 ± 11,5	226,3 ± 14,2
Неустойчивость ПСМР, у.е.	35,0 ± 3,2	37,8 ± 4,5
Треморометрия, мин ⁻¹	73,6 ± 8,0	93,3 ± 11,7
КЧСМ, Гц	35,6 ± 1,3	35,6 ± 1,6
Корректирующая проба, бит/с	0,97 ± 0,05	0,78 ± 0,04**
ЧКТ, время, с	387,9 ± 27,3	368,9 ± 29,1
ЧКТ, количество ошибок	0,8 ± 0,2	1,1 ± 0,1
Делимость на 3, время, с	47,3 ± 4,0	58,7 ± 3,5 *
Делимость на 3, ошибки	1,3 ± 0,3	1,7 ± 0,2

У операторов наблюдалось достоверное повышение как систолического (на 11%), так и диастолического (на 9%) давления, тенденция к увеличению частоты сердечных сокращений (на 7%). Повышение АД указывает на напряжение энергетических компонентов реализуемой деятельности и подтверждает наличие у обследуемых состояния утомления.

Увеличение времени произвольной задержки дыхания на вдохе и на выдохе на 5% и на 17% соответственно можно объяснить тем, что

деятельность, которой занимались обследуемые, содержала в себе минимум физического компонента, являясь, в основном, умственной. Потребление кислорода мышцами при отсутствии их высокой активности снизилось. В то же время повышающееся нервно-психическое напряжение рефлекторно вызывало относительное учащение дыхания, что привело к некоторому накоплению кислорода в крови и проявилось в улучшении показателей проб Штанге и Генча.

Повышение кожно-гальванической реакции на 64% свидетельствует о большем эмоциональном напряжении, чем при фоновом обследовании, преобладании симпатического компонента вегетативной нервной системы над парасимпатическим. Повышение нервно-эмоционального напряжения операторов через 8 ч подтверждается усилением непроизвольного дрожания пальцев рук на 27%.

Напряжение физиологических функций сопровождалось ухудшением показателей операторской деятельности, проявляющимся повышением времени простой сенсомоторной реакции на световой раздражитель на 15% и возрастанием показателя неустойчивости ПСМР на 8%.

Интересно отметить динамику показателей, характеризующих уровень активности когнитивных психических функций. После 8 ч работы у обследуемых снижалась на 20% скорость переработки зрительной информации, определяемая с помощью корректурной пробы; ухудшалась функция мышления: время выполнения теста «Делимость на 3» возрастало на 24%; при этом сохранялись высокие показатели объема, распределения и переключения внимания.

Таким образом, говоря о перечисленных изменениях, можно сделать вывод, что через 8 ч операторской деятельности развивается утомление, проявляющееся снижением показателей операторской деятельности и когнитивных функций и сопровождающееся ухудшением субъективной самооценки состояния, повышением нервно-психического напряжения, изменениями в деятельности сердечно-сосудистой системы.

Рост цены деятельности наблюдался в течение всего времени обследования. Через 16 ч уровень реактивной тревожности увеличился на 16% по сравнению с исходными данными. Показатель теста САН снизился на 36% (табл. 23). Величины артериального давления еще более увеличились и составили 111% (АДС) и 113% (АДД) относительно фонового уровня. Уровень нервно-эмоционального

напряжения оставался таким же высоким как и после 4 ч работы: показатель КГР был выше на 63%.

Относительно предыдущего этапа обследования снизились показатели проб Штанге и Генча на 3% и 11% соответственно, что свидетельствует о сокращении резервов кардиореспираторной системы.

Показатели операторской работоспособности еще больше ухудшились. Латентный период ПСМР за последние 4 ч повысился на 32% и составил 151% от времени, зарегистрированного перед началом дежурства. Коэффициент неустойчивости ПСМР через 16 ч возрос на 27%. Скорость переработки зрительной информации снизилась на 19%, скорость мыслительных процессов – на 38%. Количество ошибок при выполнении тестовых заданий возрастало на 38–50%.

Таблица 23

**Динамика физиологических и психофизиологических показателей операторов
Главного центра через 16 ч после начала дежурства**

Показатели	Перед началом работы	Через 16 ч
Реактивная тревожность, баллы	34,9 ± 1,1	40,6 ± 0,9***
САН, баллы	5,6 ± 0,2	3,6 ± 0,2***
АДС, мм рт. ст.	115,6 ± 3,0	127,8 ± 3,2 *
АДД, мм рт. ст.	71,1 ± 2,6	80,0 ± 3,1 *
ЧСС, уд/мин	65,1 ± 2,2	68,2 ± 3,5
Проба Штанге, с	63,9 ± 4,4	65,4 ± 4,9
Проба Генча, с	34,0 ± 3,1	35,3 ± 3,7
КГР, у.е.	23,9 ± 4,0	39,0 ± 4,4 *
Латентный период ПСМР, мс	197,2 ± 11,5	298,9 ± 22,2***
Неустойчивость ПСМР, у.е.	35,0 ± 3,2	44,3 ± 5,1
Треморометрия, мин ¹	73,6 ± 8,0	93,1 ± 15,5
КЧСМ, Гц	35,6 ± 1,3	36,8 ± 1,8
Корректирующая проба, бит/с	0,97 ± 0,05	0,79 ± 0,03 **
ЧКТ, время, с	387,9 ± 27,3	381,0 ± 31,6
ЧКТ, количество ошибок	0,8 ± 0,2	1,2 ± 0,2
Делимость на 3, время, с	47,3 ± 4,0	61,9 ± 4,1 *
Делимость на 3, ошибки	1,3 ± 0,3	1,8 ± 0,3

Увеличение латентного периода ПСМР свидетельствовало о преобладании процессов торможения над возбуждением, т.е. наблюдались признаки истощения активационных ресурсов организма.

Статистически достоверных изменений частоты сердечных сокращений у испытуемых в ходе несения круглосуточного дежурства не наблюдалось.

В целом, представленные изменения свидетельствуют о наличии у операторов после 16 ч работы выраженного утомления, сопровождающегося неуклонным ухудшением функционального состояния организма. Такое состояние следует рассматривать как «запрещенное», поскольку дальнейшая деятельность может привести к срыву со значительным расстройством регуляторных механизмов.

Следует подчеркнуть, что поскольку суточное дежурство операторов начиналось в 9.00, то представленная динамика функционального состояния и работоспособности отражает не только реакцию организма человека на рабочую нагрузку, но и учитывает биоритмологические колебания физиологических функций. По мнению операторов, наиболее сложное время для эффективной работы приходится на «суточный переход», т.е. на период с 00.00 до 1.00 (15–16 ч после начала дежурства). Представленные данные полностью подтвердили это предположение.

Последние 8 часов работы (с 1.00 до 9.00) не сопровождались выраженными изменениями физиологических функций. Вероятно, это можно объяснить, с одной стороны, биоритмологически обусловленным преобладанием в ночные часы парасимпатического отдела над симпатическим, что в конечном итоге привело к стабилизации регуляторных влияний вегетативной нервной системы на физиологические функции. С другой стороны, развившееся к 00.00 состояние утомления сохранялось после 4-часового отдыха, который проводится в период технологических перерывов и приходится, как правило, на ночной этап суточного дежурства.

Тем не менее, к концу дежурства возросла реактивная тревожность до $45,4 \pm 1,1$ балла (на 30% , $p < 0,001$); увеличилось количество ошибок при обработке ЧКТ и решении теста «Делимость на 3» до $1,3 \pm 0,3$ (в 2,5 раза, $p < 0,001$).

Полученные данные позволяют говорить о том, что при управлении космическими аппаратами у специалистов Главного центра через 8 ч развивается состояние утомления. Продолжение деятель-

ности вызывает дальнейшее снижение работоспособности, нарушение со стороны регуляторного аппарата на различных уровнях, преобладание в ЦНС процессов торможения над процессами возбуждения.

При анализе экспертной оценки успешности деятельности по критериям правильности действий на различных этапах работы и степени эмоциональной напряженности были установлено, что в период между 4-м и 12-м ч деятельности наблюдалось постепенное снижение правильности действий и повышение эмоциональной напряженности. Данные изменения согласуются с динамикой функционального состояния операторов.

Действительно, высокая работоспособность операторов после первых 4 ч деятельности совпадает с максимальной «грамотностью» действий, а низкая эмоциональная напряженность подтверждается хорошим субъективным самочувствием обследуемых и оптимальными значениями ряда психофизиологических показателей.

После развития утомления правильность действий операторов снижается, но степень этого снижения выражена незначительно. Вместе с тем, заметное увеличение эмоциональной напряженности по данным экспертной оценки совпадает со снижением показателей САН, ростом реактивной тревожности, характерными изменениями треморометрии.

Оценка индивидуальной успешности деятельности операторов через 8 ч после начала работы позволила выделить 2 группы. В первую вошло 12 операторов, качество работы которых, по мнению экспертов, было максимальным (80–100%), во вторую – 9 операторов с низким качеством деятельности (40–50%). При сравнении психофизиологических показателей операторов этих групп выяснилось, что у операторов, более успешно справлявшихся с поставленными задачами, тремор рук был выше на 26% ($p < 0,05$), а реактивная тревожность – на 34% ($p < 0,05$) по сравнению с операторами, трудившимися менее успешно. У лиц первой группы наблюдались также более высокие показатели артериального давления, кожно-гальванической реакции, эмоциональной напряженности, ниже были показатели самочувствия, активности и настроения, чем у операторов с низким уровнем работоспособности.

Таким образом, успешность деятельности операторов с одинаковым опытом работы связана с ростом нервно-психического на-

пряжения и реактивной тревожности, что ведет к увеличению цены деятельности.

В процессе проведения исследований были выделены две группы специалистов системы «Глонасс», исходя из психофизиологических особенностей их деятельности, напряженности и интенсивности труда. В первую группу, условно обозначенную «группа управления», вошли дежурный командир орбитальной системы, инженеры (старшие инженеры) по управлению КА – всего 13 человек. Вторую группу составили 25 специалистов по обмену информацией, анализу бортовой аппаратуры КА, оперативному контролю навигационного поля, оперативному и долгосрочному планированию и др., условно обозначенную «группа операторов».

Анализ основных показателей гемодинамики в исходном состоянии у специалистов «группы управления» выявил, что у 54% обследуемых наблюдаются повышенные значения систолического давления, а у 31% – диастолического давления. Это приводит к ухудшению согласованности регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления, к снижению снабжения миокарда кислородом (индекс Робинсона) и к отклонению индивидуальной величины основного обмена от среднестатистической нормы (индекс Рида). Только у 38% испытуемых вегетативный индекс Кердо находился в пределах нормы (-10 до ± 10 у.е.), у остальных специалистов управления КА наблюдались колебания уровня вегетативной регуляции. Следовательно, анализ показателей сердечно-сосудистой системы в исходном состоянии свидетельствует о том, что только у 46% испытуемых они находились в пределах физиологической нормы, а у остальных наблюдалось некоторое функциональное напряжение адаптационных механизмов системы кровообращения. Об этом же свидетельствует и выполнение пробы Штанге: только у 69% специалистов длительность задержки дыхания оценивалась как хорошая. Обращает на себя внимание тот факт, что рассматриваемые выше изменения выявлены в группе специалистов управления космическими аппаратами, что может быть объяснено более напряженной и ответственной работой. Все показатели функционального состояния центральной нервной системы в исходном состоянии находились в пределах физиологической нормы.

Каждое состояние функциональной системы характеризуется не столько стабильными изменениями определенных количественных

показателей, сколько типом соотношения между ними и закономерными тенденциями в их динамике, важными для получения целостной характеристики исследуемого состояния (Леонова А.Б., Медведев В.И., 1982; Гонестова В.К., 1992; Bartley S.H., Chute E.J., 1947).

Корреляционный анализ полученных результатов выявил незначительное усиление связей между изучаемыми показателями в «группе операторов» в процессе дежурства, в то время как в «группе управления» наблюдалось более выраженное увеличение как тесных внутрисистемных (показатели сердечно-сосудистой, центральной нервной систем, психологические характеристики), так и межсистемных связей. Подобное различие может быть связано с большей необходимостью поддержания работоспособности в «группе управления», которая приводит к мобилизации внутренних резервов центральной нервной системы, обеспечивающей слаженность ее работы. Как следствие, это приводит к функциональному напряжению системы кровообращения.

4.3. Изменение функционального состояния и работоспособности операторов в процессе двухсуточной деятельности

Особенности труда специалистов управления космическими аппаратами предусматривают возможность бессменной двухсуточной деятельности. В этих условиях, как правило, резко возрастает ответственность за правильность и своевременность управляющих действий, и следовательно, существенно возрастает нервно-эмоциональное напряжение специалистов управления космическими аппаратами.

Надежность деятельности операторов в значительной степени зависит от резервов организма, включая временную организацию функций в данных условиях. Наиболее вероятно развитие десинхроноза, т.е. рассогласование ритмов в организме и их разлад, проявляющиеся невротическими состояниями (Лебедев В.И., 1989). На операторов влияют временной сдвиг, напряжение в процессе работы и многое другое. Установлено, что существенная роль принадлежит временному сдвигу (Новиков В.С., Деряпа Н.Р., 1992). Связано это с тем, что возможности организма определяет прежде всего фаза суточного ритма. Поэтому понятен интерес к динамике функционального состояния

и работоспособности специалистов управления космическими аппаратами в процессе двухсуточной деятельности.

Центр тяжести работы оператора сосредоточен на психологических операциях: сохранение устойчивого внимания, принятие ответственных решений, выполнение мыслительных операций. В соответствии с характером труда оператора основные его трудности и проблемы сосредоточиваются в сфере психической деятельности.

При изучении системы «человек – машина» необходимо исходить из того, что административный ее анализ годен для определения задач, относящихся к обязанностям операторов на соответствующем рабочем месте. Технологический анализ направлен на изучение времени и движений, тогда как психологический состоит в изучении способностей, которые человеку необходимы для того, чтобы он мог производительно работать.

Изучение психических состояний человека-оператора в особых и экстремальных условиях является как самостоятельной фундаментальной научной проблемой, так и важной составной частью общей теории операторской деятельности.

В соответствии с планом эксперимента было проведено 2 серии исследований. В обеих сериях оценивалось изменение психофизиологических показателей у операторов в процессе деятельности, моделирующей условия проведения сеансов управления космическими аппаратами.

В обследовании принимали участие 29 испытуемых, имеющих по результатам последнего медицинского освидетельствования диагноз: «Здоров». Исследования проводились в течение 48 ч. Обследуемые – курсанты выпускного курса Военного инженерно-космического университета им. А.Ф. Можайского – выполняли специальные задания по плану тактико-специального учения.

В первой серии исследований проводилось психофизиологическое обследование 9 молодых мужчин в возрасте 22–25 лет. Операторская деятельность осуществлялась в течение 48 ч без перерыва на сон в первые 24 ч. Оценка состояния обследуемых осуществлялась перед началом работы, через каждые 6 ч в течение первых суток, а также после завершения работы.

Во второй серии исследований проводилось психологическое обследование 20 молодых мужчин в возрасте 22–25 лет с использованием личностного опросника Кейрси (Павлов К.В., Овчинников Б.В., 1994).

В первой серии исследований операторы выполняли задание по проведению сеансов управления космическими аппаратами. Работа проходила в условиях умеренного психоэмоционального напряжения.

В проведенном обследовании данной группы была выявлена различная динамика психофизиологических показателей в процессе 48-часовой операторской деятельности (табл. 24).

Таблица 24

**Динамика психофизиологических показателей операторов
в процессе 48-часовой деятельности**

Показатели	Исходные данные	6 ч	12 ч	18 ч	24 ч	48 ч
САН, баллы	5,6±0,3	5,4±0,5	4,8±0,3	4,2±0,4*	3,6±0,5*	4,2±0,6*
Реактивная тревожность, баллы	34,7±6,2	33,6±6,3	35,6±8,3	37,7±6,4	40,5±6,9	62,6±6,1*
Количество ошибок	0,8±0,1	0,9±0,2	1,1±0,2	0,8±0,1	0,8±0,2	1,9±0,3**
ПСМР, мс	197±17	202±38	226±48	281±43	298±33 *	268±50*
Неустойчивость ПСМР, у.е	35,0±5,9	35,7±6,5	37,7±8,5	72,6±10,1	44,3±10,0	28,7±9,2*

* – $p < 0,05$.

На протяжении всех суток у обследуемых снижались показатели субъективного состояния. Так, за 12 ч показатели шкалы САН снизились на 14%, а в течение остального времени на 26% и 37%. В то же время уровень реактивной тревожности увеличивался на 2%, 8% и 16% относительно фоновых данных через 12, 18 и 24 ч соответственно.

Скрытый период двигательной реакции при исследовании ПСМР повышался на протяжении первых суток работы на 23%, 42% и 52% через 12, 18 и 24 ч соответственно. При этом степень неустойчивости ПСМР также увеличивалась, но максимального значения достигла только через 18 ч работы.

Время переключения и распределения внимания практически не менялось. Вместе с тем, количество ошибочных действий воз-

росло через 12 ч деятельности операторов на 37% с последующим снижением данного показателя практически до исходного уровня.

Таким образом, через 12 ч операторской деятельности наблюдались первые признаки утомления, которое прогрессировало в процессе выполнения работы.

После проведенного суточного дежурства операторы работали посменно через 6 ч еще 1 сут. Оценивая динамику психофизиологического состояния за 48 ч деятельности, можно отметить, что субъективные показатели самочувствия, активности, настроения за 2-е сутки увеличились на 17%, но оставались на более низком уровне по сравнению с исходными данными. Это можно объяснить некоторой эйфорией, связанной с окончанием двухсуточной деятельности.

В то же время реактивная тревожность продолжала увеличиваться на протяжении всех 48 ч работы и достигла $62,6 \pm 6,1$ балла, что на 55% выше показателя после суточной деятельности и на 80% больше исходных данных. Эта динамика показателей реактивной тревожности свидетельствует о повышении невротизации и неуверенности в действиях и поступках на фоне увеличивающейся оценки субъективного состояния.

При проведении теста «Черно-красная таблица» время его выполнения, т.е. скорость переключения внимания, практически не менялось на протяжении 48 ч операторской деятельности, но количество ошибочных действий в последние сутки возросло более чем в 2 раза, что, вероятно, связано с повышением возбудимости ЦНС и ростом реактивной тревожности, т.е. признаками нарастающего утомления.

Оценивая показатели простой сенсомоторной реакции, можно отметить, что за вторые сутки время реакции снизилось на 11,5%, а показатель неустойчивости реакций – на 55%, по сравнению с результатами, полученными в конце первых суток операторской деятельности. Вместе с тем, они оставались на достаточно высоком уровне по сравнению с фоновыми данными. Это свидетельствует о тенденции к стабилизации силы нервных процессов в ЦНС и является косвенным показателем их незначительного восстановления за вторые сутки.

Данные проведенного исследования свидетельствуют о том, что, несмотря на некоторый рост субъективных показателей самочув-

ствия, активности, настроения, у операторов за вторые сутки работы прогрессивно увеличивалась степень утомления, что проявлялось в резком повышении реактивной тревожности и ухудшении показателей операторской работоспособности.

Личностные особенности операторов изучались при помощи опросника, разработанного профессором Калифорнийского университета Д. Кейрси (Павлов К.В., Овчинников Б.В., 1994) и шкалы Спилберга в модификации Ханина.

Важным типологическим фактором является интроверсия (I) – экстраверсия (E), которая отображает степень включенности личности в социальную среду. Для экстравертированных личностей характерны: общительность, взаимодействие, широта взглядов и интересов, излучение энергии, отсутствие застенчивости, импульсивность, низкий самоконтроль, интерес к внешним событиям. Людей этого типа в нашей выборке оказалось 83%.

Интроверты обладают такими особенностями, как скрытый характер, замкнутость, чувство своей территории, концентрация, собранность, сохранение энергии, интерес по поводу внутренних реакций. Они составили 17% от общего числа обследуемых.

По дополнительным шкалам опросника Кейрси были выделены из общего числа обследуемых: «здравомыслящие» (S) в противоположность «интуитивам» (N); лица, предпочитающие опираться в своих суждениях на логику (T) или на морально-этические категории (F); и, наконец, импульсивные (P) или перспективно планирующие собственные действия люди (J).

В результате исследования 47% составил ESTJ-тип, для которого характерны ответственность, высокое чувство долга, порядок, практичность, открытость, плановость, бесхитрость, исполнительность, цельность натуры. Люди с этим темпераментом очень прочно связаны с окружающей обстановкой. Они знают об этом, и это знание придает им силы. ESTJ обладают исключительной способностью организовывать обязательные мероприятия и детально руководствоваться различными правилами, расписаниями. Они любят видеть, как все делается правильно. ESTJ довольно верно оценивают окружающих и часто прикидывают способности других в выполнении стандартных заданий. Временами они могут грубить тем, кто неточно следует правилам. ESTJ – реалистичные, любящие факты люди; их более интересуют новые процессы и технические

средства, чем принципы и теории. Этот тип людей предан своей работе, своему заведению и обществу; они знают, в чем состоит их долг и вряд ли станут уклоняться от его выполнения, даже если это требует значительных жертв. Часто достигают высокого ответственного положения в работе, в обществе, в религиозной общине.

Следующая за ним группа (27%) тип ESFJ. Этому темпераменту свойственна открытость, практичность, общительность, житейская мудрость. Люди с ESFJ-типом скорее мастера исполнения церемоний, чем лидеры группы. Они часто выступают в роли организаторов традиционных мероприятий и превыше всего ценят гармоничные человеческие взаимоотношения, а сталкиваясь с равнодушием, сильно расстраиваются. Зависят от чужого мнения.

На ISTJ-тип приходится 10% обследуемых, характерными чертами которого являются чувство долга, ответственность, твердость характера, надежность, логичность мышления, низкая эмоциональность, спокойствие.

Тип ISFJ соответствует 7% респондентов. Это спокойные, ответственные, уважающие традиции люди, предпочитающие выполнять поручения, нежели руководить.

Остальные 9% распределились между ESTP-, ENFP- и ENTJ-типами поровну. Основными качествами ESTP-типа можно назвать энергию, неистошимый оптимизм, остроумие, прагматизм. ENFP отличают умение влиять на окружающих, проницательность, чувствительность, энтузиазм, оптимизм. ENTJ – это руководитель, ориентирующийся на цель, достигающий высокой эффективности в работе; интеллигент, карьерист.

По шкале Спилбергера – Ханина определялся уровень личностной и реактивной тревожности. Личностная тревожность – это устойчивое индивидуальное свойство личности, характеризующееся степенью его беспокойства, озабоченности, психоэмоционального напряжения, развивающегося при действии конкретной стрессорной ситуации. Наиболее частый вариант личности, при котором отмечается значительное увеличение уровня личностной тревожности, – психастенический (Дюк В.А., 1994). Лица этого круга отличаются неуверенностью в себе, нерешительностью, реагируют чувством вины и самобичеванием на малейшие неудачи и ошибки. Любой ценой стремясь избежать конфликтов, которые ими переживаются весьма болезненно, психастеники пытаются заслужить

одобрение окружающих, а главное — собственное одобрение. Реактивная тревожность — это ситуационно-обусловленное временное состояние психики индивида, которое характеризует степень его беспокойства, психоэмоционального напряжения. Она представляет собой сигнал, свидетельствующий о нарушении психической адаптации, усилении поведенческой активности, об изменении характера поведения.

При фоновом обследовании личностная тревожность больше 40 баллов наблюдалась у 18%. Повышенная реактивная тревожность была выявлена у 24% операторов. После 48-часовой операторской деятельности высокое значение реактивной тревожности определялось уже у 52% обследуемых.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что у операторов преобладают ESTJ- и ESFJ-типы темперамента с относительно высокими показателями реактивной тревожности.

Распознавание и прогнозирование функционального состояния операторов в процессе деятельности — чрезвычайно важное направление современной психофизиологии. Трудность решения этих задач во многом связана со сложностью и методологической неразработанностью подходов к изучению изменений в организме работающего оператора. В связи с этим остаются актуальными определение динамики психофизиологических показателей операторов во время решения ими профессиональных задач на фоне различных внешних условий и выявление наиболее значимых переменных в диагностике функционального состояния.

Изучение физиологических механизмов обеспечения успешности деятельности операторов при различных условиях нервно-эмоционального напряжения является весьма актуальной проблемой в психологии труда.

Уровень нервно-эмоционального напряжения может существенно изменить структуру деятельности операторов и функциональное состояние организма, что, безусловно, повлияет на качество работы.

Возникновение нервно-эмоционального напряжения обычно связано с действием эмоциогенных факторов, с утомлением и с различными отклонениями функционального состояния организма. Возникающие при этом изменения в организме бывают и причиной, и следствием нервно-эмоционального напряжения. Однако

физиологические механизмы обеспечения успешности деятельности операторов, видимо, во всех случаях носят стереотипный характер, что позволяет выявить их общие закономерности для использования в практической деятельности.

В современных условиях эта проблема становится особенно актуальной, поскольку с каждым годом возрастает цена ошибки в деятельности оператора. При этом наиболее важной задачей является оперативное прогнозирование работоспособности операторов, т.е. прогнозирование успешности деятельности перед работой и непосредственно в процессе деятельности.

Проведенные исследования выявили взаимосвязь некоторых физиологических показателей с успешностью деятельности операторов, которая сохранялась при работе с разным уровнем нервно-эмоционального напряжения. Наличие такой взаимосвязи позволило путем математико-статистической обработки данных определить значение физиологических показателей в обеспечении успешности деятельности и информативность их для прогнозирования работоспособности операторов.

В данном исследовании выявлены закономерности изменения функционального состояния оператора в эргатической системе и определена связь этих изменений с успешностью деятельности. Рассмотрена динамика функционального состояния и работоспособности операторов командно-измерительных комплексов и специалистов Главного центра управления КА.

Через 12 ч работы у операторов КИК обнаруживались начальные признаки утомления, проявляющиеся снижением самочувствия, активности, настроения, увеличением латентного периода простой сенсомоторной реакции. Эти изменения функционального состояния не сказывались на качестве выполнения целевых задач. В конце суточного дежурства развивалось утомление, характеризующееся ухудшением самочувствия, активности, настроения, повышением тревожности операторов, учащением пульса, снижением времени задержки дыхания, увеличением времени и неустойчивости сенсомоторных реакций, количества ошибочных действий, сокращением скорости мыслительных процессов, переключения и распределения внимания.

Анализ физиологических и психофизиологических данных свидетельствует об ухудшении функционального состояния специалистов

Главного центра управления КА в процессе круглосуточного дежурства. Первые изменения операторской работоспособности наблюдались спустя 4 ч после начала дежурства. Более выраженные изменения, свидетельствующие о развитии утомления, были зарегистрированы через 8 ч. Они проявлялись в снижении показателей операторской деятельности и когнитивных функций, ухудшении субъективной самооценки состояния, повышении нервно-психического напряжения, изменениях в деятельности сердечно-сосудистой системы.

Явления парасимпатотонии, отмеченные у операторов в начале исследования, по мере дежурства уменьшались, что могло быть результатом активного включения в формирование адаптационного ответа вегетативной нервной системы, выступающей в качестве основного координирующего звена и обеспечивающей наиболее рациональное приспособление организма к действию стрессора, каковым в данном случае являлось несение круглосуточного дежурства. Первые ухудшения состояния ЦНС наблюдались спустя 8 ч после начала дежурства. Это проявлялось в увеличении времени ПСМР на 15%. К концу дежурства эти изменения стали более существенными и достигали в среднем 51%. Развившееся через 8 ч утомление операторов проявлялось снижением на 15–20% показателей операторской работоспособности, ухудшением на 24% скорости мыслительных процессов, возросшим нервно-эмоциональным напряжением и увеличением физиологической цены деятельности. После 16 ч работы у операторов диагностировалось выраженное утомление, сопровождающееся возрастанием ошибочных действий операторов.

Статистически значимые изменения изучаемых психологических, психофизиологических и физиологических показателей специалистов управления космическими аппаратами при несении круглосуточного дежурства свидетельствуют о снижении резервных возможностей организма и позволяют говорить о развитии утомления у операторов дежурных смен задолго до окончания дежурства, что затрудняет выполнение ими функциональных обязанностей и снижает надежность функционирования системы.

Выраженное утомление и астенизация не всегда дают возможность восстановления функционального состояния к началу следующего дежурства: так, в исходном состоянии были зафиксированы изменения показателей гемодинамики, повышение степени напряжения регуляторных механизмов у 72% операторов.

В процессе двухсуточной операторской деятельности через 6 ч работы отмечались первые проявления утомления по показателям субъективного состояния и внимания. При продолжении работы степень утомления нарастала, но не приводила в течение первых суток к срыву адаптационных механизмов, что связано с переходом функциональной системы организма на качественно новый уровень регуляции.

Профессиональная деятельность специалистов управления космическими аппаратами в течение вторых суток непрерывного дежурства характеризовалась увеличением в 2 раза количества ошибочных действий, снижением показателей операторской деятельности и повышением на 80% реактивной тревожности. Данные изменения функционального состояния и профессиональной работоспособности не обеспечивают требуемый уровень надежности СЧМ и свидетельствуют о необходимости разработки системы мероприятий для сохранения работоспособности специалистов управления космическими аппаратами при двухсуточной деятельности.

Полученные материалы открывают перспективы по контролю за функциональным состоянием и работоспособностью операторов в различных условиях профессиональной деятельности и могут найти практическое применение в тех случаях, когда деятельность операторов связана с большой ответственностью за успешность выполнения задач. Результаты исследования могут быть использованы для создания функциональной шкалы оценки утомления операторов и разработки программ психофизиологического сопровождения операторской деятельности.

ГЛАВА 5.

ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА КАК МЕТОД КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ

При обосновании мероприятий, направленных на оптимизацию приспособительных процессов, следует учитывать, что характер адапционных изменений зависит от скорости и интенсивности воздействия того или иного фактора. При разработке вопроса об использовании гипобарической тренировки (ГТ) в целях коррекции функциональных состояний необходимо иметь в виду важность дозы гипоксического воздействия, так как речь идет о сильнодействующем факторе, при избыточном воздействии которого возможны неблагоприятные последствия от замедления процесса адаптации до его срыва.

Обоснование режима ГТ обуславливает необходимость определения таких высотных и временных параметров, которые будут способствовать ускоренному развитию устойчивых форм адаптации и сводить до минимума явления ее срочной стадии. Практически это может достигаться правильным выбором начальной высоты, постепенным ее увеличением до наиболее эффективного уровня и определением оптимальной продолжительности воздействия фактора.

В доступной литературе мы не нашли сведений, касающихся использования ГТ с целью коррекции функциональных состояний человека в процессе профессиональной деятельности, а анализ работ, посвященных использованию адаптации к гипоксии для повышения устойчивости к неблагоприятным факторам среды, профилактики и лечения заболеваний, свидетельствует о том, что к настоящему времени нет единого подхода к методике проведения гипоксических воздействий. В работах многих исследователей (Сиротинин Н.Н., 1947, 1951; Агаджанян Н.А., Миррахимов М.М., 1970; Миррахимов М.М., Шогенцукова Е.А., 1975; Красюк А.Н., 1979, Лустин С.И., 1993) по изучению адаптации к горному климату с целью повышения устойчивости человека к физическим нагрузкам, лечения ряда заболеваний сердечно-сосудистой системы

и системы дыхания использовались условия средне- и высокогорья (2000–4000 м).

По мнению Ф.З. Меерсона (1981), при проведении лечебных сеансов в барокамере принцип дозирования гипоксии должен заключаться в постепенном подъеме в течение недели с уровня моря до высоты 2000–3500 м, с последующими ежедневными подъемами на эту высоту. В некоторых работах для повышения устойчивости организма к экстремальным факторам использовались подъемы в барокамере на высоты 4000–6000 м (Матов В.В., Суркина И.Д., 1965; Котовская А.Р. и др., 1968). Лечебные подъемы в барокамере проводились и на большие высоты (8500–10 000 м), однако в этом случае авторы рассчитывали не на адаптацию, а на создание гипоксического шока, что давало определенный эффект при лечении больных шизофренией (Колчинская А.З., Расин С.Д., 1953). В последнее время получил распространение метод прерывистой нормобарической гипоксии, который используется в клинической практике для профилактики, терапии и реабилитации (Караш Ю.М. и др., 1988; Коваленко Е.А., 1994; Крупко Большова Ю.А. и др., 1994). Этот метод базируется на дыхании гипоксическими смесями с содержанием кислорода 10–12%, что по уровню кислородного обеспечения соответствует нахождению на высоте 4000–5500 м.

В представленных работах лечебное гипоксическое воздействие проводилось с использованием широкого диапазона высот. Вместе с тем, по мнению многих исследователей, наиболее эффективные высоты для проведения сеансов ГТ находятся в диапазоне 3000–4000 м (Успенская Е.П., 1977; Сиротинин Н.Н., 1981; Меерсон Ф.З., 1993; Банников В.К., 1994; Григорьевских В.С., Фунин Р.Е., 1994).

В рассмотренной литературе достаточно переменными являются и такие параметры, как время пребывания в условиях гипоксии и количество сеансов, требующихся для достижения лечебного эффекта. Предлагаются различные режимы гипоксического воздействия от постоянного пребывания в условиях гипоксии в течение 1–6 недель (Малкин В.Б. и др., 1968; Катков А.Ю. и др., 1982) до курса, состоящего из 10 сеансов по 30–60 мин каждый (Хватова Е.М. и др., 1986).

В нашей работе при обосновании режима ГБГ мы исходили из следующих принципов: соответствие начальной высоты пороговому уровню воздействия гипоксии; ступенчатое, постепенное увеличение высоты до значений, при которых эффективно действуют

приспособительные механизмы; адекватность временных параметров срокам развития устойчивой адаптации.

Учитывая установленный факт, что высоты до 2000 м являются индифферентными для большинства здоровых людей (Стрельцов В.В., 1933; Маршак М.Е., 1953; Малкин В.Б., Гиппенрейтер Е.Б., 1977; Haldane J.S., Priestley J.G., 1935), в качестве начальной нами была выбрана высота, равная 1500 м. Основываясь на опыте предшествующих исследователей, показавших, что наиболее эффективные высоты для проведения сеансов ГБГ находятся в диапазоне 3000–4000 м, а также принимая во внимание то, что в пределах этих высот организм эффективно компенсирует действие гипоксии (Аполлонов А.П., Миролюбов В.Г., 1937; Бресткин М.П., 1968; Коваленко Е.А., Черняков И.Н., 1972), в качестве «рабочей» нами была выбрана высота 3500 м.

Для обоснования временных параметров гипоксического воздействия первоначально нами были разработаны и апробированы 3 режима ГТ. При всех режимах первый подъем в барокамере осуществлялся на высоту 1500 м. Высота каждого последующего подъема увеличивалась на 500 м. Пятый и все остальные подъемы выполнялись на высоту 3500 м. Барокамерные подъемы проводились со скоростью 7–10 м/с, а спуски – 5–7 м/с. Время нахождения на максимальной высоте составляло 30 мин. Курс ГТ состоял из 20 подъемов в барокамере (1 подъем в день) при 1 режиме, из 15 – при 2 режиме и из 10 барокамерных подъемов при 3 режиме.

Для оценки эффективности разработанных режимов ГТ было обследовано 36 здоровых мужчин в возрасте 18–26 лет, составивших 3 группы по 12 человек. Каждая группа проходила курс ГТ по одному из разработанных режимов. Обследование первой группы проводилось до курса, через 5, 10, 15, 20 сеансов ГТ и через 45 сут после окончания подъемов в барокамере. При каждом обследовании регистрировали показатели функции сердечно-сосудистой системы: ЧСС, АДс, АДд; системы дыхания: ЧД, ДО, МОД, ЖЕЛ, РОвд, РОв, МВЛ, ФЖЕЛ, ОФВ. При изучении показателей крови считали количество эритроцитов, лейкоцитов и лимфоцитов. Определяли показатели функциональных проб: время задержки дыхания (проба Штанге), индекс PWC_{170} (проба PWC_{170}). По индексу PWC_{170} рассчитывали МПК. Для оценки функции зрительного анализатора регистрировали: КЧСМ, ПЦВк, ПЦВз, ПЦВф. Результаты обследования представлены в таблице 25.

Изменение физиологических показателей человека при 1 режиме ГТ

Показатели	Фон	5 сеансов	10 сеансов	15 сеансов	20 сеансов	Через 45 сут
ЧСС, уд/мин	71,4 ± 2,2	74,8 ± 1,8*	77,9 ± 1,9**	65,3 ± 1,4**	64,8 ± 1,5**	69,3 ± 1,7**
АДс, мм рт. ст.	129,5 ± 3,1	125,7 ± 2,9*	127,2 ± 3,7	119,9 ± 2,4**	120,3 ± 3,0**	124,1 ± 2,3**
АДд, мм рт. ст.	80,1 ± 1,9	75,7 ± 2,3**	69,2 ± 1,8**	68,9 ± 1,7**	67,4 ± 2,0**	70,2 ± 1,9**
ЧД, цикл/мин	14,2 ± 1,2	13,8 ± 1,1	14,5 ± 1,4	13,6 ± 1,5	13,8 ± 1,2	13,2 ± 1,3
ДО, л	0,68 ± 0,07	0,71 ± 0,08	0,75 ± 0,07*	0,73 ± 0,09	0,72 ± 0,07	0,71 ± 0,10
МОД, л	9,7 ± 0,4	9,8 ± 0,5	10,9 ± 0,9	9,9 ± 0,7	9,9 ± 0,9	10,7 ± 1,1
ЖЕЛ, л	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,3 ± 0,3
РОВд, л	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,2
РОВ, л	1,5 ± 0,3	1,4 ± 0,1	1,2 ± 0,2*	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,2	1,4 ± 0,1
МВЛ, л/мин	140,1 ± 4,7	146,2 ± 5,4*	152,4 ± 4,5**	159,3 ± 6,3**	160,2 ± 5,6**	130,7 ± 5,8**
ФЖЕЛ, л	4,3 ± 0,2	4,3 ± 0,2	4,4 ± 0,1	4,3 ± 0,3	4,5 ± 0,2*	4,1 ± 0,2
ОФВ ₁ , л	3,6 ± 0,1	3,6 ± 1,2	3,5 ± 0,1	3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2	3,8 ± 0,2*
Эритроциты, × 10 ¹²	4,52 ± 0,13	4,62 ± 0,17	4,73 ± 0,14**	5,20 ± 0,11**	5,18 ± 0,09**	4,91 ± 0,15**
Лейкоциты, × 10 ⁹	4,95 ± 0,10	5,52 ± 0,13**	5,64 ± 0,19**	5,81 ± 0,17**	5,72 ± 0,21**	5,34 ± 0,16**
Лимфоциты, × 10 ⁹	1,25 ± 0,17	3,61 ± 0,12**	11,84 ± 0,19**	2,05 ± 0,15**	1,95 ± 0,16**	1,73 ± 0,18**
Лимфоциты, %	28,3 ± 2,3	29,1 ± 2,5	31,5 ± 2,1*	33,1 ± 2,0**	32,9 ± 2,4**	30,5 ± 2,4*
Проба Штанге, с	42,6 ± 1,5	58,6 ± 1,8**	66,3 ± 1,3**	68,8 ± 1,9**	69,2 ± 1,1**	62,9 ± 1,4**
РWC ₁₇₀ Вт/кг	2,52 ± 0,02	2,89 ± 0,02**	2,85 ± 0,03**	3,49 ± 0,03**	3,49 ± 0,02**	3,12 ± 0,03**

МПК, мл/мин × кг	47,0 ± 0,4	51,4 ± 0,3**	53,8 ± 0,2**	61,1 ± 0,4**	63,4 ± 0,3**	54,6 ± 0,3**
КЧСМ, Гц	44,5 ± 0,23	45,1 ± 0,34*	46,3 ± 0,29**	47,9 ± 0,22**	48,2 ± 0,30**	47,1 ± 0,27**
ПЦВк, у.е.	13,6 ± 1,0	11,9 ± 1,1**	9,8 ± 1,7**	4,8 ± 1,1**	5,1 ± 1,2**	5,6 ± 1,5**
ПЦВз, у.е.	14,2 ± 0,9	12,1 ± 1,8*	11,8 ± 1,3**	5,1 ± 0,9**	4,8 ± 1,0**	7,1 ± 1,2**
ПЦВф, у.е.	14,8 ± 1,2	11,9 ± 1,5**	11,0 ± 2,1**	5,6 ± 0,8**	5,3 ± 1,6**	6,1 ± 1,3**

Здесь и в последующих таблицах звездочками обозначена достоверность

различий по отношению к контролю:

* — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$

Анализ полученных результатов показывает, что через 5 сеансов ГТ незначительно понижались АДс и АДд, увеличивались ЧСС и МВЛ. Повышались значения показателей функциональных проб. В периферической крови наблюдался рост числа эритроцитов, лейкоцитов и лимфоцитов. Повышалась лабильность зрительного анализатора, понижался порог цветовосприятия. Через 10 сеансов ГТ сохранялся тот же характер изменений физиологических показателей, но при большей степени выраженности. Наибольшие изменения контролируемых показателей произошли к 15–20-му подъему в барокамере, причем достоверных различий между показателями функций на этих этапах не отмечалось. Изменения физиологических функций, достигнутые в результате проведенного курса ГТ, носили стойкий характер, о чем свидетельствовало обследование, проведенное через 45 сут.

Следует отметить, что в ответ на действие ГТ не все показатели физиологических систем реагировали одинаково по силе и направленности. Поэтому для установления степени влияния фактора ГТ на выходные параметры, характеризующие состояние организма, проведен однофакторный дисперсионный анализ. Рассчитывалась сумма квадратов отклонений, число степеней свободы, дисперсии параметров и их отношения, F-критерий Фишера. На основании полученных данных осуществлена рейтинговая оценка степени влияния фактора ГТ на дисперсию параметров состояния. Проведенный анализ позволил выделить ведущие показатели оценки состояния организма при ГТ: МПК, PWC_{170} , время задержки дыхания, КЧСМ (табл. 26).

Определение ведущих показателей оценки состояния организма позволило сократить объем обследования. У лиц, участвовавших в исследованиях по апробации последующих режимов ГТ, определялись показатели функциональных проб и КЧСМ. Обследования проводились до курса ГТ, сразу после его окончания и через 45 сут. Результаты, полученные при испытаниях 2 и 3 режимов ГТ, представлены в таблицах 27 и 28.

Сравнительный анализ эффективности 2 и 3 режимов показал, что проведение 15 сеансов ГТ по сравнению с 10 сеансами приводит к более значимому изменению показателей, характеризующих физиологические резервы организма. Достигнутые изменения являются более стойкими, сохраняющимися через 45 сут.

При анализе эффективности 1 и 2 режимов было отмечено, что проведение 15 и 20 сеансов ГТ приводило к выраженному расширению физиологических резервов организма, сохранявшемуся на протяжении длительного времени без статистически значимых различий.

Таблица 26

Рейтинговая оценка влияния ГТ на дисперсию физиологических показателей человека

Параметры	Степень влияния, %	Коэффициент Фишера – F
МПК, мл/мин х кг	72,25	35,801
PWC ₁₇₀ , Вт/кг	62,20	22,624
Проба Штанге, с	24,01	4,344
КЧСМ, Гц	17,30	2,877
ПЦВз, усл.ед.	7,05	1,042
ЧСС, уд/мин	5,96	0,871
ПЦВк, усл.ед.	5,81	0,847
АДд, мм рт.ст.	4,47	0,644
ПЦВф, усл.ед.	4,40	0,633
Эритроциты, × 10 ¹²	3,48	0,496
Лейкоциты, × 10 ⁹	2,51	0,355
Лимфоциты, × 10 ⁹	2,36	0,333
МВЛ, л/мин	1,55	0,216
АДс, мм рт.ст.	1,17	0,163
Лимфоциты %	0,56	0,078
МОД, л	0,29	0,039
ЖЕЛ, л	0,27	0,038
Ров, л	0,21	0,029
ФЖЕЛ, л	0,11	0,015
ДО, л	0,07	0,010
Ровд, л	0,06	0,009
ЧД, цикл/мин	0,05	0,007
ОФВ1, л	0,01	0,001

Таблица 27

Изменение физиологических показателей человека при 2 режиме ГТ

Показатели	Фон	После ГТ	Через 45 сут
МПК, мл/мин × кг	49,1 ± 0,2	62,9 ± 0,4**	53,7 ± 0,3**
PWC ₁₇₀ Вт/кг	2,66 ± 0,03	3,41 ± 0,03**	3,07 ± 0,03**
Проба Штанге, с	40,3 ± 1,7	68,3 ± 1,6**	58,8 ± 1,7**
КЧСМ, Гц	45,7 ± 0,31	48,4 ± 0,25**	47,6 ± 0,22**

Таблица 28

Изменение физиологических показателей человека при 3 режиме ГТ

Показатели	Фон	После ГТ	Через 45 сут
МПК, мл/мин × кг	48,2 ± 0,4	56,4 ± 0,2**	49,9 ± 0,5*
PWC ₁₇₀ Вт/кг	2,64 ± 0,03	2,92 ± 0,03**	2,76 ± 0,02**
Проба Штанге, с	41,9 ± 1,7	56,0 ± 1,5**	48,3 ± 1,8**
КЧСМ, Гц	44,1 ± 0,18	46,9 ± 0,19**	45,0 ± 0,24*

Полученные результаты исследования с учетом организационных и экономических факторов позволили нам считать наиболее перспективным 2 режим ГТ.

Для определения оптимального времени пребывания в условиях гипоксии в течение 1 сеанса ГТ было проведено дополнительное исследование с использованием 4 режима ГТ, который заключался в проведение 15 барокамерных подъемов на высоты 1500–3500 м по ранее описанной методике. Время пребывания на высоте было увеличено до 60 мин. Обследовано 12 здоровых мужчин в возрасте 18–22 лет. Оценка состояния организма проводилась с использованием показателей функциональных проб, которые определялись до курса ГТ, сразу после его окончания и через 45 сут. Результаты исследования представлены в таблице 29. Увеличение времени пребывания в барокамере во время сеанса ГТ приводило к несколько большему изменению показателей функциональных проб по сравнению с экспозицией в 30 мин. Однако эти изменения по сравнению с таковыми как при 1, так и при 2 режимах ГТ были статистически не значимыми.

Изменение физиологических показателей человека при 4 режиме ГТ

Показатели	Фон	После ГТ	Через 45 сут
МПК, мл/мин × кг	47,6 ± 0,2	63,0 ± 0,3**	54,5 ± 0,3**
PWC ₁₇₀ , Вт/кг	2,44 ± 0,02	3,43 ± 0,03**	3,08 ± 0,02**
Проба Штанге, с	40,5 ± 1,3	69,8 ± 1,8**	60,1 ± 1,5**
КЧСМ, Гц	45,8 ± 0,20	48,1 ± 0,28**	48,0 ± 0,31*

Таким образом, результаты исследования показали, что проведение ГТ по 2 режиму позволяет достичь выраженного и стойкого расширения физиологических резервов организма. Этот режим, не уступая по своей эффективности 1 и 4 режимам, имеет по сравнению с ними преимущества организационного и экономического характера, что дало основание считать его наиболее перспективным и использовать в последующей работе.

5.1. Гипоксическая тренировка как метод коррекции функциональных состояний

Как было отмечено выше, функциональное состояние — это совокупность характеристик и тех функций и качеств организма, которые несут наибольшую нагрузку в обеспечении профессиональной деятельности человека. Говоря о функциональных состояниях, необходимо подчеркнуть, что существующие в настоящее время представления о центральных механизмах их развития получили научное обоснование в трудах И.М. Сеченова, И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, А.А. Ухтомского, Л.А. Орбели, П.К. Анохина. Дальнейшее развитие представлений о механизмах формирования различных функциональных состояний у человека наиболее полно представлено в работах В.И. Медведева, А.Б. Леоновой, В.А. Бодрова, Н.И. Фролова, Г.М. Заракковского.

Исходя из современных представлений о формировании функциональных состояний, они могут быть классифицированы по надежности и цене деятельности на допустимые и недопустимые (Леонова А.Б., 1984; Медведев В.И. и др., 1990; Новиков В.С., Чепрасов В.Ю., 1993). Недопустимыми являются такие функциональные состояния, при которых эффективность деятельности выходит

за нижние границы заданных параметров или цена деятельности становится неадекватной.

Используя данные критерии, а также учитывая степень напряжения регуляторных механизмов гомеостаза, выделяют нормальные, патологические и пограничные функциональные состояния (Баевский Р.М., 1979; Бодров В.А., 1983; Манаенкова А.М., 1988; Новиков В.С., Деряпа Н.Р., 1992; Фролов Н.И. и др., 1992).

Здоровье и болезнь обычно рассматриваются как два качественных различных состояния организма. По определению ВОЗ здоровье – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недостатков. Это одно из многих определений здоровья, которое наиболее полно охватывает качества, его составляющие. Однако это определение не учитывает в полной мере такие качества жизнедеятельности, как работоспособность и адаптивность организма. Последнее особенно важно, так как именно с истощением и поломом адаптационных механизмов в настоящее время связывают развитие многих болезней (Баевский Р.М., 1979; Петленко В.П., Сапов И.А., 1980; Петленко В.П., 1982; Бугров С.А., Пономаренко В.А., 1987).

Другими словами, под здоровьем можно понимать состояние, основным признаком которого является соответствие физиологических систем предъявляемым к ним требованиям. Когда же требования к физиологическим системам превышают их резервные возможности, появляются условия для поломки действующих адаптивных механизмов, утраты пластичности функциональных систем. Поэтому к нормальным функциональным состояниям относятся те, при которых сохраняется заданный уровень деятельности, а ее психофизиологическая цена не превышает возможностей гомеостаза, т.е. скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма (Cannon W.V., 1929; Горизонтов П.Д., 1981). При патологических функциональных состояниях необходимая надежность деятельности не обеспечивается, а ее цена превышает возможности гомеостаза.

Пограничные функциональные состояния характеризуются снижением надежности деятельности или неадекватности ее цены параметрам гомеостаза. Исходя из данной теоретической концепции, под пограничными состояниями следует понимать функциональ-

ные состояния, возникающие в процессе адаптации организма к потребностям деятельности в измененных условиях среды и характеризующиеся неадекватностью реакций функциональных систем организма для достижения необходимых результатов в конкретных условиях деятельности. В этих состояниях правомерно выделять две зоны: с неадекватностью неспецифических изменений органов и систем (донозологические состояния) и со специфическими изменениями, характерными для конкретной нозологической формы (преморбидные состояния).

Для пограничных состояний характерно снижение устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и повышенная угроза развития заболеваний под влиянием этих факторов (Усов И.Н., 1983). Вскрывая сущность пограничных состояний, В.И. Медведев (1988) отмечал, что они характеризуют такое состояние системы, при котором ее отдельные звенья не способны адекватно обеспечить свою функцию, хотя это еще не сказывается на конечном ответе благодаря работе компенсаторных механизмов.

Дальнейшее функционирование системы в этих условиях или увеличение нагрузки на нее приведет к развитию патологического функционального состояния. В зависимости от надежности и физиологической цены деятельности пограничные функциональные состояния разделяются на допустимые и недопустимые. По мнению В.С. Новикова и др. (1989), к недопустимым следует отнести преморбидные состояния.

Работоспособность человека определяется его профессиональным опытом и подготовленностью, направленностью личности, т.е. характером потребностей, установок, мотивов деятельности, функциональным состоянием организма и величиной его резервных возможностей. Поэтому одной из важных задач медицины является управление функциональным состоянием человека путем его оценки и коррекции. При этом под коррекцией функционального состояния следует понимать комплексные воздействия на практически здорового человека, направленные на нормализацию или стимуляцию реакций организма в целях восстановления профессиональной работоспособности, ее экстренного повышения или длительного поддержания на заданном уровне (Бодров В.А., 1987).

5.2. Коррекция функционального состояния военнослужащих в начальный период военно-профессиональной адаптации

Военно-профессиональную адаптацию можно определить как процесс социально-биологического приспособления к особенностям воинской службы. Она включает в себя физиологическую адаптацию к специфическим внешним условиям, профессиональную адаптацию, социально-психологическую адаптацию, обусловленную вхождением в коллектив, условиями групповых норм поведения, стилем взаимоотношений (Вязицкий П.О. и др., 1988; Косенков Н.И., Кудрин И.Д., 1992). Исследование закономерностей военно-профессиональной адаптации показало, что в ее начальный период отмечается наибольшее напряжение функционирования физиологических систем организма. В этот период времени у военнослужащих могут наблюдаться повышенная утомляемость, нарушение работоспособности, снижение резистентности организма (Бизюк А.П., Рябинин И.Ф., 1979; Крамаренко Г.И., Рудой И.С., 1984; Новиков В.С., 1990). У молодых летчиков в процессе профессионального становления, особенно в первые месяцы их пребывания в строевых частях, отмечается ухудшение переносимости полетов, снижение функционального состояния, быстрое развитие утомления, повышенная заболеваемость (Рудный Н.М., 1985; Алпатов И.М. и др., 1986; Коршевер Н.Г., 1990).

Несомненно, что оптимизация процесса военно-профессиональной адаптации должна строиться на основе комплекса мероприятий, среди которых следует выделить управление функциональным состоянием, то есть предотвращение возможности его нарушения или коррекцию измененного состояния в процессе профессиональной деятельности.

Для обоснования возможности применения ГТ в целях коррекции функционального состояния военнослужащих в начальный период военно-профессиональной адаптации проведено исследование с участием 30 здоровых мужчин в возрасте 18–19 лет, призванных в ВС РФ из южных районов России и проходящих службу в Северо-Западном регионе. На фоне адаптации к измененным климатическим, социальным и бытовым условиям военнослужащие занимались интенсивной интеллектуальной и физической деятельностью. Обследование лиц проводилось через 1 месяц после призыва. Экспериментальная группа (15 человек) в процессе основных занятий проходила курс ГТ, состоящий из

15 подъемов в барокамере СБК-80 на высоту 1500—3500 м. Время нахождения на высоте составляло 30 мин. Контрольной группе (15 человек) проводились «ложные» подъемы в барокамере, которые по количеству и времени соответствовали реальным подъемам, проводимым экспериментальной группе. До начала барокамерных подъемов, после 5, 10, 15 сеансов и через 2 месяца после курса ГТ проводилось комплексное обследование лиц экспериментальной и контрольной групп. Оно включало определение показателей кардиореспираторной системы: ЧСС, АДс, АДд, PWC_{170} , МПК, ЧД, ДО, МОД, ФЖЕЛ, МВЛ; исследование функции зрительного анализатора: КЧСМ, ПЦВк, ПЦВз, ПЦВф.

При фоновом обследовании военнослужащие обеих групп жалоб не предъявляли, за исключением 2 человек из экспериментальной группы, отмечавших быструю утомляемость. Начиная с 6—7 подъемов в барокамере, практически все обследуемые экспериментальной группы отмечали повышение активности и настроения, ощущение бодрости.

Улучшение функционального состояния обследуемых под воздействием ГТ подтверждалось положительной динамикой физиологических показателей. Первые подъемы в барокамере сопровождались незначительным увеличением ЧСС с последующим достоверным урежением пульса после 10 подъема (табл. 30). Начиная с 5-го барокамерного подъема, наблюдалось снижение АД, причем в большей степени — диастолического. К концу курса ГТ АДс снизилось на 6%, АДд — на 13%. Индекс PWC_{170} и МПК находились в прямой зависимости от количества барокамерных подъемов и к концу курса возросли на 39 и 28% соответственно. В процессе барокамерных подъемов отмечалось незначительное снижение дыхательного и минутного объемов. Наблюдалось увеличение максимальной вентиляции легких и форсированной жизненной емкости легких.

Влияние ГТ на состояние зрительного анализатора проявлялось повышением лабильности и снижением порогов цветовосприятия. Под действием ГТ после первой недели подъемов в барокамере ПЦВк снижался на 16% относительно фонового уровня, ПЦВз — на 12%, ПЦВф — на 34%. После окончания курса ГТ ПЦВ красного, зеленого и фиолетового цветов снизились на 73, 68 и 67% соответственно. КЧСМ увеличилась на 5%.

Таким образом, проведение курса ГТ позволило значительно расширить функциональные резервы кардиореспираторной системы и зрительного анализатора обследуемых экспериментальной группы.

Изменение физиологических показателей военнослужащих экспериментальной группы
в начальном периоде военно-профессиональной адаптации

Показатели	Фон	5 сеансов	10 сеансов	15 сеансов	Через 2 месяца
ЧСС, уд/мин	72,6 ± 1,2	75,1 ± 2,0	78,4 ± 2,1*	65,1 ± 1,0*	70,2 ± 1,7
АДс, мм рт. ст.	126,3 ± 2,7	121,7 ± 3,0	125,1 ± 4,1*	119,2 ± 2,3*	115,5 ± 2,9*
АДд, мм рт. ст.	74,8 ± 1,6	70,0 ± 1,9	63,9 ± 1,5**	65,0 ± 1,8*	65,9 ± 1,5*
ЧД, цикл/мин	14,6 ± 1,0	13,9 ± 1,1	13,1 ± 0,9	14,2 ± 1,5	13,7 ± 1,2
ДО, л	0,74 ± 0,1	0,70 ± 0,1	0,76 ± 0,1	0,65 ± 0,1	0,69 ± 0,1
МОД, л	13,1 ± 1,2	11,0 ± 0,6	11,8 ± 1,2	10,7 ± 0,9	12,8 ± 1,1
ФЖЕЛ, л	4,1 ± 0,1	4,2 ± 0,2	4,4 ± 0,1*	4,5 ± 0,1*	4,2 ± 0,2
МВЛ, л/мин	136,5 ± 3,7	149,2 ± 5,4	151,6 ± 5,0*	161,1 ± 6,1*	128,3 ± 5,1
РВС ₇₀ , Вт/кг	2,41 ± 0,02	2,79 ± 0,02*	2,74 ± 0,03*	3,38 ± 0,03**	3,01 ± 0,02*
МПК, мл/мин × кг	42,8 ± 0,3	46,7 ± 0,3	46,2 ± 0,4	52,9 ± 0,4*	49,0 ± 0,4
КЧСМ, Гц	46,0 ± 0,1	46,7 ± 0,1*	47,5 ± 0,5*	48,1 ± 0,2*	48,9 ± 0,6
ПЦВк, у. е.	15,0 ± 1,0	12,5 ± 1,0	11,0 ± 2,1	4,0 ± 1,1**	3,5 ± 0,9**
ПЦВз, у. е.	14,0 ± 1,5	11,0 ± 2,0*	12,9 ± 1,2	4,4 ± 1,1**	6,0 ± 1,0**
ПЦВф, у. е.	15,1 ± 1,2	10,0 ± 1,5*	12,1 ± 2,1	5,0 ± 2,1**	5,5 ± 1,1**

В этот период времени существенных изменений в функциональном состоянии лиц контрольной группы не произошло (табл. 31). Следует отметить, что во время первых 2–3 «ложных» подъемов у лиц контрольной группы наблюдалось незначительное увеличение ЧСС, что объяснялось эмоциональной реакцией обследуемых на необычную обстановку. Начиная с 4–5-го «ложного» подъема, эта реакция исчезала, и в дальнейшем физиологические показатели обследуемых контрольной группы практически не отличались от фоновых.

Обследование военнослужащих, проведенное через 2 месяца после курса ГТ, показало, что у лиц экспериментальной группы по данным теста САН отмечались хорошее самочувствие и высокая активность. Показатели функциональных проб оставались на достаточно высоком уровне. Примечательно, что состояние функций зрительного анализатора, достигнутое к моменту завершения курса барокамерных подъемов, не только сохранилось на протяжении 2 месяцев, но и даже несколько улучшилось. У лиц контрольной группы отмечалось снижение субъективной оценки состояния. Они предъявляли жалобы на вялость, снижение активности и настроения, утомляемость, нарушение сна. У них наблюдался более напряженный характер функционирования кардиореспираторной системы.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что ГТ можно рассматривать как эффективный метод коррекции функционального состояния военнослужащих, занимающихся интенсивной интеллектуальной и физической деятельностью в начальном периоде военно-профессиональной адаптации.

Изменение физиологических показателей военнослужащих контрольной группы
в начальном периоде военно-профессиональной адаптации

Показатели	Фон	5 сеансов	10 сеансов	15 сеансов	Через 2 месяца
ЧСС, уд/мин	75,1 ± 1,9	73,9 ± 4,1	74,4 ± 1,6	74,6 ± 1,1	80,1 ± 1,8*
АДс, мм рт.ст.	119,6 ± 2,3	117,1 ± 4,2	119,8 ± 4,9*	120,0 ± 4,9	128,7 ± 2,0*
АДд, мм рт.ст.	69,4 ± 1,0	72,3 ± 1,8	70,1 ± 2,0	68,9 ± 1,5	77,8 ± 2,0***
ЧД, цикл/мин	13,1 ± 0,9	13,0 ± 1,2	14,6 ± 1,4	13,8 ± 1,1	14,9 ± 1,0
ДО, л	0,61 ± 0,1	0,60 ± 0,1	0,70 ± 0,1	0,64 ± 0,1	0,70 ± 0,1
МОД, л	13,8 ± 0,7	13,7 ± 1,2	13,0 ± 1,4	12,9 ± 0,4	13,3 ± 0,9
ФЖЕЛ, л	3,9 ± 0,2	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,2	3,9 ± 0,2	4,0 ± 0,1
МВЛ, л/мин	127,9 ± 4,8	125,7 ± 6,1	131,6 ± 5,0*	131,1 ± 4,7	125,9 ± 5,9
РWC ₁₇₀ , Вт/кг	2,46 ± 0,03	2,45 ± 0,03	2,48 ± 0,02	2,43 ± 0,03	2,31 ± 0,02*
МПК, мл/мин × кг	43,3 ± 0,3	43,2 ± 0,3	43,5 ± 0,4	42,9 ± 0,3*	41,7 ± 0,4*
КЧСМ, Гц	46,2 ± 0,3	46,1 ± 0,3	46,3 ± 0,3	46,2 ± 0,3	45,1 ± 0,3*
ПЦВк, у.е.	16,7 ± 1,1	16,3 ± 2,2	16,0 ± 1,7	16,6 ± 1,5	19,8 ± 0,9*
ПЦВз, у.е.	18,7 ± 2,0	18,0 ± 2,2	18,7 ± 2,1	17,9 ± 2,1	20,1 ± 2,7
ПЦВф, у.е.	16,1 ± 2,0	15,6 ± 1,5	16,5 ± 2,5	15,5 ± 2,5	19,1 ± 2,0

5.3. Коррекция пограничных функциональных состояний

Сохранение здоровья и высокой работоспособности человека существенно зависит от решения проблемы донозологической диагностики, т.е. распознавания пограничных состояний организма и их своевременной и эффективной коррекции. По оценке С.Б. Семичева (1982), распространенность донозологических расстройств среди населения колеблется в пределах 22–90%. По данным Л.Х. Гаркави и др. (1979), 80% людей, не относящихся к больным, находятся в состоянии хронического стресса. Если учесть, что пограничные состояния чаще всего переходят в болезнь, то их коррекция может рассматриваться как одна из важнейших профилактических задач в медицине.

Представления об обратимости пограничных состояний позволяют считать возможным восстановление профессионального здоровья и работоспособности. Нормализовать измененное функциональное состояние можно различными способами, которые целесообразно разделить на два направления. Первое направление связано с оптимизацией условий, содержания и организации деятельности, второе – непосредственное коррегирующее воздействие на организм различными методами.

Для изучения возможности использования ГТ в целях коррекции пограничных функциональных состояний обследовано 19 мужчин в возрасте 34–42 лет с различным профилем профессиональной деятельности. По данным диспансерного обследования лица не имели нозологических форм заболеваний, хотя у всех них имелись признаки пограничных состояний, выражающиеся в предъявлении жалоб на быструю утомляемость при выполнении физической работы, раздражительность, трудность засыпания, нарушение сна, головные боли, кардиалгии и другие расстройства невротического характера. Проведение функциональных проб выявило снижение толерантности к физическим нагрузкам без признаков ишемии миокарда.

Курс ГТ состоял из 15 подъемов в барокамере на высоты 1500–3500 м. Время пребывания на высоте составляло 30 мин. Перед проведением ГТ и через каждые 5 сеансов гипоксического воздействия

проводилось обследование, включающее субъективную оценку состояния (САН), исследование ЧСС, АД, МОД, пробы Штанге и PWC_{170} , КЧСМ.

Результаты исследования применения ГТ для коррекции пограничных состояний показали, что уже через 5 сеансов у большинства обследуемых отмечалось общее улучшение состояния и сна. К концу курса ГТ у всех лиц нормализовался сон, повысился общий тонус организма, снизился уровень тревожности, улучшилось самочувствие, исчезли раздражительность, головные боли, кардиалгии. Субъективное улучшение состояния сопровождалось положительной динамикой физиологических показателей. Через 5 сеансов воздействия гипоксии достоверно увеличились показатель PWC_{170} и время произвольной задержки дыхания на вдохе. На 15% возросло МПК. Изменение функционального состояния кардиореспираторной системы первоначально проявлялось в незначительном увеличении ЧСС и МОД с последующей тенденцией к снижению ЧСС и АДс (табл. 32).

Через 15 сеансов ГТ индекс PWC_{170} и МПК увеличились на 39 % и 21% соответственно, время задержки дыхания возросло на 58%. Изменение основных показателей кардиореспираторной системы проявились снижением АДс и АДд на 7 и 11% соответственно, урежением ЧСС на 11% и уменьшением МОД до исходных значений. Увеличение индекса PWC_{170} и МПК в совокупности со снижением показателей АД, урежением ЧСС и возрастанием времени задержки дыхания свидетельствовало, что увеличение физической работоспособности при ГТ происходило на фоне увеличения физиологических резервов кардиореспираторной системы.

Выявленная обратимость сдвигов физиологических показателей согласуется с современными представлениями о коррекции пограничных состояний. По классификации ВОЗ под пограничными состояниями понимаются такие нарушения гомеостатических и компенсаторных механизмов, которые характеризуются обратимостью биохимических, морфологических и функциональных сдвигов, предшествующих появлению выраженных симптомов и признаков заболевания.

**Изменение физиологических показателей в процессе
ГТ у лиц с пограничными состояниями**

Показатели	Фон	5 сеансов	10 сеансов	15 сеансов
ЧСС, уд/мин	70,1 ± 1,5	74,3 ± 2,0	66,7 ± 1,4	62,7 ± 1,6**
АДс, мм рт.ст.	128,8 ± 1,5	126,5 ± 1,8	123,1 ± 1,2**	119,6 ± 1,3***
АДд, мм рт.ст.	80,1 ± 1,0	80,0 ± 0,7	74,3 ± 1,1***	71,2 ± 1,5***
МОД, л	9,7 ± 0,6	12,1 ± 1,2	10,0 ± 1,4	9,8 ± 0,7
Проба Штанге, с	58,4 ± 4,7	67,5 ± 5,1	76,2 ± 8,3	92,3 ± 7,3***
РWC ₁₇₀ , Вт/кг	2,05 ± 0,1	2,61 ± 0,2*	2,69 ± 0,1***	2,84 ± 0,2***
МПК, мл/мин × кг	39,0 ± 1,4	44,9 ± 1,6*	45,7 ± 1,9**	47,2 ± 2,0**
КЧСМ, Гц	44,1 ± 0,8	44,9 ± 2,2	45,3 ± 2,4	46,5 ± 0,7*

Типичным примером пограничных состояний является развитие хронического утомления, появление невротических реакций и др. В этих случаях обнаруживаются нарушение сна, появление депрессивных и ипохондрических состояний. Эволюционно сложилась система, ответственная за обеспечение оптимальных условий во внутренней среде организма. Одним из важных ее компонентов является вегетативная нервная система с эрго- и трофотропными функциями. Во время действия экстремальных факторов или длительного воздействия профессиональных вредностей возникает напряжение механизмов вегетативной регуляции, которое рассматривается как этап преклинических расстройств (Менделевич Д.М., Яхин К.К., 1986).

Полученные нами данные показывают, что в процессе ГТ у лиц с пограничными состояниями купировались невротические реакции, происходила нормализация функций вегетативной нервной системы, увеличивался кислородный бюджет организма, что приводило к повышению физической работоспособности и расширению резервных возможностей кардиореспираторной системы, повышению лабильности центрального звена зрительного анализатора. Оценивая эти данные, можно заключить, что ГТ является эффективным методом коррекции пограничных функциональных состояний.

5.4. Коррекция функционального состояния летчиков после интенсивной летной работы

Для обоснования возможности применения ГТ с целью коррекции функционального состояния летчиков проведено исследование, в котором приняли участие 22 летчика-истребителя в возрасте 26–32 лет, находящихся во время проведения исследований на 10-дневном профилактическом отдыхе в профилактории летного состава. У всех летчиков перерыв между очередными отпусками составлял 11–12 месяцев, а налет за текущий год – 90–120 ч.

У 12 летчиков (экспериментальная группа) курс восстановительных мероприятий включал солнечные и водные процедуры, занятия физической подготовкой, а также проведение ГТ. 10 летчикам (контрольная группа) назначались те же восстановительные мероприятия, за исключением курса ГТ, вместо которого проводились «ложные» барокамерные подъемы.

Курс ГТ состоял из 10 подъемов в барокамере на высоту 1500–3500 м. Время пребывания на высоте составляло 30 мин. Обследование проводилось до и после курса ГТ и включало субъективную оценку состояния (САН), исследование ЧСС, АД, МОД, пробы Штанге и PWC_{170} , КЧСМ.

Результаты анкетирования, проведенного с целью выявления субъективной оценки состояния, позволили заключить, что проведение ГТ на фоне профилактического отдыха приводит к более эффективному восстановлению функционального состояния организма. Летчики, прошедшие курс ГТ, более высоко оценивали свое самочувствие, активность и настроение. Исследование функций организма у летчиков во время профилактического отдыха выявило тенденцию к снижению АД, увеличению времени произвольной задержки дыхания на вдохе, повышению физической работоспособности, лабильности зрительного анализатора. Проведение курса ГТ летчикам экспериментальной группы приводило к более выраженному восстановлению физиологических функций. В частности, АДс у них снизилось на 7%, время задержки дыхания возросло на 14%, индекс PWC_{170} и МПК увеличились на 29 и 16% соответственно, лабильность зрительного анализатора увеличилась на 6%.

Полученные данные свидетельствуют, что применение 10-дневного курса ГТ у летчиков во время нахождения в профилактории

после интенсивной летной работы приводит к более выраженному расширению функциональных резервов кардиореспираторной системы, увеличению физической работоспособности, повышению лабильности зрительного анализатора. Результаты исследования позволяют считать ГТ эффективным методом коррекции функционального состояния летчиков в комплексе восстановительных мероприятий после интенсивной летной работы.

Важнейшей задачей современной физиологии и медицины является сохранение здоровья и работоспособности людей различного профиля деятельности, прогнозирование влияния неблагоприятных факторов сред на функциональное состояние и работоспособность, а также дифференциация адаптивных изменений от предпатологических состояний. Это положение имеет большую актуальность и для авиационной и космической медицины. Анализ дисквалификации летного состава показал, что средний возраст дисквалифицируемых летчиков равен 35 годам, а по такой обширной форме, как невротические расстройства, он еще меньше, и равен 34 годам. 90% дисквалифицируемых – летчики 1–2 класса. Среди всех дисквалифицируемых 57% составляют летчики, списанные после первичного обращения в возрасте до 35 лет (Пономаренко В.А., 1990; Пономаренко В.А. и др., 1992; Ступаков Г.П., Ушаков И.Б., 1993).

Практическим результатом процесса распознавания донозологических состояний должна быть оценка функционального состояния организма и коррекция выявленных отклонений.

Существует достаточно большой арсенал современных методов, используемых для коррекции функциональных состояний: рациональная организация режимов труда и отдыха (Фролов Н.И., 1976; Кондрор И.С., 1984; Бондарев Э.В. и др., 1993), применение фармакологических средств (Бобков Ю.Г. и др., 1984; Сытник С.И., Пастушенков В.А., 1992), специальной физической подготовки (Мигачев С.Д., 1992), гипербарической оксигенации (Черняков И.Н. и др., 1992), аутогенной тренировки (Лозинский В.С., 1977; Гримак Л.П., Исаулов Ю.Ф., 1979; Мельник С.Г., Шакула А.В., 1982), электротранквилизации (Благинин А.А. и др., 1993) и др. Наиболее полно эти методы представлены в классификации В.А. Бодрова (1983), который применительно к летной деятельности выделяет следующие группы методов прямого воздействия на летчика: индивидуальная регламентация летной деятельности; активный отдых; физиолого-

гигиенические средства и методы; психогенные средства и методы; электрофизиологические методы; фармакологические средства; физические средства. Однако, учитывая, что успешная коррекция состояний зависит от ряда факторов, включая индивидуальные особенности человека, разработка новых методов коррекции функциональных состояний остается весьма актуальной.

В нашем исследовании применение ГТ приводило к купированию невротических реакций, способствовало нормализации функции вегетативной нервной системы, системной гемодинамики и показателей внешнего дыхания, увеличению физической работоспособности и максимального потребления кислорода. Следует обратить внимание на то, что в процессе ГТ, наряду с расширением функциональных резервов кардиореспираторной системы, происходила выраженная активация функции зрительного анализатора, в частности, повышение лабильности и снижение порога цветовосприятия. Несомненно, этот факт имеет большое практическое значение для лиц, занимающихся деятельностью операторского профиля (летчиков, диспетчеров, операторов комплексов и др.), так как у этих специалистов до 90% информации воспринимается через зрительный анализатор.

Таким образом, ГТ можно рассматривать как эффективный метод коррекции функционального состояния лиц, занимающихся различной профессиональной деятельностью. При этом следует отметить два важных направления. Во-первых, ГТ можно использовать в целях профилактики развития неблагоприятных состояний в процессе военно-профессиональной адаптации и в период интенсивной деятельности; во-вторых – применять ее в комплексе восстановительных мероприятий.

Результаты исследования, представленные в этой главе, позволяют заключить, что ГТ является эффективным методом коррекции функциональных состояний.

Обоснован наиболее эффективный режим ГТ для коррекции функциональных состояний. Курс ГТ состоит из 15 подъемов в барокамере (1 подъем в день). Первый подъем осуществляется на высоту 1500 м. Высота каждого последующего подъема увеличивается на 500 м. Пятый и все остальные подъемы выполняются на высоту 3500 м. Барокамерные подъемы проводятся со скоростью 7–10 м/с, а спуски – 5–7 м/с. Время нахождения на максимальной высоте составляет 30 мин. Для летного состава, находящегося в профилакто-

рии после напряженной летной деятельности, возможно проведение курса ГТ, состоящего из 10 барокамерных подъемов, однако в этом случае ГТ следует использовать в комплексе с другими мероприятиями, направленными на восстановление функционального состояния.

Установлено, что проведение курса ГТ военнослужащим в начальный период военно-профессиональной адаптации позволяет расширить функциональные резервы кардиореспираторной системы и зрительного анализатора, что способствует повышению физической работоспособности и предотвращает развитие утомления при интенсивной интеллектуальной и физической деятельности.

Применение ГТ для коррекции пограничных функциональных состояний позволяет купировать невротические реакции, нормализовать функции вегетативной нервной системы, увеличить кислородный бюджет организма, что приводит к повышению физической работоспособности и расширению резервных возможностей кардиореспираторной системы, повышению лабильности центрального звена зрительного анализатора.

Показано, что летчики, прошедшие курс ГТ во время профилактического отдыха, более высоко оценивают свое самочувствие, активность и настроение. У них наблюдаются нормализация системной гемодинамики, увеличение времени произвольной задержки дыхания на вдохе, повышение физической работоспособности, расширение функциональных резервов зрительного анализатора.

ГЛАВА 6. ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ФАКТОРАМ АВИАЦИОННОГО И КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Проблема устойчивости организма к факторам полета остается центральной в авиакосмической биологии и медицине. При выполнении полета на летательных аппаратах экипажи подвергаются воздействию ряда неблагоприятных факторов, которые условно принято делить на три основные группы. В первую группу включаются факторы, характеризующие воздушное пространство как среду обитания, вторую составляют факторы, связанные с динамикой полета, и третью – факторы, обусловленные особенностями обитания в условиях кабины летательного аппарата. Каждая группа характеризуется определенными факторами, оказывающими свое влияние на летчика и космонавта, причем их воздействие носит не изолированный, а комплексный характер и зависит от целого ряда условий: вида полета, типа летательного аппарата, характера полетного задания и многих других причин.

Силами многих научных коллективов к настоящему времени разработаны надежные и эффективные методы, средства и системы защиты организма летчика и космонавта от действия неблагоприятных факторов полета. Вместе с тем, развитие авиации и космонавтики, появление современных летательных аппаратов обуславливает актуальность изыскания новых эффективных способов повышения устойчивости организма и сохранения здоровья специалистов авиакосмического профиля.

Деятельность летчиков и космонавтов в современных условиях связана с продолжающимся закономерным усилением величины ряда неблагоприятных факторов полета и окружающей среды. Порой их интенсивность достигает критических для человека значе-

ний, т.е. фактически предела переносимости (Ступаков Г.П., Ушаков И.Б. 1993; Пономаренко В.А., 1993; Хоменко М.Н. и др., 1993).

В настоящее время обоснована концепция каскадного повышения устойчивости организма к действию факторов полета (Ступаков Г.П., Ушаков И.Б., 1993). Эта концептуальная схема включает в себя три основных направления. Первое – изучение влияния факторов полета на функциональное состояние летчика и отдаленные последствия в состоянии здоровья. Второе – профессиональный отбор и прогнозирование устойчивости организма. Третье – система медико-биологических, психофизиологических, эргономических и других мероприятий, направленных на повышение устойчивости к факторам полета.

В оценке и прогнозировании устойчивости организма человека к воздействию факторов полета на первую позицию должно выходить количественное измерение основных компонентов системы «человек – среда», т.е. количественная оценка системного ответа организма на воздействие внешних факторов; разработка количественных критериев нормирования функциональных состояний организма; формализованное выделение классов типологических состояний организма; оценка индивидуальных реакций человека на воздействие факторов среды обитания (Кузнец Е.И., Бобров А.Ф., 1993).

Проблема повышения устойчивости организма к факторам авиационного и космического полета имеет теоретические и прикладные аспекты. Первый касается исследования механизмов адаптации, компенсаторно-приспособительных реакций организма, изучения специфических процессов, обусловленных тропностью воздействующего фактора к той или иной физиологической системе и т.д. Практический аспект проблемы связан с нормированием факторов полета, оценкой эффективности средств профилактики, защитой и лечением различных нарушений.

6.1. Повышение устойчивости к статокинетическим раздражителям

Полеты на современной авиационной технике сопровождаются сложными эволюциями летательных аппаратов в пространстве и, как следствие этого, влиянием на летчика механических сил (угловых, линейных ускорений и ускорений Кориолиса), которые

воспринимаются специфическим анализатором — вестибулярным аппаратом и рядом других гравитационно зависимых органов и систем организма. При воздействии адекватных и неадекватных раздражителей на вестибулярный аппарат возникают такие явления, как нистагм, вестибуло-соматические реакции, вестибулосенсорные реакции и вестибуловегетативные расстройства.

Вестибулярный нистагм — ритмическая глазодвигательная реакция — возникает при раздражении полукружных каналов и является важным показателем состояния вестибулярной функции, широко используемым во врачебно-лётной экспертизе (Курашвили А.Е., Бабияк В.И., 1975; Лапаев Э.В., Воробьев О.А., 1982). Вестибулосоматические реакции проявляются в отклонениях туловища и конечностей при раздражении вестибулярного аппарата и играют большую роль в сохранении и поддержании равновесия тела (Хилов К.Л., 1969). Вестибулосенсорные реакции проявляются в виде различных иллюзорных ощущений ложного движения или положения в пространстве (Хилов К.Л., 1969,). Вестибуловегетативные расстройства характеризуются рядом вегетативных проявлений, ухудшением общего самочувствия и снижением работоспособности.

Под влиянием динамических факторов (разнонаправленные ускорения, оптокинетические стимулы) у отдельных лиц может возникать неблагоприятный симптомокомплекс вегетативных, двигательных и сенсорных расстройств, сопровождающийся ухудшением общего самочувствия и снижением работоспособности. Такое состояние организма называется укачиванием или болезнью движения (Копанев В.И., 1970; Комендантов Г.Л., 1983).

Частота укачивания людей различна. Во время морских плаваний, когда морская качка действует на организм человека в течение длительного времени, морской болезнью страдают около 97% лиц (Армстронг Г., 1954). Воздушная болезнь у летного состава отмечается редко, у пассажиров в зависимости от типа самолета, физического состояния и других условий ее частота колеблется от 1 до 13% (Чапек А.В., 1967; Копанев В.И., 1974). Вместе с тем, проблема укачивания особо остро стоит у курсантов начальных курсов авиационных училищ, многие из которых испытывают состояние воздушной формы укачивания при освоении авиационной техники. Указанные расстройства могут встречаться и у молодых летчиков при выполнении сложного пилотажа, а также после перенесенных

заболеваний и перерывов в летной работе (Лапаев Э.В., и др., 1982; Воробьев О.А. и др., 1993).

Одной из актуальных проблем современной авиационной и космической медицины является поиск новых методов повышения вестибулярной устойчивости летчиков и космонавтов.

Для изучения эффективности ГБГ как метода повышения специфической резистентности организма человека к вестибулярным нагрузкам и усиления компенсаторных резервов его жизненно важных систем проведено исследование с участием 58 мужчин в возрасте 17–28 лет. При проведении вестибулярного отбора с помощью метода прерывистой кумуляции ускорений Кориолиса было выделено 23 человека, у которых наблюдались вестибуловегетативные реакции III степени (тошнота, холодный пот, тахикардия, рвота), развивающиеся в течение 3 мин воздействия. Эти лица были разделены на контрольную (11 человек) и экспериментальную (12 человек) группы.

Лица экспериментальной группы проходили курс ГБГ, который состоял из 15 подъемов в барокамере СБК-80 на высоты 1500–3500 м, с временем пребывания на высоте 30 мин. Комплексное обследование испытуемых проводилось до, через 10 сеансов и после курса ГБГ. Оценивались время переносимости пробы ПКУК, время и характер повращательного нистагма, показатели кардиореспираторной системы (ЧСС, АД, ЧД, проба Штанге), пропускная способность оператора при работе по I и II программам блока «Резервы» системы «Физиолог-М». Контрольной группе вместо курса ГБГ проводилось 15 «ложных» барокамерных подъемов.

В процессе курса ГБГ все обследуемые отмечали, что у них повысились активность и общий тонус организма, улучшились самочувствие и настроение. Через 10 сеансов ГБГ время переносимости ПКУК увеличилось в 1,6 раза. Обследуемые отмечали, что выраженные вестибуловегетативные реакции при укачивании наступали у них позже, чем при фоновом обследовании. После курса ГБГ время переносимости ПКУК возросло в 2,8 раза по сравнению с фоновыми данными (табл. 33). Одновременно с увеличением вре-

мени переносимости ПКУК наблюдались выраженные изменения характеристик поствращательного нистагма. Через 10 сеансов ГБГ продолжительность нистагма уменьшилась на 8%, а после курса ГБГ – на 49%. Уменьшение времени нистагма происходило на фоне незначительного увеличения его частоты и амплитуды (табл. 34).

Таблица 33

Время переносимости пробы ПКУК, мин

Группа	Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная	2,8 ± 0,5	2,90 ± 0,30	2,70 ± 0,10
Экспериментальная	2,6 ± 0,3	4,16 ± 0,18*	7,25 ± 0,14*

Таблица 34

Изменение показателей нистагмограммы

Показатели нистагма	Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная группа			
Время, с	27,0 ± 3,8	28,3 ± 3,8	26,9 ± 4,1
Частота, с ⁻¹ (Гц)	1,14 ± 0,27	1,21 ± 0,18	1,18 ± 0,09
Амплитуда, мм	21,7 ± 0,68	19,4 ± 2,02	20,8 ± 3,28
Экспериментальная группа			
Время, с	24,1 ± 1,16	22,1 ± 1,24	12,3 ± 1,18 5
Частота, с ⁻¹ (Гц)	0,74 ± 0,17	0,82 ± 0,07	0,94 ± 0,17
Амплитуда, мм	18,2 ± 4,04	23,3 ± 3,57	22,9 ± 3,80

В процессе курса ГБГ у обследуемых наблюдалось расширение функциональных резервов кардиореспираторной системы, о чем свидетельствовало увеличение к концу курса времени задержки дыхания на 67% по сравнению с исходными данными, урежение ЧСС, понижение систолического и диастолического АД (табл. 35). В результате таких позитивных изменений у обследуемых при проведении пробы ПКУК снижалась выраженность вегетативных реакций.

Изменение показателей кардиореспираторной системы при проведении пробы ПКУК

Показатели		Фон	10 сеансов	15 сеансов
Контрольная группа				
ЧСС, уд/мин	до вращения	70,3 ± 3,5	70,0 ± 3,0	70,0 ± 1,9
	после вращения	64,5 ± 2,7	65,3 ± 1,7	69,3 ± 1,7
АДс, мм рт.ст.	до вращения	115,6 ± 2,3	118,5 ± 2,2	114,2 ± 2,0
	после вращения	124,1 ± 2,2*	125,9 ± 3,4*	123,1 ± 1,9**
АДд, мм рт.ст.	до вращения	71,7 ± 1,6	73,3 ± 1,7	70,8 ± 1,5
	после вращения	76,8 ± 1,8*	75,8 ± 2,0	76,7 ± 1,7*
ЧД, дых/мин	до вращения	13,2 ± 1,1	13,0 ± 1,0	12,8 ± 1,0
	после вращения	15,4 ± 2,0	16,1 ± 1,1*	15,9 ± 1,1*
Экспериментальная группа				
ЧСС, уд/мин	до вращения	72,1 ± 4,9	70,9 ± 5,2	68,8 ± 3,0
	после вращения	76,2 ± 3,5	74,1 ± 2,7	70,2 ± 3,3
АДс, мм рт.ст.	до вращения	121,8 ± 2,2	118,6 ± 3,3	113,5 ± 1,1
	после вращения	128,5 ± 2,2	120,0 ± 3,0	115,3 ± 1,6
АДд, мм рт.ст.	до вращения	75,5 ± 1,8	72,0 ± 3,3	65,0 ± 3,6
	после вращения	80,6 ± 1,6	73,6 ± 1,4	64,2 ± 2,0
ЧД, дых/мин	до вращения	12,1 ± 1,2	14,2 ± 1,0	16,3 ± 1,1
	после вращения	17,2 ± 1,4	15,1 ± 0,9	18,4 ± 1,8

Здесь и в таблицах 36–38 звездочками обозначена достоверность различий по сравнению с этапом до вращения: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

Расширение физиологических резервов организма, уменьшение выраженности вестибуловегетативных реакций приводили к повышению операторской работоспособности во время укачивания. Если у лиц контрольной группы пропускная способность при выполнении I и II программы блока «Резервы» системы «Физиолог-М» во время пробы ПКУК снижалась на 18–40%, то у лиц экспериментальной группы после курса ГБГ пропускная способность во время укачивания не ухудшалась (табл. 36).

Изменение скорости переработки информации при проведении пробы ПКУК, бит/с

Программы	Фон	10 сеансов	15 сеансов	
Контрольная группа				
I программа:	до вращения	2,190 ± 0,09	2,111 ± 0,09	2,017 ± 0,07
	после вращения	1,915 ± 0,08*	1,901 ± 0,08	1,657 ± 0,08**
II программа:	до вращения	1,256 ± 0,04	1,195 ± 0,07	1,248 ± 0,07
	после вращения	1,113 ± 0,05*	0,952 ± 0,07*	0,753 ± 0,05
Экспериментальная группа				
I программа:	до вращения	2,127 ± 0,09	2,146 ± 0,13	2,181 ± 0,09
	после вращения	1,849 ± 0,09*	2,156 ± 0,06	2,171 ± 0,08
II программа:	до вращения	1,226 ± 0,04	1,112 ± 0,05	1,281 ± 0,09
	после вращения	1,221 ± 0,10	1,154 ± 0,08	1,236 ± 0,10

Результаты нашего исследования, свидетельствующие о положительном влиянии ГБГ на вестибулярную устойчивость человека, согласуются с данными В.Б. Малкина и др. (1968), которые показали, что пребывание в горах на высотах 2000–4200 м в течение 27 дней приводило к существенному повышению устойчивости к вестибулярным раздражителям при проведении пробы ПКУК. Следует отметить, что в нашем исследовании повышение устойчивости при барокамерных подъемах достигалась за более короткое время.

Возникающие в полете ускорения воспринимаются всеми механорецепторами организма: отолитовыми и купулярными, проприо-, интероцепторами, кожно-механическими. Ведущая роль в генезе укачивания отводится вестибулярному аппарату. В патогенезе укачивания придается значение нарушениям взаимодействия вестибулярного аппарата с другими сенсорными системами вследствие воздействия на организм в условиях полета необычных сочетаний адекватных раздражителей органов чувств (Копанев В.И., 1974; Комендантов Г.Л., 1983; Лапаев Э.В., Воробьев О.А., 1986), возникают элементы так называемого сенсорного конфликта, при котором представление о динамике перемещения в воздушной среде не соответствуют сформированной в земных условиях нервной модели. Прежде всего специалисты

уделяют внимание нарушению зрительно-вестибулярных взаимодействий (Мешман В.Ф., 1986; Крылов Ю.В. и др., 1987; Reason J.T., 1976). Предрасположенность к укачиванию зависит от уровня возбудимости вестибулярного анализатора, от состояния вегетативных центров, особенностей индукционных корково-подкорковых взаимоотношений (Воячек В.И., 1927; Хиллов К.Л., 1969). Развитию воздушной болезни способствует воздействие на организм неблагоприятных внешних факторов, таких как гипоксия, шум, высокая температура, резкие запахи и др.

Существуют несколько направлений профилактики воздушной болезни, среди которых существенное значение придается специальной вестибулярной тренировке лиц с пониженной вестибулярной устойчивостью. В последнее время показана существенная роль неспецифического компонента адаптации в повышении устойчивости организма к действию динамических факторов полета. В качестве неспецифических адаптогенных средств используются экстракты элеутерококка, поливитамины, электротранквилизация, специальная физическая тренировка и др. (Воробьев О.А. и др., 1992; Поткин А.В. и др., 1992).

В нашем исследовании проведение курса ГБГ приводило к нормализации вегетативных функций, системной гемодинамики, оптимизации деятельности кардиореспираторной системы, повышению кислородного бюджета и увеличению физической работоспособности человека, что в целом позволяло повысить функциональные резервы жизненно важных систем, неспецифическую резистентность организма к вестибулярным нагрузкам и улучшить качество операторской деятельности.

Представленные данные позволяют оценить ГБГ как эффективный метод повышения неспецифической резистентности человека к действию статокINETических раздражителей.

6.2. Повышение устойчивости к дыханию под избыточным внутрилегочным давлением

На современных самолетах используются комплекты кислородного оборудования, которые в случаях разгерметизации кабины на высотах более 12 000 м подают кислород в дыхательные пути летчика под избыточным давлением, т.е. под давлением, превышающим окружающее атмосферное. Дыхание под избыточным давлени-

нием даже при использовании современных средств компенсации приводит к значительным изменениям физиологических функций, прежде всего дыхания, кровообращения и центральной нервной системы, что, в свою очередь, влияет на профессиональную работоспособность летчика. Под действием избыточного внутрилегочного давления происходит растяжение альвеол, увеличение объема легких (Ботвинников Б.А. и др., 1955; Пешков Е.М., 1959), нарушается ритм и глубина дыхательных движений (Облапенко П.В., 1962; Черняков И.Н., 1967), изменяется характер и структура дыхательного цикла (Иванов Д.И., Цивилашвили А.С., 1968), претерпевает изменение объем легочной вентиляции (Агаджанян Н.А. и др., 1961). Повышение внутрилегочного давления приводит к увеличению частоты сердечных сокращений, артериального давления (Жаров С.Г., 1963; Алифанов В.Н., 1970), повышению давления в правом желудочке сердца (Облапенко П.В., 1964; Попков В.Л., Черняков И.Н., 1968), происходит перераспределение крови, скопление и застой ее на периферии в экстраторакальных венах и развитие в организме циркуляторной формы гипоксии (Раев С.Ф., 1975; Зубарев А.Ф. и др., 1980; Черняков И.Н., 1983). Нарушение функций центральной нервной системы при дыхании под избыточным давлением происходит в результате сочетанного действия мощной афферентной импульсации от растянутых легких и деформированных внутренних органов и развивающегося в организме дефицита кислорода. В условиях дыхания под избыточным давлением удлиняется время выработки условного рефлекса. На энцефалограмме отмечается резкое и длительное снижение амплитуды вызванных потенциалов (Каммель Х. и др., 1975), ухудшается восприятие приборной информации, страдает функция зрительного анализатора (Соколовский Е.С., Шиманский А.Я., 1965). В исследованиях с использованием пилотажного тренажера было показано, что в основе ухудшения качества пилотирования в условиях дыхания под избыточным давлением лежит изменение структуры деятельности летчика. Наиболее типичными изменениями являются: уменьшение фиксации глаз на приборах, увеличение амплитуды движения ручкой управления. В структуре управляющих движений отмечается уменьшение количества более мелких корригирующих движений (Бондарев Э.В. и др., 1968; Максимов И.В. и др., 1973; Черняков И.Н. и др., 1976; Драгузя М.Д. и др., 1984).

К мероприятиям, направленным на повышение устойчивости летчика к дыханию кислородом под избыточным давлением, в первую очередь, следует отнести совершенствование высотного снаряжения, оптимизацию психофизиологической подготовки летчика к стратосферным полетам, а также ряд других мероприятий, способствующих расширению физиологических резервов организма, особенно сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Для обоснования применения ГБГ в целях повышения устойчивости организма к дыханию под избыточным давлением обследовано 16 здоровых мужчин в возрасте 19–22 лет.

Комплекты кислородного оборудования, работающие в режиме абсолютного давления 145 мм рт. ст., при разгерметизации кабины самолета на высотах более 12 000 м обеспечивают поддержание парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе на уровне 70 мм рт. ст. (Кузнецов А.Г., 1957; Черняков И.Н., Максимов И.В., 1971). Учитывая это, для моделирования на земле реальных условий кислородного обеспечения летчика в случае разгерметизации кабины самолета в стратосфере, для дыхания под избыточным давлением применяли гипоксические газовые смеси. Последние по создаваемому ими парциальному давлению кислорода в альвеолярном воздухе были эквивалентны таковому при дыхании чистым кислородом на высотах более 12 000 м. Расчет необходимого содержания кислорода в гипоксических смесях осуществлялся по методике, предложенной М.Д. Драгузя (1984).

Обследуемые дышали под избыточным давлением дважды. Первый раз до и второй раз – через 2–5 дней после проведения курса ГБГ. Избыточное давление составляло 2000 мм вод. ст. и создавалось с помощью кислородного прибора тренировочного КПТ-2. Для дыхания под избыточным давлением использовалась гипоксическая смесь с содержанием кислорода $11,3 \pm 0,1\%$. Время дыхания под избыточным давлением устанавливалось до 1 ч. Поводом для до-

срочного прекращения дыхания под избыточным давлением являлось наличие жалоб и объективных критериев, свидетельствующих об ухудшении самочувствия обследуемого. Внешняя компенсация избыточного давления достигалась применением высотного снаряжения, входящего в комплект кислородного оборудования ККО-5 (ГШ-6А, ВКК-6М). Курс ГБГ состоял из 15 подъемов в барокамере на высоты 1500–3500 м со временем пребывания на высоте 30 мин. До, в процессе и после дыхания под избыточным давлением регистрировались ЧСС, ЧД, время произвольной задержки дыхания на вдохе, оценивалось качество следящей деятельности и качество выполнения сложной сенсомоторной реакции по I программе системы «Физиолог-М».

Результаты проведенного исследования показали, что до курса ГБГ дыхание под избыточным давлением 2000 мм вод. ст. в течение 15 мин перенесли все обследуемые, в течение 30 мин – 91%, в течение 45 мин – 50% и в течение 60 мин – 46% обследуемых. Проведение курса ГБГ повысило переносимость дыхания под избыточным давлением. Так, после курса ГБГ дыхание под избыточным давлением в течение 15 мин перенесли все обследуемые, в течение 30 мин – 95%, в течение 45 мин – 72% и в течение 60 мин – 64% обследуемых.

Как до, так и после курса ГБГ дыхание под избыточным давлением вызывало значительное напряжение физиологических функций организма (табл. 37). По мере увеличения времени исследования наблюдалось увеличение ЧСС, ЧД, уменьшение времени задержки дыхания. Наиболее выраженное изменение указанных функций отмечалось в первые 15 мин воздействия. Проведение курса ГБГ приводило к улучшению функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной системы. Так, после курса ГБГ дыхание под избыточным давлением сопровождалось меньшим увеличением ЧСС (на 7–14%) и ЧД (на 10–17%). Обследуемые могли на 5–8% дольше задерживать дыхание.

Показатели кардиореспираторной системы человека
при дыхании под избыточным давлением

Показатели	Этап					Через 10 мин после сброса ИД
	Фон	Дыхание под ИД				
		0–15 мин	16–30 мин	31–45 мин	46–60 мин	
	До курса ГТ					
ЧСС, уд/мин	64,3 ± 2,9	95,7 ± 5,0****	103,7 ± 5,5****	111,4 ± 5,4****	114,0 ± 4,7****	72,6 ± 3,8
ЧД, циклы/мин	14,9 ± 0,7	23,7 ± 1,3****	24,6 ± 1,1****	25,1 ± 1,2****	25,7 ± 1,7****	15,7 ± 0,8
Время задержки дыхания, с	56,4 ± 3,7	16,9 ± 2,2****	16,4 ± 1,6****	14,3 ± 1,8****	13,0 ± 1,8****	53,3 ± 5,5
	После курса ГТ					
ЧСС, уд/мин	63,6 ± 1,7	90,3 ± 2,8****	95,7 ± 5,2****	102,2 ± 5,5****	103,4 ± 5,5****	65,1 ± 1,8
ЧД, циклы/мин	13,0 ± 0,5	18,4 ± 0,3****	19,0 ± 0,3****	20,0 ± 0,5****	21,1 ± 0,5****	13,3 ± 0,7
Время задержки дыхания, с	70,0 ± 3,4	24,7 ± 1,3****	24,3 ± 1,6****	24,1 ± 1,5****	21,7 ± 1,6****	69,9 ± 3,3

Дыхание под избыточным давлением приводило к нарушению операторской работоспособности (табл. 38). Наибольшее количество интегральных ошибок при выполнении задания с двухмерным компенсаторным слежением обследуемые допускали в первые минуты воздействия избыточного давления. В этот же период у них наблюдалось и наибольшее снижение пропускной способности. После проведения курса ГБГ отмечалось уменьшение количества ошибок слежения на 14–15% и повышение пропускной способности операторов на 2–8%.

Таблица 38

**Показатели качества операторской деятельности человека
при дыхании под избыточным давлением**

Показатели	Этап					
	Фон	Дыхание под ИД				Через 10 мин после сброса ИД
		0–15 мин	16–30 мин	31–45 мин	46–60 мин	
До курса ГТ						
Интегральная ошибка слеже- ния, отн. ед.	66,7 ± 4,0	102,4 ± 9,2***	88,9 ± 7,8*	89,9 ± 8,6*	89,6 ± 8,0*	71,9 ± 9,5
Пропускная способность, бит/с	1,832 ± 0,08	1,601 ± 0,05*	1,731 ± 0,10	1,754 ± 0,08	1,801 ± 0,10	1,831 ± 0,08
После курса ГТ						
Интегральная ошибка слежения, отн. ед.	55,4 ± 2,9	77,7 ± 5,1***	70,1 ± 3,8**	68,3 ± 3,9*	66,3 ± 3,0*	57,2 ± 3,4
Пропускная способность, бит/с	1,789 ± 0,06	1,704 ± 0,05	1,715 ± 0,04	1,742 ± 0,06	1,733 ± 0,04	1,783 ± 0,06

В работах О.А. Накапкина (1964), Т.Т. Джамгарова и др. (1966), М.Д. Драгузя и др. (1984), D.E. Holness et al. (1980) было показано, что переносимость дыхания под избыточным давлением зависит от уровня физического развития человека и функционального состояния кардиореспираторной системы. Дыхание под избыточным давлением лучше переносится спортсменами, занимающимися

греблей, легкой атлетикой, гимнастикой. У лиц с астенической конституцией и недостаточным физическим развитием, как правило, наблюдается более низкая устойчивость к дыханию под избыточным давлением. Такие показатели физического развития человека, как окружность грудной клетки, спирометрия, время задержки дыхания после нагрузочной пробы, находятся в высокой прямой корреляционной зависимости с устойчивостью к дыханию под избыточным давлением. Это объясняется тем, что дыхание под избыточным давлением создает большую функциональную нагрузку на сердечно-сосудистую систему, дыхательный аппарат, центральную нервную систему. В результате систематических занятий спортом увеличиваются функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, развивается мышечный аппарат, и это, в свою очередь, способствует повышению переносимости дыхания под избыточным давлением.

В предыдущей главе было показано, что проведение курса ГБГ приводит к расширению функциональных резервов кардиореспираторной системы, увеличению кислородного бюджета организма, повышению физической работоспособности. Несомненно, что такие позитивные изменения в организме обуславливают меньшее напряжение физиологических функций организма и сохранение более высокого качества операторской деятельности в условиях дыхания под избыточным давлением.

Результаты исследования позволяют рассматривать ГБГ в качестве метода повышения устойчивости человека к дыханию под избыточным давлением.

6.3. Повышение устойчивости к гравитационным воздействиям

Во время выполнения авиационных и космических полетов человек встречается с воздействиями, которые по своей величине могут значительно превышать или быть меньше силы гравитационного поля Земли и оказывать существенное влияние на его работоспособность. При полете на некоторых типах самолетов величина перегрузок может достигать более +10G и временем действия более 10 с (Burns J.W., Balldin U.I., 1983; Хоменко М.Н. и др., 1993). Еще в 1930 г. Н.М. Добротворский в книге «Летный труд» описал дей-

ствие ускорений на организм летчика и высказал мнение о том, что ведущим звеном в генезе расстройств различных функций при этом является нарушение гемодинамики. Согласно современным представлениям, в генезе многих изменений в организме при действии положительных перегрузок лежит перемещение массы циркулирующей крови из верхних отделов тела в сосуды брюшной полости и нижних конечностей (Савин Б.М., 1970; Laughlin M.H. et al., 1983).

При выполнении космического полета на человека действует целый ряд неблагоприятных факторов, среди которых одним из биологически высоко значимых является невесомость — отсутствие силы, с которой тело под влиянием тяготения давит на опору и испытывает со стороны последней ответное противодействие.

Сила тяжести, под влиянием которой протекает жизнедеятельность человека на Земле, вызывает деформацию организма в целом, его отдельных органов и смещение жидких сред в направлении вектора гравитации. Эти явления сопровождаются раздражением гравирецепторов, которые воспринимают воздействие силы тяжести и посылают в центральную нервную систему постоянный поток импульсаций.

В состоянии невесомости прекращается действие силы тяжести, что приводит к снятию в структурах организма деформации и механического напряжения. Поэтому основными причинами функциональных изменений в условиях невесомости являются: изменение афферентной импульсации с гравирецепторов; снятие гидростатического давления крови и других жидких сред организма; отсутствие нагрузки на костно-мышечную систему (Газенко О.Г., Шульженко Е.Б., 1978; Касьян И.И., 1983; Газенко О.Г. и др., 1990).

Гидростатическое давление крови является важным фактором, оказывающим влияние на функции ряда систем организма и, прежде всего, на сердечно-сосудистую систему. При переходе в состояние невесомости из-за отсутствия гидростатического давления жидких сред изменяется характер распределения деформации сосудистых областей, окружающих их тканей и жидких сред организма. Первичные сдвиги гемодинамики характеризуются перераспределением крови и других жидких сред в верхнюю часть тела. В результате в сосудистых областях ниже уровня сердца уменьшаются трансмуральное давление и растяжение стенок вен и капилляров, сосудистый объем и количество депонированной в этих участ-

ках крови. В сосудистых областях, расположенных выше уровня сердца, возникают противоположные явления (Атьков О.Ю. и др., 1990; Турчанинова В.Ф. и др., 1990).

В авиационной и космической медицине с целью определения устойчивости организма человека к гравитационному перераспределению крови и выявления адаптации церебральной гемодинамики к избыточному перераспределению крови по вектору голова – ноги и ноги – голова широко применяются ортостатическая и антиортостатическая пробы (Яруллин Х.Х. и др., 1980; Соколов В.И., 1985; Модин А.Ю., 1987; Григорьев А.И., Моруков Б.В., 1989).

Подготовка летчиков и космонавтов к полету представляет собой непрерывный процесс обучения профессиональной деятельности и развития высокой устойчивости организма к действию факторов полета. По данным А.Ф. Жернавкова (1979), примерно 20% здоровых мужчин имеют пониженную антиортостатическую устойчивость, что предопределяет существенные трудности при полетах на высокоманевренных самолетах и адаптации к невесомости.

Для изучения эффективности применения ГБГ в целях повышения ортостатической устойчивости организма человека обследовано 18 здоровых мужчин в возрасте 18–23 лет. В качестве модели гравитационного воздействия использовалась пассивная ортостатическая проба, в процессе которой обследуемые из горизонтального положения переводились в вертикальное. Через 20 мин обследуемые вновь переводились в горизонтальное положение на 3 мин, а затем на 6 мин в положение вниз головой под углом 30°. При выполнении ортостатической пробы регистрировались: ЧСС, АД, ЧД; изучалась церебральная гемодинамика методами реоэнцефалографии и доплерографии. Ортостатическая устойчивость исследовалась до и после курса ГБГ. Курс ГБГ состоял из 15 подъемов в барокамере на высоту 1500–3500 м со временем пребывания на высоте 30 мин.

Во время проведения пробы наибольшие визуальные изменения внешнего вида обследуемых отмечались во время антиортостатического положения. В этот период наблюдалось покраснение лица, набухание подкожных вен шеи, обследуемые ощущали прилив крови к голове, сухость во рту, похолодание верхних конечностей. Изменения физиологических показателей зависели от этапа проведения пробы. При переводе обследуемых из горизонтального в вертикальное положение у них наблюдалось увеличение ЧСС и АД, которые возвращались к исходному уровню через 2–3 мин после перевода в горизонтальное положение. При переводе из горизонтального положения в антиортостатическое наблюдалось урежение ЧСС, повышение АД, в большей степени диастолического.

Изучение церебральной гемодинамики показало, что при переводе обследуемых из горизонтального положения в вертикальное происходило уменьшение кровенаполнения головы, повышение тонуса венозных сосудов и некоторое понижение тонуса артериальных сосудов, в большей степени мелкого и среднего калибра. При переводе обследуемых из горизонтального положения в антиортостатическое основные изменения гемодинамики проявлялись в увеличении пульсового кровенаполнения головы, повышении тонуса артерий, в большей степени среднего и крупного калибра, незначительном увеличении тонуса венозных сосудов.

Проведение курса ГБГ, как и в предыдущих исследованиях, приводило к расширению функциональных резервов кардиореспираторной системы, повышению физической работоспособности, увеличению кислородного бюджета организма. Это способствовало повышению резистентности к ортостатическим воздействиям. Во время ортостатического положения ЧСС, АД, ЧД практически не изменялись. При антиортостатическом положении изменения физиологических показателей носили такой же характер, как и при первом исследовании, но были выражены в меньшей степени (табл. 39).

Показатели кардиореспираторной системы человека при ортостатической пробе

Показатели	Фон (горизонт.)	Положение					
		Вертикальное		Горизонтальное	Антиортостаз		Горизонтальное
		1 мин	20 мин		1 мин	6 мин	
До курса ГТ							
ЧСС, уд./мин	64,9 ± 2,1	79,1 ± 3,9**	81,3 ± 3,2***	61,0 ± 2,1	52,9 ± 2,5*	55,2 ± 3,5	59,9 ± 4,1
АДс, мм рт. ст.	118,8 ± 3,5	121,3 ± 4,7	122,9 ± 3,8	117,7 ± 4,2	25,1 ± 4,9	126,7 ± 4,6	115,9 ± 3,9
АДд, мм рт. ст.	71,1 ± 3,7	74,4 ± 4,2	75,8 ± 3,6	71,3 ± 2,9	79,9 ± 3,0*	76,3 ± 3,9	73,9 ± 3,6
После курса ГТ							
ЧСС, уд./мин	62,1 ± 3,0	65,1 ± 4,2	63,5 ± 3,9	60,1 ± 2,9	57,3 ± 3,2	59,2 ± 3,0	61,1 ± 3,4
АДс, мм рт. ст.	113,7 ± 3,2	115,2 ± 4,1	114,8 ± 4,0	114,1 ± 3,6	118,6 ± 3,9	119,0 ± 4,0	114,1 ± 3,4
АДд, мм рт. ст.	64,3 ± 3,1	64,0 ± 3,5	65,1 ± 3,4	65,2 ± 2,9	69,4 ± 3,2	69,7 ± 3,6	65,5 ± 3,0

Анализ показателей церебральной гемодинамики выявил, что сразу после перевода из горизонтального положения в вертикальное, так же, как и в первом исследовании, уменьшалось кровенаполнение головного мозга. Однако процесс восстановления происходил быстрее и к концу пребывания в ортостатическом положении реографический индекс был на 10% больше, чем при первом исследовании. В этот период времени тонус венозных сосудов был на 12% больше, чем до курса ГБГ. Изменение мозгового кровообращения при переводе обследуемых в антиортостатическое положение имело такой же характер, как и до курса ГБГ, но при меньшей степени выраженности. Так, по сравнению с первым исследованием кровенаполнение головного мозга было на 29–36% меньше, а тонус артериальных сосудов крупного и среднего калибра был на 23–27% больше при незначительном понижении тонуса мелких и средних артерий и артериол.

Результаты проведенного исследования показали, что ортостатическая проба приводила к выраженной нагрузке на сердечно-сосудистую систему. Полученные данные об изменениях вегетативных функций и мозгового кровообращения во время вертикального и антиортостатического положений совпадали с описанными в литературе (Яруллин Х.Х., 1980; Соколов В.И., 1985).

Исходя из существующих критериев переносимости ортостатической и антиортостатической нагрузок, изменения физиологических показателей у обследуемых до курса ГБГ свидетельствовали о хорошей переносимости данных функциональных проб. Проведение курса барокамерных подъемов позволило расширить функциональные резервы организма и повысить резистентность к гравитационному перераспределению крови.

Учитывая высокую значимость гравитационных нарушений гемодинамики в общей структуре нарушений функционального состояния космонавта при действии невесомости, можно полагать, что проведение курса ГБГ будет способствовать сохранению его более высокого функционального состояния в остром периоде адаптации к факторам полета.

Ортостатическую пробу можно рассматривать как методику, моделирующую воздействие перегрузки, обусловленной гравитационным полем в одну единицу с направлением действия «голова – ноги». Учитывая, что проведение курса ГБГ способствовало повышению

устойчивости обследуемых к нарушениям гемодинамики не только во время антиортостатической пробы, но и при проведении ортостатического воздействия, можно рассматривать данный метод и для повышения устойчивости летчиков к действию перегрузок. Эти результаты нашей работы совпадают с результатами, полученными в работе П.В. Васильева, Н.Н. Угловой (1968), которые показали, что дыхание гипоксическими газовыми смесями с постепенно нарастающей степенью выраженности гипоксии повышало устойчивость животных к действию поперечно направленных перегрузок, а также с работой А.Р. Котовской и др. (1968), которые установили, что пребывание в горах на высотах от 2000 до 4500 м в течение 4 недель приводило к повышению устойчивости к перегрузкам в среднем на 1,7 ед.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют рассматривать ГБГ как метод повышения устойчивости организма к гравитационным воздействиям.

Повышение устойчивости организма к влиянию неблагоприятных факторов среды может достигаться повторным систематическим специфическим воздействием. Современный уровень знаний позволяет предложить общие принципы повышения устойчивости к неблагоприятным факторам полета, основанные на представлениях о функциональной адаптации организма и роли в этом процессе специфичности раздражителя: повторные систематические воздействия специфического фактора как необходимое условие функциональной адаптации; постепенное нарастание интенсивности и длительности воздействия фактора; индивидуализация интенсивности и длительности воздействия соответственно функциональному состоянию организма (Гуровский Н.Н., 1987).

Вместе с тем, в авиакосмической биологии и медицине, в целом в экстремальной физиологии хорошо известен феномен так называемого перекрестного повышения устойчивости к действию стресс-факторов. Поэтому вторым важным путем повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам полета, широко используемым в практике, является управляемое воздействие неспецифическими факторами, такими как гипоксия, физические упражнения, водные процедуры и др.

Функциональные резервы кардиореспираторной системы во многом определяют устойчивость человека к факторам внешней среды.

Это обусловлено тем, что на макроуровне она является универсальным связующим звеном между органами и системами организма.

Еще около 20 лет назад В.В. Париным была выдвинута концепция о сердечно-сосудистой системе как об индикаторе адаптационных реакций целостного организма (цит. по Казначееву В.П. и др., 1980).

Применение ГБГ позволяет в значительной степени расширить функциональные возможности кардиореспираторной системы в частности и организма в целом, что является определяющим моментом повышения устойчивости человека к действию неблагоприятных факторов. Об универсальности гипоксии как фактора повышения неспецифической резистентности организма свидетельствуют исследования, в которых было показано, что адаптация к недостатку кислорода приводит к повышению устойчивости к гипокинезии (Васильев П.В. и др., 1971), высоким и низким температурам (Петрухин В.Г., Пинчук В.М., 1958; Фенстер Г.С., 1960), действию ионизирующего излучения (Григорьев Ю.Г. и др., 1981), физической работоспособности (Кавелич В.Б., 1987). В нашей работе показано, что проведение курса ГБГ приводит к повышению устойчивости организма к статокINETическим воздействиям, дыханию под избыточным давлением, условиям измененной гравитации.

Наряду с использованием технических средств защиты, применением специфических методов тренировки организма, ГБГ следует рассматривать как составное звено в общей системе мероприятий, направленных на повышение устойчивости летчиков и космонавтов к неблагоприятным факторам полета за счет активации неспецифических механизмов резистентности человека.

Результаты исследования, представленные в данной главе, позволяют рассматривать ГБГ как метод повышения устойчивости организма к факторам авиационного и космического полета.

Установлено положительное влияние ГБГ на вестибулярную устойчивость человека. Проведение курса ГБГ приводило к увеличению времени переносимости пробы ПКУК в 2,8 раза, купированию выраженных вестибуловегетативных реакций, уменьшению времени поствращательного нистагма на 49% на фоне незначительного увеличения его частоты и амплитуды. Расширение физиологических резервов организма, уменьшение выраженности вестибуловегетативных реакций способствовало повышению операторской работоспособности во время укачивания.

Обосновано применение ГБГ в целях повышения устойчивости человека к дыханию под избыточным давлением. После проведения курса ГБГ число лиц, перенесших дыхание под избыточным давлением 2000 мм вод. ст. в течение 30 мин, увеличивалось на 4%, в течение 45 мин – на 22% и в течение 60 мин – на 18%. Дыхание под избыточным давлением сопровождалось меньшим увеличением ЧСС (на 7–14%) и ЧД (на 10–17%). Обследуемые могли на 5–8% дольше задерживать дыхание. Отмечалось улучшение качества операторской деятельности: следящей – на 14–15% и сложной сенсорной – на 2–8%.

Выявлено, что проведение курса барокамерных подъемов позволило расширить функциональные резервы организма и повысить резистентность к гравитационному перераспределению крови. При проведении ортостатической и антиортостатической проб после курса ГБГ наблюдалось меньшее напряжение функции кардиореспираторной системы. Во время ортостатической пробы отмечалось улучшение кровенаполнения головного мозга на 10%, чему способствовало повышение тонуса церебральных сосудов. Во время антиортостатического положения прилив крови к голове снижался на 29–36% за счет повышения тонуса артериальных сосудов крупного и среднего калибра при незначительном понижении тонуса мелких и средних артерий и артериол.

ГЛАВА 7. ГИПОБАРОТЕРАПИЯ В СОХРАНЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ

Специфика профессиональной деятельности летного и инженерно-технического состава оказывает влияние на частоту возникновения, характер и особенности клинического течения различных заболеваний.

Анализ литературы свидетельствует, что в общей заболеваемости летного состава наибольший удельный вес (60%) составляют болезни внутренних органов, среди которых первое место занимают болезни сердечно-сосудистой системы. В последнее время заболевания сердечно-сосудистой и нервной систем, болезни желудка и двенадцатиперстной кишки стали чаще отмечаться у лиц молодого возраста, что связывают с высокими нервно-эмоциональными нагрузками в полете. Более 60% летчиков, дисквалифицированных по заболеваниям внутренних органов, моложе 40 лет (Артамонов Н.Н. и др., 1986). Из заболеваний сердечно-сосудистой системы у летного состава отмечается широкое распространение атеросклероза и развивающейся в связи с этим ишемической болезни сердца (Mason J.K., 1962; Carter E., Bang Z., 1974). По данным Г.И. Дорофеева и Ю.Ф. Удалова (1979), ишемическая болезнь сердца, атеросклеротический кардиосклероз и связанные с ними нарушения ритма сердца являются причиной полной дисквалификации в 35% случаев. Заболевания, проявляющиеся артериальной гипертензией, занимают второе место среди болезней терапевтического профиля и являются причиной дисквалификации летного состава в 13% случаев. В этой группе ведущими заболеваниями являются нейроциркуляторная дистония и гипертоническая болезнь (Разсолов Н.А. и др., 1993). В общей структуре заболеваемости летного состава велика доля болезней желудочно-кишечного тракта, среди которых наиболее важное значение имеет язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Летный состав заболевает язвенной болезнью в большинстве случаев (60%) в возрасте 31–40 лет при стаже летной работы 11–20 лет (Власов В.Д., 1982). Болезни нервной системы среди основных причин дисквалификации летного состава составляют около 12%.

Особенности и причины заболеваний инженерно-технического состава связаны с такими факторами, как работа на открытом воздухе в любых погодных условиях, большое нервно-эмоциональное напряжение, нарушение режима труда и отдыха. В целом, заболеваемость этих лиц в 1,5 раза выше, чем у офицеров тыла.

7.1. Гипобаротерапия летного состава с артериальной гипертензией

Нейроциркуляторная дистония (НЦД) по гипертензивному типу – одно из часто встречающихся заболеваний. По данным ВОЗ, артериальной гипертензией страдает не менее 8% взрослого населения. НЦД является одной из ведущих патологий в структуре заболеваемости летного состава. По данным В.П. Буянова (1966), Н.Н. Артамонова и др. (1986), среди заболеваний сердечно-сосудистой системы у кандидатов в космонавты, а также у летчиков и штурманов частей авиации наиболее часто встречающимися являются нейроциркуляторная дистония по гипертензивному типу и гипертоническая болезнь. Следует отметить, что эти заболевания часто встречаются у лиц молодого возраста. Так, среди пилотов гражданской авиации, больных НЦД, лица в возрасте до 30 лет составляют 72%, при этом возвращаемость к профессиональной деятельности составляет 35% (Семенов Б.Х., 1986). По данным ЦВЛК ГА (1993), средний возраст пилотов, освобожденных от летной работы по причине НЦД, составляет 33 года. НЦД является не только фактором риска в летном долголетии, но и причиной ухудшения качества профессиональной деятельности. По данным Р.А.Вартбаронова и др. (1991), у летчиков с НЦД значительно понижается устойчивость к пилотажным перегрузкам.

Широкая распространенность заболевания, приводящая к нарушению профессиональной деятельности и снижению летного долголетия, а также не всегда достаточная эффективность традиционной терапии обуславливают поиск новых лечебных методов, предусматривающих активацию защитных сил и расширение функциональных резервов организма.

Для обоснования терапевтических возможностей ГБГ обследовано 68 военнослужащих (в том числе 16 летчиков) в возрасте от 18 до 34 лет, поступивших в клиники военно-полевой терапии и общей

терапии № 2 с диагнозом НЦД по гипертензивному типу. Больные были разделены на 2 группы. Экспериментальную группу составили 38 человек со средним возрастом 31,2 года и продолжительностью заболевания 3,4 года, которым проводился курс лечения ГБГ.

Курс ГБГ состоял из 15 подъемов в барокамере СБК-80 на высоту 1500–3500 м со временем пребывания на высоте 30 мин. Курс лечения ГБГ начинали спустя 3–5 дней после поступления больных в клинику, проведения необходимого обследования и определения устойчивости артериальной гипертензии.

В контрольную группу вошли 30 человек со средним возрастом 29,3 года и длительностью заболевания 2,5 года, которым осуществлялась медикаментозная терапия, а вместо курса курса ГБГ проводились «ложные» барокамерные подъемы.

Все больные находились на госпитальном режиме и диете.

Комплексное обследование включало изучение гемодинамики (механокардиография, реография), физической работоспособности (велозргометрия), липидного и минерального обменов. Определялись: ЧСС, АДс, АДд, среднее АД (АДср), удельное периферическое сопротивление (УПС), индекс PWC_{170} , МПК, уровень триглицеридов, холестерина, β -липопротеидов, натрия, калия и кальция в сыворотке крови. Обследование проводилось до, через 5 сеансов и после окончания курса ГБГ.

При поступлении в клинику все больные предъявляли жалобы на периодические головные боли, головокружение, расстройство сна, раздражительность, быструю утомляемость при выполнении умственной и физической работы.

Во время первых барокамерных подъемов у ряда больных наблюдалось незначительно выраженное нервно-эмоциональное напряжение, обусловленное необычными условиями пребывания в барокамере. Несколько увеличивались ЧСС и минутный объем дыхания (МОД). К 3–4-му подъему симптомы эмоционального напряжения исчезали, ЧСС и МОД уменьшались до исходных значений. Через 5 сеансов ГБГ у 70% больных нормализовался сон, исчезли общая слабость, головные боли, головокружение, раздражительность. У 30% больных улучшился сон, снизилась интенсивность головных болей, повысился тонус организма. У всех больных отмечалась тенденция к снижению ЧСС, на 20% уменьшилось АДс, на 6% – АДд, на 8% – АДср, показатель PWC_{170} возрос на 16%, МПК – на 25% (табл. 40).

У больных контрольной группы, получавших медикаментозную терапию, головные боли и головокружение исчезли полностью только у 26% лиц, нарушение сна – у 32%, общая слабость – у 35%. Изменения гемодинамики имели такую же направленность, как и у пациентов экспериментальной группы, но при значительно меньшей степени выраженности. Снижение артериального давления было нестабильным. Только у 60% больных отмечалось увеличение физической работоспособности.

Таблица 40

Изменение показателей сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности у больных НИЦ по гипертензивному типу в процессе курса ГБГ

Показатели	Фон	5 сеансов	15 сеансов
Контрольная группа			
ЧСС, уд/мин	69,6 ± 1,8	74,1 ± 2,0	73,5 ± 0,9
АДс, мм рт.ст.	88,6 ± 2,4	85,1 ± 2,2	82,4 ± 1,9
УПС, у. е.	15,9 ± 1,5	14,9 ± 1,6	13,8 ± 1,8
PWC ₁₇₀ , Вт/кг	1,96 ± 0,2	2,09 ± 0,2	3,23 ± 0,2*
МПК, 77,0 мл/мин/кг	35,9 ± 1,4	39,8 ± 2,0	45,7 ± 1,5
Экспериментальная группа			
ЧСС, уд/мин	67,2 ± 0,6	65,3 ± 0,7	60,9 ± 0,4*
АДс, мм рт.ст.	90,0 ± 2,8	82,9 ± 2,1	77,5 ± 1,3**
УПС, у.е.	16,7 ± 1,7	15,0 ± 1,4	11,3 ± 1,0*
PWC ₁₇₀ , Вт/кг	1,89 ± 0,1	2,14 ± 0,2*	2,39 ± 0,2**
МПК, 77,0 мл/мин/кг	35,5 ± 1,5	44,7 ± 1,6*	52,0 ± 2,2*

К концу курса лечения практически у всех больных экспериментальной группы нормализовалось самочувствие, снизились: на 9% – ЧСС, на 24% – АДс, на 18% – АДд, на 14% – АДср. На 32% уменьшилось УПС. Индекс PWC₁₇₀ увеличился на 30%, а МПК – на 46%. В контрольной группе 92% пациентов оценивали самочувствие как нормальное. У всех снизилось артериальное давление, но стабилизировалось на более высоком уровне по отношению к больным первой группы. УПС уменьшилось только на 13%. По сравнению с экспериментальной группой у лиц контрольной группы в меньшей степени возросла физическая работоспособность. Так, увеличение показателей PWC₁₇₀ и МПК произошло на 14 и 27% соответственно.

Следует отметить, что у 6 человек экспериментальной группы достигнутый лечебный эффект к концу курса ГБГ был менее выражен, чем в целом по группе. У этих лиц артериальное давление отличалось нестабильностью и было на 5–10 мм рт. ст. выше среднегрупповых значений, а индекс PWC_{170} и МПК были на 10–12% ниже. Для достижения более стойкого лечебного эффекта этим лицам дополнительно было проведено еще 5 барокамерных подъемов, что привело к стабилизации АДс на уровне $120,4 \pm 4,4$ мм рт. ст. и АДд – $74,1 \pm 2,8$ мм рт. ст., а также к повышению физической работоспособности.

Исследование липидного обмена показало (табл. 41), что у больных экспериментальной группы под воздействием ГБГ уровень триглицеридов, холестерина, β -липопротеидов в сыворотке крови снизился на 27%, 26% и 23% соответственно, на 7% снизился уровень натрия. В контрольной группе значимых изменений этих показателей не произошло.

Таблица 41

Изменение показателей липидного и минерального обменов у больных НЦД по гипертензивному типу в процессе курса ГБГ

Показатели	Фон	15 сеансов
Контрольная группа		
Триглицериды, ммоль/л	$1,3 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,2^*$
Холестерин, ммоль/л	$4,2 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1^*$
β -липопротеиды, усл.ед	$421,1 \pm 26,0$	$412,0 \pm 21,1$
Натрий, ммоль/л	$140,3 \pm 0,6$	$137,9 \pm 0,8$
Калий, ммоль/л	$4,6 \pm 0,1$	$4,5 \pm 0,3$
Кальций, ммоль/л	$2,0 \pm 0,01$	$2,2 \pm 0,01$
Экспериментальная группа		
Триглицериды, ммоль/л	$1,1 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,1^{**}$
Холестерин, ммоль/л	$4,6 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2^*$
β -липопротеиды, усл. ед	$415,5 \pm 29,8$	$318,2 \pm 19,7^*$
Натрий, ммоль/л	$143,1 \pm 0,8$	$134,5 \pm 0,9^*$
Калий, ммоль/л	$4,3 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,1$
Кальций, ммоль/л	$2,1 \pm 0,02$	$2,2 \pm 0,03$

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности ГБГ для лечения больных НЦД по гипертензивному типу даже в тех случаях, когда традиционный метод лечения является недостаточно действенным. Представленное клиническое наблюдение демонстрирует это положение.

Больной К., 22 лет поступил в клинику с жалобами на головную боль, головокружение, общую слабость, сердцебиение. Заболел в возрасте 19 лет. Артериальное давление периодически повышалось до 170/110 мм рт. ст., особенно на фоне нервно-эмоционального напряжения. Неоднократно лечился амбулаторно и 5 раз стационарно. Проводилось лечение β -адреноблокаторами, спазмолитическими препаратами, диуретиками психотропными средствами. При поступлении в клинику пульс 68 уд/мин, АД 165/110 мм рт. ст., признаков органической патологии сердечно-сосудистой системы не выявлено. УПС – 19,1 усл. ед., PWC_{170} – 1,69 Вт/кг, МПК – 32,2 мл/мин/кг. Диагностирована НЦД по гипертензивному типу. Лечение: режим, диета, 15 сеансов ГБГ. Через 5 сеансов ГБГ головная боль и сердцебиение исчезли, пульс – 64 уд/мин, АД – 135/90 мм рт.ст. К окончанию курса ГБГ жалоб не предъявлял, пульс – 62 уд/мин, АД стабилизировалось на уровне 125/80 мм рт. ст., УПС – 12,7 у.е., PWC_{170} – 2,23 Вт/кг, МПК 47,1 мл/мин/кг. При амбулаторном обследовании через 6 мес. после курса ГБГ жалоб не предъявлял, пульс – 64 уд/мин, АД – 125/75 мм рт. ст.

Согласно современным представлениям, НЦД – это полиэтиологическое заболевание, в формировании которого участвует ряд факторов, чаще хронические и острые психоэмоциональные воздействия, физическое перенапряжение, профессиональные вредности. Большинство клинических проявлений этого заболевания зависят от вегетативных нарушений (лабильность артериального давления и пульса, склонность к тахикардии, расстройства сосудистого тонуса, различные периферические вазомоторные реакции).

Основные симптомы НЦД обусловлены нарушением нейрогуморальной регуляции систем организма. Данное заболевание может быть отнесено к болезням адаптации или так называемым дисрегуляторным висцеропатиям. В работе А.М. Вейна (1981) было показано, что неблагоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему отрицательных эмоций, длительного физического перенапряжения реализуется через симпатико-адреналовый отдел вегетативной

нервной системы, при этом у больных НЦД выявляется симпатикотония в сочетании с недостаточной инактивацией катехоламинов (Маколкин В.И., Аббакумов С.А., 1985). В генезе гипертензионного синдрома при НЦД могут иметь значение сдвиги показателей кислотно-основного состояния и обусловленные ими изменения ряда электролитов (натрия, калия, кальция). Больные НЦД более чувствительны к сдвигам кислотно-основного состояния, чем здоровые, и реагируют на них симпатико-адреналовой стимуляцией.

Известно, что лечение больных НЦД представляет далеко не простую задачу. В связи с этим использование ГБГ в лечении этого заболевания является перспективным методом. Адаптация к гипоксии, развивающаяся в процессе ГБГ, закономерно приводит к развитию в регуляторных системах позитивных изменений. При сформировавшейся адаптации к гипоксии снижается активность симпатической нервной системы и активность функций щитовидной железы (Красновская И.А., 1974; Калужный И.Г. и др., 1976). Вырабатывается неспецифическая резистентность к стрессовым воздействиям. Увеличивается мощность и одновременно экономичность функционирования аппарата внешнего дыхания и кровообращения (Малкин В.Б., Гиппенрейтер Е.Б., 1977). Нормализуется обмен катехоламинов (Меерсон Ф.З., 1977). Адаптация к гипоксии приводит к развитию гипоальдостеронизма, проявляющегося снижением синтеза альдостерона, уменьшением активности и размеров супраоптических ядер гипоталамуса (Красновская И.А., 1974). Таким образом, при лечении НЦД по гипертензивному типу ГБГ воздействует на основные звенья патогенеза заболевания и обуславливает повышение устойчивости сердечно-сосудистой системы к нагрузкам, понижение чувствительности адренорецепторов к адренэргическим воздействиям, адекватную инактивацию и нормализацию обмена катехоламинов, коррекцию кислотно-щелочного равновесия, устойчивое снижение концентрации натрия в тканях.

Результаты нашего исследования показывают, что в процессе курса ГБГ у больных НЦД без применения медикаментозных средств улучшалось самочувствие, исчезали жалобы, снижалось артериальное давление, нормализовалась системная гемодинамика, расширялись физиологические резервы кардиореспираторной системы, повышалась физическая работоспособность. Как

отмечалось выше, проведение 15 сеансов ГБГ обеспечивало достижение клинического эффекта у 84% обследуемых. Остальным больным (16%) потребовалось продление курса до 20 подъемов в барокамере. Поэтому в зависимости от индивидуальных особенностей реакции организма на ГБГ при лечении больных с НЦД по гипертензивному типу следует рекомендовать курс ГБГ, состоящий из 15–20 барокамерных подъемов. Следует отметить, что отличий в лечебном эффекте ГБГ между летчиками и остальными больными выявлено не было. У лиц, прошедших курс ГБГ, отмечалось понижение уровня триглицеридов, холестерина, β -липопротеидов в сыворотке крови. Эти данные свидетельствуют о значимости ГБГ в профилактике атеросклероза и совпадают с результатами, полученными в исследованиях Ф.З. Меерсона (1993), который наблюдал в процессе адаптации к гипоксии положительную динамику метаболизма липидов у мужчин, имевших значительный избыточный вес и увеличенный индекс атерогенности. Важно подчеркнуть, что во время барокамерных подъемов выраженное снижение уровня холестерина, триглицеридов, β -липопротеидов мы наблюдали и у летчиков. Этот факт имеет весьма важное значение, так как многие исследователи отмечают широкое распространение среди летного состава атеросклероза и развитие в связи с этим ишемической болезни сердца (Крапивницкая Т.А., 1994; Glanz W.M., Stenbridge V.A., 1959; Mason J.K., 1962). Поэтому ГБГ следует рассматривать не только как эффективный метод лечения летчиков с НЦД по гипертензивному типу, но и как метод профилактики факторов риска ишемической болезни сердца, повышения профессиональной работоспособности летчиков и продления летного долголетия.

7.2. Гипобаротерапия больных с бронхиальной астмой

Бронхиальная астма относится к распространенным и весьма тяжелым заболеваниям. За последние два-три десятилетия в нашей стране и за рубежом количество больных бронхиальной астмой увеличилось в 2–10 раз, и в настоящее время этим заболеванием страдает 3–5% взрослого населения, причем основной контингент больных составляют лица наиболее активного возраста (Шогенцукова Е.А., 1986; Комаров Ф.И. и др., 1990). По данным Г.Б. Фе-

досеева и др. (1977), 5–10% взрослого населения имеют состояние предастмы. У этих лиц в 18% случаев, несмотря на лечение, состояние предастмы переходит в состояние астмы. Интенсивный рост количества больных бронхиальной астмой связан с ростом аллергизации населения, загрязнением воздушной среды, увеличением в промышленности химического производства, широким использованием антибиотиков, сывороток и т.д.

Трудность лечения бронхиальной астмы в значительной мере объясняется не только многообразием индивидуальных клинических проявлений, но и аллергизирующим действием многих лекарственных препаратов, а также отсутствием надежных методов прогнозирования аллергических осложнений при назначении медикаментозной терапии (Миррахимов М.М. и др., 1983). Это обуславливает актуальность поиска и разработки новых немедикаментозных способов лечения данного заболевания.

Для изучения эффективности ГБГ как метода лечения бронхиальной астмы обследовано 53 человека (в том числе 18 военнослужащих). У обследуемых мужчин в возрасте 23–41 лет имелась, согласно классификации А.Д. Адо, П.К. Булатова (1969), бронхиальная астма инфекционно-аллергической формы легкой и средней степени тяжести. Длительность заболевания составляла от 1 до 8 лет. До развития бронхиальной астмы большинство лиц переносили различные воспалительные заболевания органов дыхания. Первичный приступ бронхиальной астмы у подавляющего большинства больных возник на фоне острого или обострения хронического воспалительного процесса органов дыхания. Все больные в прошлом получали медикаментозное лечение: антибактериальная терапия, бронхолитические препараты. Практически все лица поступали на лечение в фазе затихающего обострения бронхиальной астмы и проходили курс ГБГ амбулаторно.

При выборе режима ГБГ мы исходили из данных М.М. Миррахимова и др. (1983), Ф.З. Меерсона (1993), которые для лечения больных бронхиальной астмой применяли курс, состоящий из 22–25 барокамерных подъемов на высоты до 3500 м. В нашем исследовании курс ГБГ состоял из 25 подъемов в барокамере на высоты 1500–3500 м. Время пребывания на высоте составляло 30 мин.

До, во время и после курса ГБГ проводилось комплексное обследование больных, которое включало изучение показателей: функ-

ции внешнего дыхания (спирография), сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АДс, АДд), системы крови и иммунитета.

После первых подъемов у большинства больных наблюдалось заметное улучшение самочувствия. Отмечалось облегчение дыхания, уменьшался кашель, улучшался сон. Практически все больные отмечали, что на высоте дыхания становится свободнее, исчезает одышка. В дальнейшем, по мере лечения самочувствие и состояние больных продолжали улучшаться. К 18–20-му подъему приступы бронхиальной астмы прекращались полностью или становились значительно более редкими, исчезала одышка при физической нагрузке, прекращался кашель, отпадала необходимость в приеме бронхолитических средств.

Следует отметить, что проведение курса ГБГ, состоящего из 25 подъемов, приводило к выраженному клиническому эффекту у 46 человек (87%). У 2 человек (4%) выраженный клинический эффект наступал через 20 сеансов ГБГ. Для 5 больных (9%) в целях достижения более выраженного лечебного эффекта курс ГБГ был продлен до 30 сеансов.

Субъективные изменения состояния больных сопровождалось положительной динамикой физиологических показателей. До проведения курса ГБГ у больных наблюдалось незначительное снижение, относительно должных величин (на 5–12%), показателей дыхательных объемов: ЖЕЛ, ДО, РОв, РОвд и выраженное (на 31–44%) снижение показателей форсированного выдоха и вдоха: ФЖЕЛ, ОФВ₁, ПОСв, ПОСвд (табл. 42). К 10-му подъему практически у всех больных увеличивались такие показатели внешнего дыхания, как МВЛ, ФЖЕЛ, ОФВ 41 0, ПОСв, ПОСвд. К концу курса ГБГ эти показатели возрастали еще в большей степени и достигали должных значений на 78–85%. Показатели дыхательных объемов в процессе курса ГБГ изменялись незначительно.

В процессе барокамерных подъемов после незначительного увеличения наблюдалось снижение ЧСС на 15% относительно исходных значений (табл. 43). К концу курса ГБГ понизились АДс на 8% и АДд на 17%.

Динамика показателей периферической крови в процессе ГБГ характеризовалась увеличением количества эритроцитов и незначительным снижением количества лейкоцитов (см. табл. 43). К концу курса ГБГ количество эозинофилов снизилось в 2,5 раза. Изменение количества нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов не было статистически значимым.

Таблица 42

Изменение показателей функции внешнего дыхания у больных бронхиальной астмой в процессе курса ГБГ, % от должных величин

Показатели	Фон	5 сеансов	10 сеансов	15 сеансов	20 сеансов	25 сеансов
ЖЕЛ, л	93,5 ± 2,6	93,2 ± 3,4	94,5 ± 3,1	96,1 ± 2,8	97,9 ± 4,9	95,3 ± 3,8
ДО, л	94,6 ± 4,2	92,1 ± 4,2	93,9 ± 4,0	92,0 ± 4,1	89,5 ± 3,7	95,1 ± 3,5
Ров, л	89,4 ± 4,3	91,2 ± 3,1	90,1 ± 2,9	88,2 ± 5,0	89,7 ± 4,8	91,6 ± 4,3
Ровд, л	87,2 ± 5,1	88,3 ± 3,8	91,3 ± 4,2	92,3 ± 3,8	90,7 ± 3,1	92,2 ± 3,2
МВЛ, л/мин	90,4 ± 5,7	96,8 ± 4,5	95,2 ± 5,7	98,3 ± 4,4	95,4 ± 5,7	102,2 ± 5,2
ФЖЕЛ, л	69,1 ± 4,5	73,7 ± 5,1	79,8 ± 6,8	82,2 ± 4,7*	80,6 ± 4,6	85,8 ± 4,3*
ОФВ ₁ , л	64,7 ± 3,1	66,4 ± 4,2	74,4 ± 3,5*	77,8 ± 3,3**	79,3 ± 5,2*	83,1 ± 4,9**
ПОСв, л	56,3 ± 5,3	62,3 ± 3,8	65,8 ± 4,2	71,2 ± 4,4*	75,1 ± 4,2**	79,8 ± 5,1**
ПОСвд, л	62,5 ± 2,8	63,4 ± 4,1	70,7 ± 3,9	73,6 ± 3,9*	75,5 ± 4,3*	78,4 ± 4,0**

Таблица 43

Изменение показателей сердечно-сосудистой системы, системы крови и иммунитета у больных бронхиальной астмой в процессе курса ГБГ

Показатели	Фон	10 сеансов	25 сеансов
ЧСС, уд/мин	78,3 ± 2,8	84,7 ± 2,1	66,5 ± 2,3**
АДс, мм рт. ст.	125,4 ± 3,7	119,8 ± 3,6	114,7 ± 3,5*
АДд, мм рт. ст.	82,2 ± 2,5	77,4 ± 1,9	68,6 ± 2,1**
Эритроциты, *10 ¹²	4,31 ± 0,12	4,46 ± 0,12	4,67 ± 0,13*
Лейкоциты, *10 ⁹	6,35 ± 0,10	5,84 ± 0,17	6,01 ± 0,19
Нейтрофилы, %	58,2 ± 3,2	57,3 ± 2,8	56,3 ± 3,6
Эозинофилы, %	6,8 ± 0,5	3,7 ± 0,8*	2,7 ± 0,6**
Моноциты, %	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,1	4,9 ± 0,1
Лимфоциты, %	30,3 ± 2,4	32,4 ± 2,5	36,1 ± 2,5

Компл. Сз, г/л	0,64 ± 0,06	0,68 ± 0,10	0,76 ± 0,11
ЦИК, %	97,2 ± 1,4	85,6 ± 1,7**	73,1 ± 1,3***
IgA, г/л	1,54 ± 0,6	1,71 ± 0,5	1,87 ± 0,7
IgM, г/л	1,18 ± 0,3	1,23 ± 0,3	1,25 ± 0,4
IgG, г/л	8,5 ± 0,8	9,1 ± 1,1	12,3 ± 0,9**

Анализ показателей иммунитета позволил выявить, что проведение курса ГБГ сопровождалось увеличением уровней IgA, IgM и IgG на 21, 6 и 45% соответственно (см. табл. 43). Количество ЦИК снижалось на 24%. Показатель неспецифической резистентности комплемент Сз увеличивался на 19%.

Наблюдение за больными на протяжении года после проведенного курса ГБГ показало, что в течение это времени у 29 человек (55%) не наблюдалось обострения заболевания. У 17 человек (32%) лишь изредка отмечалось затрудненное дыхание по ночам, не переходящее в астматический приступ и, как правило, не требующее применения медикаментозных средств. У 7 человек (13%) спустя 2–3 месяца после окончания курса ГБГ наблюдалось развитие обострения заболевания, сопровождавшееся приступами удушья. Практически у всех лиц это было связано с переохлаждением. Этим больным был проведен повторный курс барокамерных подъемов, в результате чего купировались симптомы обострения, и выраженный клинический эффект сохранялся до конца года.

Согласно современным представлениям, бронхиальная астма – хроническое рецидивирующее заболевание с преимущественным поражением дыхательных путей. Основным звеном патогенеза бронхиальной астмы является измененная реактивность бронхов, приводящая к возникновению приступов удушья из-за бронхоспазма, нарушения секреции и отека слизистой оболочки бронхов.

У значительной части больных большую роль в патогенезе бронхиальной астмы играют аллергические реакции немедленного или замедленного типа. В качестве основной причины, приводящей к развитию аллергических реакций, рассматривается дефицит секреторного IgA, снижение влияния Т-супрессорной субпопуляции лимфоцитов, что приводит к ослаблению контроля за синтезом IgE, а также действие избытка циркулирующих в крови иммунных ком-

плексов (Федосеев Г.Б., 1975; Миррахимов М.М. и др., 1979; Лаврова Т.Р. и др., 1981; Меерсон Ф.З. и др., 1986).

Одним из важных механизмов, приводящих к обструкции бронхов, является недостаточность глюкокортикоидов (Зубцовская Н.Н. и др., 1981; Ландышев Ю.С. и др., 1981). Первичная глюкокортикоидная недостаточность у больных бронхиальной астмой возникает в связи с аллергическим повреждением коры надпочечников из-за хронической инфекции и интоксикации (Пыцкий В.И., 1981). Глюкокортикоидная недостаточность способствует формированию гиперреактивности тучных клеток, повышению уровня гистамина, снижению синтеза катехоламинов, активизации простогландинов, повышению тонуса гладкой мускулатуры бронхов, нарушению регуляции и стабилизации иммунокомпетентной системы и усилению активности воспаления бронхов.

Существенную роль в патогенезе бронхиальной астмы играет нарушение вегетативной регуляции и, в частности, преобладание тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

На проходимость бронхов влияет раздражение многих рецепторов, в том числе слизистой оболочки рта, носа, глотки, а также хемо- и барорецепторов, расположенных в различных органах (Плужников М.С. и др., 1981; Boushey H.A. et al., 1980). К изменению бронхиального сопротивления у больных бронхиальной астмой могут приводить не только безусловные, но и условные рефлексы.

К основным механизмам патогенеза бронхиальной астмы на клеточном и субклеточном уровнях следует прежде всего отнести изменение реактивности тучных клеток бронхов (Austen K.F., 1978), преобладание α -адренорецепции над β -адренорецепцией, изменение уровня внутриклеточной фосфодиэстеразы, нарушение внутриклеточного обмена простогландинов (Жихарев С.С. и др., 1981).

Эффективность ГБГ для лечения бронхиальной астмы можно связать с механическим облегчением дыхания, а также с развитием компенсаторных реакций со стороны различных систем организма, в первую очередь дыхательной, сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной.

Разряженный воздух легче проникает в дыхательные пути больного при вдохе, а низкое давление окружающей среды уменьшает сопротивление выдоху, делает его более полноценным и легким для больного.

Наблюдаемая нами выраженная положительная динамика таких показателей функции внешнего дыхания как МВЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ПОСв, ПОСвд свидетельствовала об уменьшении бронхиальной обструкции в процессе курса ГБГ.

Выявленные в ходе исследования изменения показателей системы иммунитета имеют важное значение. Они совпадают с результатами, полученными Ф.З. Меерсоном (1993), и позволяют думать о том, что в процессе ГБГ снижался уровень аллергизации, восстанавливалось нормальное функционирование гуморального звена иммунной системы, возрастал защитный потенциал организма. О последнем свидетельствовало повышение содержания компонента С₃. По данным А.Я. Кульберга (1986), активированный компонент С₃ присоединяясь к антителам в составе комплекса, вызывает экранирование Fc-участков антител и тем самым уменьшает его повреждающее действие.

Уменьшение обструкции бронхов, некоторое увеличение ЖЕЛ, наряду с такими изменениями гемодинамики, как урежение ЧСС, понижение АДс и АДд, позволяют думать, что в процессе курса ГБГ у больных увеличивались физиологические резервы кардиореспираторной системы.

В работе И.Р. Петрова (1967) и других исследователей показано, что под влиянием гипоксии происходит выраженная стимуляция функций симпатико-адреналовой системы. Это играет большую роль в механизме положительного действия ГБГ при бронхиальной астме. Активация функции симпатической нервной системы может способствовать снижению тонуса гладкой мускулатуры бронхов, устранению явлений бронхоспазма и улучшению бронхиальной проводимости.

На основании данных литературы можно думать, что в механизме лечебного действия ГБГ существенная роль принадлежит стимуляции функции коры надпочечников под влиянием гипоксии (Барбашова З.И., 1960; Петров И.Р., 1967). Данное положение подтверждает и тот факт, что длительное применение стероидных гормонов снижает эффективность терапевтического действия барокамерных подъемов больных бронхиальной астмой (Rajsic R., 1970).

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что в процессе ГБГ у больных бронхиальной астмой происходило облегчение дыхания, улучшение сна. Приступы бронхиальной астмы

прекращались полностью или становились значительно более редкими, исчезал кашель, одышка при физической нагрузке, отпадала необходимость в приеме бронхолитических средств. Эти изменения происходили в результате купирования обструкции бронхов, увеличения функциональных резервов кардиореспираторной системы, нормализации вегетативной регуляции, снижения уровня аллергии, восстановления нормального функционирования гуморального звена иммунной системы, возрастания защитного потенциала организма.

Выраженность и стойкость клинического эффекта, выявленная нами при использовании ГБГ для лечения больных бронхиальной астмой, совпадают с результатами клинических наблюдений М.М. Миррахимова и Е.А. Шогенцуковой (1975), М.М. Миррахимова и др. (1983), Ф.З. Меерсона (1993) и других авторов. Учитывая, что в ходе исследования мы не обнаружили существенной разницы в терапевтическом эффекте ГБГ между военнослужащими и остальными больными, думается, что этот метод может найти широкое применение не только в гражданском здравоохранении, но и в практике авиационной и военной медицины.

7.3. Гипобаротерапия больных с железодефицитной анемией

Железодефицитная анемия — одно из наиболее распространенных заболеваний в мире (Идельсон Л.И., 1981). По данным ВОЗ, приблизительно 14% населения страдают дефицитом железа. Явные или латентные признаки этого заболевания регистрируются у 30% всех женщин. Распространение ЖДА неодинаково в различных географических широтах. В странах с умеренным климатом частота их колеблется от 10 до 30% у женщин и от 3 до 6% у мужчин (Комаров Ф.И. и др., 1990). Актуальность проблемы лечения ЖДА имеет высокое значение не только для гражданского здравоохранения, но и для военной медицины в целом и авиационной медицины в частности. В настоящее время актуальность этой проблемы повышается в связи с поступлением в ВС РФ на контрактной основе военнослужащих-женщин.

Основным методом терапии ЖДА является назначение препаратов железа или комплекса последних со стимуляторами гемопоэза. Однако в некоторых случаях традиционный подход не дает четко-

го терапевтического эффекта, а продолжительность курса лечения может быть довольно длительной и составлять, в зависимости от степени тяжести, от 2 до 4 и более месяцев (Митереев Ю.Г., Воронина Л.Н., 1986). Это обуславливает необходимость поиска новых методов эффективного лечения данной патологии.

Для изучения эффективности применения ГБГ в целях лечения больных ЖДА обследовано 89 стационарных больных в возрасте от 28 до 46 лет. Первую экспериментальную группу составили 18 мужчин (в том числе 10 военнослужащих) и 10 женщин с хронической железодефицитной анемией преимущественно постгеморрагического генеза, проходящих лечение в терапевтических клиниках академии. Длительность заболевания варьировала от 3 до 5 лет. Пациентам проводился курс ГБГ, состоящий из 15 подъемов в барокамере СБК-80, при этом они получали препарат железа феррамид в суточной дозе 1,2 г (*per os*). Во вторую экспериментальную группу вошли 18 женщин, страдающих в течение 1–3 лет ЖДА на фоне доброкачественных опухолей матки. Этой категории больных курс ГБГ проводился в качестве предоперационной подготовки и состоял из 5–10 барокамерных подъемов. Сеансы ГБГ проходили на высотах 1500–3500 м. Время нахождения на высоте составляло 30 мин. В качестве контроля наблюдались также 2 группы больных численностью 23 и 20 человек, сопоставимых с экспериментальными группами по возрасту, полу, патологии и показателям красной крови. Для коррекции анемии больным контрольных групп проводилась традиционная медикаментозная терапия. Назначались препараты железа (феррамид – 1,2 г/сут) и стимуляторы гемопоэза (гемостимулин – 6 таб./сут). Вместо курса ГБГ им проводились «ложные» подъемы. Предоперационная подготовка пациентов осуществлялась по общепринятой схеме, включая переливания крови.

Для оценки состояния больных проводилось комплексное обследование, включающее изучение субъективного статуса, функционального состояния кардиореспираторной системы, контроль показателей красной крови. Кроме того, у больных определялся характер естественной резистентности организма. Оценка субъективного состояния проводилась по методике САН.

Естественную резистентность организма оценивали по характеру адаптационных реакций (Гаркави Л.Х. и др., 1979). О функциональном состоянии кардиореспираторной системы судили по ЧСС, АДс, АДд и МОД, результатам пробы на физическую работоспособность (PWC_{170}) и пробы Штанге. По значениям PWC_{170} рассчитывали величину МПК. Обследование в объеме комплекса вышеперечисленных методик проводили перед курсом ГБГ и после его окончания.

При поступлении в клинику больные предъявляли жалобы на общую слабость, головокружение, снижение физической выносливости и работоспособности, что было обусловлено наличием хронической анемии легкой и средней степени.

Курс лечения ГБГ начинали спустя 3–5 дней после поступления больных в клинику, проведения обследования и определения степени анемии.

У больных основных групп первые подъемы в барокамере сопровождались незначительным усилением головокружения. Увеличивались в среднем на 21% ЧСС, на 28% МОД. К 5–6-му подъему головокружение у большинства пациентов исчезало, ЧСС и МОД уменьшались до исходных значений, нормализовался сон, повышался тонус организма.

К концу курса ГБГ самооценка состояния больных, определяемая по результатам анкетирования, увеличивалась в среднем с 4,8 до 6,1 балла. Нормализовались показатели периферической крови. Отмечался высокий среднесуточный прирост гемоглобина ($1,8 \pm 0,05$ г/л) и количества эритроцитов ($0,04 \pm 0,002 \times 10^{12}$ /л). Увеличивалась концентрация сывороточного железа с 8,6–0,6 мкмоль/л до $14,1 \pm 1,8$ мкмоль/л. Наблюдалось незначительное урежение частоты пульса. Снижалось артериальное давление: АДс – на 9%, АДд – на 12%.

Нормализация показателей красной крови и системной гемодинамики приводили к повышению физической работоспособности и функциональных резервов кардиореспираторной системы. Индекс PWC_{170} увеличивался на 33%, а МПК – на 23%. На 25% увеличивалось время произвольной задержки дыхания на вдохе (табл. 44).

Изменение показателей сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности у больных ЖДА в процессе курса ГБГ

Показатели	Фон	15 сеансов
Контрольная группа		
ЧСС, уд/мин	75,2 ± 1,6	74,8 ± 1,4
АДс, мм рт. ст.	122,8 ± 2,4	124,4 ± 2,2
АДд, мм рт. ст.	81,1 ± 1,9	82,4 ± 2,0
RWC ₁₇₀ , Вт/к	1,60 ± 0,1	1,67 ± 0,1
МПК, 77,0 мл/мин/кг	52,1 ± 3,8	51,4 ± 4,2
Проба Штанге, с	62,1 ± 3,4	60,2 ± 3,8
Экспериментальная группа		
ЧСС, уд/мин	76,6 ± 1,4	72,3 ± 1,5*
АДс, мм рт. ст.	124,2 ± 2,1	113,5 ± 1,9*
АДд, мм рт. ст.	82,3 ± 2,3	72,1 ± 2,1*
RWC ₁₇₀ , Вт/кг	1,70 ± 0,1	2,27 ± 0,2**
МПК, 77,0 мл/мин/кг	49,2 ± 4,6	60,6 ± 4,1*
Проба Штанге, с	58,5 ± 3,8	73,0 ± 4,3**

Средняя продолжительность лечения составляла 26,1 дней. В качестве иллюстрации приводим следующее клиническое наблюдение.

Больная Д., 38 лет, поступила в клинику с жалобами на общую слабость, головокружение, быструю утомляемость. Заболела в возрасте 34 лет. Один раз лечилась стационарно с применением препаратов, содержащих железо. При поступлении в клинику частота пульса – 72 уд/мин, АД – 125/80 мм рт. ст., признаков органической патологии сердечно-сосудистой системы не выявлено, гемоглобин – 89,2 г/л, количество эритроцитов – $3,5 \times 10^{12}/л$, содержание сывороточного железа в крови – 9,1 мкмоль/л, индекс RWC₁₇₀ – 1,69 Вт/кг, МПК – 45,7 мл/мин/кг. Диагностирована хроническая железодефицитная анемия. Лечение: госпитальный режим, диета, витаминный, ферамид (1,2 г/сут), ГБГ – 15 сеансов. К концу курса ГБГ жалоб не предъявляла, частота пульса – 70 уд/мин, АД 115/65 мм рт. ст. гемоглобин – 132 г/л, количество эритроцитов – $4,7 \times 10^{12}/л$, сывороточное железо – 15,2 мкмоль/л, RWC₁₇₀ – 2,37 Вт/кг, МПК – 61,1 мл/мин/кг. Общий курс лечения составил 24 дня.

У больных контрольной группы к 20-му дню лечения (окончание курса ГБГ у больных экспериментальной группы) также отмечалось увеличение содержания гемоглобина и количества эритроцитов, однако нормального уровня эти показатели не достигали, а их среднесуточный прирост был значительно меньше, чем у больных, прошедших курс ГБГ (эритроциты – $0,01 \pm 0,002 \times 10^{12}/л$, гемоглобин – $0,8 \pm 0,06$ г/л). Содержание сывороточного железа в крови составляло $10,9 \pm 0,7$ мкмоль/л. Изменения показателей PWC_{170} , МПК и пробы Штанге не носили значимого характера. Состояние больных оценивалось как удовлетворительное, но требующее продолжения медикаментозной терапии. В среднем полный курс лечения этих больных был на 14 дней больше по сравнению с больными, которым проводилась ГБГ.

Проведение курса ГБГ гинекологическим больным сопровождалось нормализацией показателей красной крови и улучшением функционального состояния организма. Если до курса ГБГ 17 больных находились в состоянии острого или хронического стресса, оцениваемого по характеру адаптационных реакций, то к концу курса неблагоприятные адаптационные реакции наблюдались только у одной больной, что, по нашему мнению, объясняется недостаточным количеством проведенных ей сеансов ГБГ (5 сеансов). Нормализация показателей красной крови и улучшение состояния организма позволило отказаться от переливания крови всем больным на этапе подготовки к операции. В процессе проведения операции переливание крови было необходимо только 3 больным. У больных контрольной группы нормализация содержания гемоглобина и количества эритроцитов достигалась за счет переливания крови во время проведения операции (в среднем 800 мл). Послеоперационный период у больных, которым проводилась ГБГ, протекал легче, чем у больных, которые готовились к операции традиционным методом.

ЖДА – самая частая группа гипохромных анемий, при которых темп синтеза гемоглобина отстает от образования эритроцитов. Среди различных анемических состояний ЖДА составляют около 80%.

Наиболее частой причиной этой патологии являются незначительные, но длительные кровопотери, в результате чего количество теряемого из организма железа превышает количество железа, которое человек может получить с пищей. Причинами кровопотерь чаще всего являются патологические процессы в желудочно-кишечном

тракте и женских половых органов. Анемии характеризуются нарушением деятельности различных органов и систем организма и, прежде всего, нарушением обмена железа и снижением количества гемоглобина в единице объема крови. Для ЖДА, кроме общеанемической симптоматики, характерны изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, снижение клеточного иммунитета. При тяжелых формах анемии нарушается кислотно-щелочное равновесие, происходит накопление недоокисленных продуктов обмена.

Результаты проведенного исследования показали высокую эффективность ГБГ для лечения ЖДА, которые в целом совпадают с данными В.П. Белошицкого и др. (1986). Авторы приводят данные об эффективности лечения больных ЖДА в условиях горного климата. У больных, кроме увеличения содержания гемоглобина, сывороточного железа, трансферрина, более экономичной становилась работа сердечно-сосудистой системы, исчезал метаболический ацидоз, повышалась умственная работоспособность. Однако следует отметить, что при использовании барокамерных подъемов нам удалось достигнуть подобного клинического эффекта за менее продолжительный срок.

Увеличение количества эритроцитов в условиях гипоксии в настоящее время является неоспоримым фактом, подтвержденным в многочисленных натуральных и модельных экспериментах. При изучении механизмов эритроцитоза при гипоксии было показано, что увеличение количества эритроцитов в периферической крови проходит в 2 этапа: первичный эритроцитоз как следствие выхода эритроцитов из депо и развитие истинного эритроцитоза за счет ускоренного созревания (Миррахимов М.М., 1964; Хочачка Р., Сомеро Г., 1977). Отмечено увеличение в 2–2,5 раза интенсивности гемопоза в первые 2 недели пребывания людей на высоте (Прищиц Е.И., Вовси-Колштейн А.Л., 1983).

Учитывая, что в процессе адаптации к гипоксии наблюдается активация механизмов, способствующих мобилизации железа из депо (Миррахимов М.М., Раимжанов А.Р., 1979), мы использовали сочетанное действие ГБГ и железосодержащих препаратов, последние назначались как до, так и в процессе барокамерных подъемов.

Собственные наблюдения, а также данные литературы показывают, что при адаптации к гипоксии повышается активность анаэробных систем фагоцитов и функциональная активность

T-лимфоцитов (Меерсон Ф.З., 1993; Новиков В.С. и др., 1993), у больных ЖДА увеличивается буферная емкость крови, нормализуются показатели кислотно-щелочного равновесия, исчезает метаболический ацидоз (Белощицкий В.П. и др., 1986), нормализуется обмен глюкокортикоидов (Резников А.Г. и др., 1984).

Установленные в ходе исследования факты свидетельствуют, что в процессе ГБГ у больных ЖДА наблюдалось более интенсивная активация гемопоэза, увеличивалось содержание гемоглобина и сывороточного железа, расширялись функциональные резервы кардиореспираторной системы и существенно увеличивалась физическая работоспособность. Это позволяет сделать вывод о преимуществе данного метода по сравнению с традиционным лечением ЖДА и о высокой эффективности его использования не только в терапевтической практике, но и в хирургии с целью предоперационной подготовки гинекологических больных и, видимо, больных другого профиля.

7.4. Гипобаротерапия в комплексе медицинской реабилитации ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС

Необходимость обеспечения здоровья летного состава и других военных специалистов, летного долголетия, высокой эффективности и надежности профессиональной деятельности обусловила постановку и развитие проблемы управления функциональным состоянием организма с целью снижения отрицательных эффектов воздействия профессиональных факторов. Результаты многих исследований свидетельствуют о том, что снижение функционального состояния человека в значительной мере опережает снижение профессиональной работоспособности (Бодров В.А., 1987; Крылов Ю.В. и др., 1994; Пономаренко В.А. и др., 1994; Ступаков Г.П., Подшивалов А.А., 1994). Об этом может свидетельствовать тот факт, что большое число лиц, имеющих функциональные расстройства, допускаются в плане индивидуальной оценки к летной работе с различными ограничениями. Причинами данного явления могут быть осложнения летной деятельности, действие неблагоприятных факторов полета и других профессиональных вредностей, недостатки в организации процесса профессиональной деятельности, высокая роль в авиации факторов риска и т.д.

Для экстренного повышения или длительного поддержания функционального состояния и профессиональной работоспособности здорового человека путем нормализации или стимуляции реакции организма используется система корригирующих воздействий. Вместе с тем, выраженное и длительное воздействие неблагоприятных факторов может привести к значительным функциональным изменениям нервной и сердечно-сосудистой системы, а также к астенизации организма. В этих условиях увеличивается роль восстановительных мероприятий. Основой для разработки специальных лечебно-восстановительных методов является представление клинической медицины о психогенной природе и обратимости функциональных нарушений и возможности восстановления профессионального здоровья и работоспособности.

Следует отметить, что концепция реабилитации на настоящем этапе находится в процессе формирования. Ведутся дискуссии по таким принципиальным вопросам, как определение понятия, места реабилитации в системе лечебно-профилактических мероприятий, содержание реабилитационных мероприятий, организация реабилитации. Так, например, не всегда однозначно характеризуются соотношения понятий реабилитации и диспансеризации. В.А. Минаев и др. (1982) поддерживают точку зрения о том, что реабилитация является одним из элементов диспансеризации. Существует и другое противоположное по смыслу предположение о том, что диспансеризация является составной частью реабилитации (Юмашев Г.С., Ренкер К.1973). В.А. Долинин, Е.В. Решетников (1981) рассматривают реабилитацию как элемент социальной функции государства, показывая, что к реабилитации нужно подходить широко. М.М. Кабанов (1985) характеризует ее как цель, процесс и метод подхода к больному человеку одновременно. В настоящее время, по мнению М.М. Хананашвили (1978), Б.Д. Карвасарского (1980, 1982), М.М. Кабакова (1985), под реабилитацией понимается комплекс медицинских, педагогических, профессиональных и юридических мер, направленных на восстановление нарушенных функций организма и трудоспособности больных.

В авиационной медицине, исходя из концепции профессионального здоровья, вопросы реабилитации рассматриваются как составная часть проблемы управления функциональным состоянием организма. Под реабилитацией летного состава понимается система

социальных, медицинских, профессиональных, психологических мероприятий по восстановлению профессионального здоровья и профессиональной пригодности летчиков в ходе или после завершения их лечения (Бодров В.А., 1987).

При природных и технологических катастрофах наблюдается широкий спектр поражений человека. Характер специфических повреждений при катастрофах зависит от вида повреждающего фактора. При землетрясении преобладают повреждения в виде переломов, контузий, синдрома длительного сдавления. Размеры и тяжесть поражений во время аварий на предприятиях химической промышленности в первую очередь определяются токсичностью химических соединений. К числу технологических катастроф с наиболее тяжелыми последствиями относятся аварии атомных энергетических установок, сопровождающиеся выбросом в окружающую среду радиоактивных веществ.

Помимо разрушения, пожаров, ранений, гибели людей, стихийные бедствия и катастрофы оказывают сильнейшее эмоционально-стрессовое воздействие на психику человека, вызывая развитие как острых, так и затяжных повреждений, психической дезадаптации (Александровский Ю.А. и др., 1989; Edwards J.G., 1976; Kent-smith D.K., 1980; McFarlane A.C., 1986). По данным И.Б. Ушакова и др. (1992), работа вертолетчиков по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, помимо воздействий малых доз (0,1–0,5 Гр) ионизирующей радиации, была связана с высокой психоэмоциональной напряженностью, что определяло специфику проводимого медицинского контроля за состоянием здоровья. У летчиков в 2,4% случаев наблюдалось развитие астеновегетативного синдрома с различными диспепсическими проявлениями.

Обратимость и специфичность проявлений функциональных расстройств психогенной природы дают основание считать возможным восстановление профессиональной работоспособности путем проведения специальных лечебно-восстановительных мероприятий.

В настоящее время известно большое количество восстановительных методов, которые принято разделять на 3 большие группы: организационно-педагогические, психологические, медико-биологические. Из методов последней группы в настоящее время применяются: гипербарическая оксигенация (Шишов А.А и др., 1994),

фармакологические средства (Сытник С.И. и др., 1994; Пастушков В.А. и др., 1994), электрофизиологические воздействия (Вартбаронов Р.А. и др., 1994), рациональное питание и витаминизация (Колягин В.Я. и др., 1992) и др.

Для оценки возможности применения ГБГ в целях медицинской реабилитации лиц, участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, обследовано 23 мужчины (18 военнослужащих, 5 летчиков ГА) в возрасте 28–43 лет, получивших облучение ионизирующей радиацией в дозах до 0,5 Гр. Во время проведения исследования все лица находились на стационарном обследовании в клинике военно-полевой терапии Военно-медицинской академии. По результатам обследования у участников работ были выявлены функциональные изменения сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта на фоне выраженных астеноневротических нарушений. У обследуемых отмечалось пониженное настроение, быстрая утомляемость, ухудшение аппетита, нарушение сна (поверхностный сон, укороченный сон, нарушение засыпания), снижение работоспособности, лабильность пульса и артериального давления, кардиалгии, пониженная толерантность к физическим нагрузкам.

Обследуемые лица были разделены на две группы. У лиц экспериментальной группы (13 человек, в том числе 4 летчика) реабилитационные мероприятия включали витаминизацию (поли-витамины), общий массаж, комплекс физических упражнений, а также курс ГБГ, состоящий из 15 барокамерных подъемов на высоту 1500–3500 м с временем пребывания на высоте 30 мин. Лицам контрольной группы (10 человек) назначались те же реабилитационные мероприятия, за исключением курса ГБГ, вместо которого проводились «ложные» барокамерные подъемы. Обследование проводилось до и после курса ГБГ и включало субъективную оценку состояния по методике САН, исследование ЧСС, АД, КЧСМ, проведение пробы PWC_{170} , определение показателей периферической крови.

В процессе первых барокамерных подъемов у обследуемых экспериментальной группы наблюдалось незначительное увеличение ЧСС с последующим урежением пульса на 4–6%. Начиная с 5–7-го подъема, у них улучшалось общее самочувствие, повышался аппетит, улучшался сон, отмечалась стабилизация артериального

давления. К концу курса ГБГ у 93% обследуемых нормализовался сон, а у 7% сон значительно улучшился, у всех лиц исчезли кардиалгии, появился аппетит, повысился общий тонус организма. По результатам анкетирования обследуемые экспериментальной группы более высоко оценивали свое самочувствие. Проведение курса ГБГ лицам экспериментальной группы приводило к более выраженному восстановлению физиологических функций. В частности, АДс у них снизилось на 9%, АДд – на 11%, индекс PWC_{170} увеличился на 31%, в периферической крови в 1,3 раза увеличилось количество эритроцитов. Анализ показателей КЧСМ выявил увеличение лабильности центрального звена зрительного анализатора на 8%.

Полученные данные свидетельствуют, что проведение курса ГБГ в комплексе реабилитационных мероприятий лицам, принимавшим участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, у которых имелись функциональные нарушения с преобладанием психогенных расстройств астеноневротического характера, приводило к более выраженному улучшению самочувствия, повышению тонуса организма, купированию невротических реакций и расширению функциональных резервов.

Учитывая, что функциональные нарушения сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной системы, развитие астенических и невротических состояний являются характерным последствием различных экстремальных воздействий, обусловленными авариями и катастрофами, можно полагать, что использование ГБГ является эффективным методом в комплексе медицинской реабилитации, проводимой не только лицам, подвергшимся воздействию радиационных факторов, но и другим лицам с посттравматическими стрессовыми расстройствами.

Результаты исследования, представленные в данной главе, позволяют рассматривать ГБГ как метод лечения и профилактики заболеваний летного и инженерно-технического состава, а также медицинской реабилитации ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

Установлена высокая эффективность ГБГ для лечения больных НЦД по гипертензивному типу, даже в тех случаях, когда традиционный метод лечения является недостаточно действенным. В процессе курса ГБГ у больных НЦД без применения медикаментозных средств улучшается самочувствие, исчезают жалобы,

снижается артериальное давление, нормализуется системная гемодинамика, расширяются физиологические резервы кардиореспираторной системы, повышается физическая работоспособность. Отмечается понижение уровня натрия, триглицеридов, холестерина, β -липопротеидов в сыворотке крови. Нормализация показателей липидного обмена в процессе барокамерных подъемов позволяет рассматривать ГБГ не только как эффективный метод лечения больных НЦД по гипертензивному типу, но и как метод профилактики факторов риска ишемической болезни сердца.

Выявлена высокая эффективность ГБГ как метода лечения больных бронхиальной астмой. Проведение курса ГБГ приводит к нормализации самочувствия, полному или значительному (позволяющему отказаться от приема бронхолитиков) купированию астматических приступов. Эти изменения происходят в результате ликвидации обструкции бронхов, увеличения функциональных резервов кардиореспираторной системы, нормализации вегетативной регуляции, снижения уровня аллергизации, восстановления нормального функционирования гуморального звена иммунной системы, возрастания защитного потенциала организма. Достигнутый выраженный клинический эффект в 87% случаев сохраняется в течение 1 года. Проведение повторных сеансов ГБГ больным бронхиальной астмой позволяет повысить клинический эффект.

Показана высокая эффективность ГБГ в комплексе с применением железосодержащих препаратов как метода лечения терапевтических больных и предоперационной подготовке гинекологических больных хирургического профиля с железodefицитной анемией. Проведение курса ГБГ больным ЖДА по сравнению с традиционной медикаментозной терапией приводит к большей активизации гемопоэза, более интенсивному увеличению содержания гемоглобина и железа сыворотки крови, расширению функциональных резервов кардиореспираторной системы, повышению физической работоспособности. У больных, прошедших курс ГБГ, легче протекает послеоперационный период.

Выбор режима ГБГ для лечения заболеваний должен осуществляться с учетом нозологической формы, тяжести и индивидуальных особенностей течения заболевания. Для достижения

выраженного терапевтического эффекта при лечении НЦД по гипертензивному типу рекомендуется проведение курса ГБГ, состоящего из 15–20 барокамерных подъемов, бронхиальной астмы – из 25–30, железодефицитной анемии – 15 подъемов в барокамере. Для предоперационной подготовки геникологических больных хирургического профиля с железодефицитной анемией целесообразно проведение 10 сеансов ГБГ.

Применение курса ГБГ в комплексе медицинской реабилитации лиц, подвергшихся воздействию малых доз ионизирующей радиации, приводит к нормализации субъективного состояния, купированию астено-невротических проявлений, увеличению физической работоспособности, повышению лабильности зрительного анализатора.

ГЛАВА 8. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЖИМОВ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ВЫСОТНОЙ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ

Высотная декомпрессионная болезнь (ВДБ) — это самостоятельная нозологическая форма из группы декомпрессионных расстройств, обусловленная понижением атмосферного давления и развивающаяся на высотах более 6 км вследствие образования в крови, лимфе и тканях организма газовых пузырьков. ВДБ может развиваться в полете в негерметичной кабине и при подъемах в барокамере на высоты более 6 км.

8.1. Природа высотной декомпрессионной болезни

Первые результаты изучения возможного неблагоприятного воздействия пониженного барометрического давления в литературе в 1670 г. опубликовал R. Boyle. Известный английский ученый описал результаты своих первых экспериментальных исследований по изучению биологического действия разреженной атмосферы на организм животных. Для изучения действия разреженной атмосферы R. Boyle был создан специальный колокол. Во время экспериментальных исследований под этот колокол помещались подопытные животные, после чего из него с помощью вакуумного насоса откачивался воздух. В процессе наблюдения за поведением живых существ в такой вакуумной камере R. Boyle впервые обнаружил пузырьки газа в жидких средах глаза гадюки при быстром разрежении атмосферы до 50 мм рт. ст. и пришел к заключению, что возникающие при декомпрессии расстройства функций могут представлять смертельную угрозу для животных и человека.

В 1774 г. E. Darwin, предок Чарльза Дарвина, исследуя роль колебаний атмосферного давления в происхождении у людей вегетососудистых нарушений, наблюдал появление газовых пузырьков в пробах крови, подвергаемых воздействию пониженного давления. При этом он обратил внимание на тот факт, что образование газо-

вых пузырьков и пены происходило только в крови, выпущенной из сосуда. Воздействие же декомпрессии на кровь, содержащуюся в завязанном с двух сторон отрезке вены, к таким следствиям не приводило (Катунцев В.П., 1996).

Однако проблема функциональных нарушений при декомпрессии приобрела важное практическое значение только в середине XIX в., когда стало широко внедряться применение кессонов в строительной практике, а также начало бурно развиваться водолазное дело.

Первое научное сообщение по этому вопросу связывают с именами французских врачей В. Pol и Т. Watelle (1854), обеспечивавших работу людей в кессонах в условиях повышенного давления окружающей среды. Значение работы В. Pol и Т. Watelle заключается в том, что в ней, во-первых, подробно было дано описание основных проявлений декомпрессионной болезни и, во-вторых, возникновение симптомов этой болезни, которую они называли «болезнь сжатого воздуха» и связали её с воздействием на организм декомпрессии. «Не опасно входить в кессон, писали эти авторы, — не опасно работать в кессоне, опасно только одно — это разрежение. Расплачиваются лишь при выходе». Причиной же болезни сжатого воздуха (кессонной болезни) авторы считали прилив крови к внутренним органам при повышении давления и отток ее на периферию при декомпрессии.

Вместе с тем, Ф. Норре-Seyler (1857) на основании результатов экспериментальных исследований, выполненных на крысах, кошках и ласточках с декомпрессией от 908 до 50 мм рт. ст., пришел к выводу, что окклюзия легочных капилляров образующимися в крови при декомпрессии пузырьками газа может быть причиной смерти кессонных рабочих и водолазов при острой декомпрессионной болезни. Данная точка зрения нашла подтверждение и развитие в последующих работах Е. Вискуоу (1861), А.П. Католинского (1862), L. Mericourt (1869), Ф.Ф. Эрисмана (1877).

В этот период времени свои фундаментальные исследования по воздействию на организм повышенного и пониженного давления вел французский естествоиспытатель Р. Bert. Изучая влияние различных перепадов окружающего давления на живые организмы, именно Р. Bert впервые экспериментально доказал, что образующиеся при этом в крови и тканях организма газовые пузырьки

являются причиной возникновения декомпрессионной болезни у водолазов, кессонных рабочих и ведут к смерти экспериментальных животных. Результаты этих оригинальных исследований были опубликованы в его монографии «Барометрическое давление и его влияние на организм человека и животных» (1878). Данный труд заложил фундамент современной подводной и высотной физиологии. Хотя стоит отметить интересный факт, что в своих аутоэкспериментах по изучению воздействия на организм человека гипобарии Р. Vert не сталкивался с проявлением симптомов высотной декомпрессионной болезни.

Большое место физиологическому обоснованию основных положений теории декомпрессионной болезни Р. Vert уделял в своих лекциях по общей патологии профессор Медико-хирургической академии В.В. Пашутин (1881), рекомендуя с профилактической целью использовать дыхание кислородом. Также В.В. Пашутин остро критиковал неправильные взгляды В. Pol и Т. Watelle на природу декомпрессионных нарушений. Благодаря В.В. Пашутину «пузырьковая» теория декомпрессионной болезни быстро нашла отклик и признание в нашей стране (Качаловский П.С., 1881; Холшевников В.Е., 1883; Храбростин М.Н., 1899, 1902; Свионтецкий И.О., 1900; Либов Б.А., 1901 и др.) (Благинин, А.А., 2012).

После установления причины декомпрессионной болезни важным шагом на пути её дальнейшего изучения явились труды английского физиолога J. Haldane, в которых он показал закономерности насыщения и «рассыщения» организма индифферентным газом и обосновал научный подход к профилактике декомпрессионной болезни (Boycott A., Damant G., Haldane J., 1908; Холден Д., Пристли Д., 1937). Внедрение данных принципов профилактики в практику привело к значительному уменьшению тяжелых проявлений и летальных случаев декомпрессионной болезни у кессонных рабочих и водолазов. Если в начальном периоде водолазных и кессонных работ с 1840 по 1860 г. тяжелая декомпрессионная болезнь развивалась почти при каждой декомпрессии, то к середине XX в. она стала наблюдаться менее чем у 1% водолазов и 0,6% кессонных рабочих (Черняков И.Н., Ширинский П.П., 1977). Однако, несмотря на значительные успехи в профилактике декомпрессионной болезни, эта нозологическая форма по сей день продолжает занимать одно из первых мест в реестре профессиональных заболеваний лю-

дей, работающих в условиях повышенного давления окружающей среды, и продолжает обуславливать смерть до 28% водолазов-глубоководников (Сапов И.А. и др., 1984; Нессирио Б.А., 2002).

Еще на заре развития авиации из проделанных теоретических расчетов, в 1908 г. А. Boycott и J. Haldane, ссылаясь на указание von Schrotter, смогли предсказать возможность возникновения декомпрессионных расстройств у человека при понижении окружающего давления до 300 мм рт. ст. Сам же von Schrotter в 1906 г., лично пребывая в разреженной атмосфере, испытывал суставные боли, похожие на симптомы декомпрессионной болезни, но не смог связать эти боли с воздействием декомпрессии на организм.

В 1909 г. представитель Российской физиологической школы К.Р. Мирам выдвинул предположение в своей работе о том, что причиной гибели аэронавтов на аэростате «Зенит» Сивеля и Кроче-Спинелли 15 апреля 1875 г. на высоте 8595 м могла быть не только гипоксия, но и аэроэмболия. Аэроэмболия была вызвана образованием у них газовых пузырьков в кровеносных сосудах из-за быстрого снижения окружающего давления. А позднее Y. Henderson (1917) опубликовал работу, где теоретически предположил возможность возникновения декомпрессионной болезни у человека, поднимающегося на высоту. В 1910 г. L. Hill и M. Greenwood, ставившие опыты с пониженным барометрическим давлением на мышцах и кроликах, не смогли обнаружить в их крови газовых пузырьков. Хотя, судя по описанию авторов, у 1 кролика, подвергнутого снижению давления от 760 до 50 мм рт. ст. за 3 мин, сердце и крупные венозные сосуды были практически полностью заполнены воздушными пузырьками.

Начавшееся бурное развитие авиации в 1920-е гг. потребовало глубокого и всестороннего изучения влияния пониженного барометрического давления на организм первых летчиков. В 1930 г. в Гааге на пятом международном конгрессе по аэронавтике J. Jongbloed представил доклад, в котором он описал случаи появления у него и его коллег на высоте 13 000 м суставных болей. В своем сообщении J. Jongbloed уделил особое внимание тому, что «высотные боли» были аналогичны тем, которые часто возникают у людей после быстрой декомпрессии от повышенного давления до уровня земли.

В 1930-е гг., вскоре после того как в нашей стране стали применяться высотные тренировки в барокамере для летного состава, в

отечественной печати появляются сообщения о частом проявлении синдрома «высотных болей» (Стрельцов В.В., 1938; Спасский В.А., 1939; Сергеев А.А. 1962, 1969) (2).

Причина «высотных болей» не была ясна и породила много гипотез и предположений. К таким концепциям относятся: гипоксическая (Schubert G., Gruner A., 1939), ревматоидная (Розенблюм Д.Е., 1948), метаболическая (Осипов М.О. и Лашков В.Ф. 1940; Larkin J., Watts D., 1944), ангиоспастическая (Knisel M., 1943), а также концепция адиабатического расширения газов (Стрельцов В.В., 1940). В настоящие время данные концепции имеют только исторический интерес.

Из-за стремительного развития авиации и покорения все больших высот в конце 1930-х – начале 1940-х гг. начались целенаправленные работы, которые позволили не только провести аналогию между синдромом «высотных болей» и кессонной болезнью (Behnke A.R., 1937; Орбели Л.А., 1939; Шистовский С.П., 1939), но и доказать идентичность природы двух этих заболеваний. В 1939 г. Armstrong наблюдал появление газовых пузырьков в крови у коз на высоте 11 582 м (Armstrong H.G., 1939). А в 1940 г. коллективом А.П. Аполлонова, Д.И. Иванова, Д.Е. Розенблюма и В.А. Спасского в экспериментах на животных были получены данные о наличии газовых пузырьков в синовиальной жидкости и крови при высотной декомпрессии. Рентгенологическое подтверждение наличия газовых пузырьков в области лучезапястного сустава на высоте 12 000 м в 1941 г. получили А.Н. Круглов и В.А. Скрыпин (Скрыпин В.А., 1948).

Со времени первого научного сообщения о возникновении высотной декомпрессионной болезни, сделанного в 1930 г. Jongbloed, в течение последующих 30 лет было описано 17 случаев высотной декомпрессионной болезни у человека с летальным исходом (Davis J. et al., 1977). Почти во всех летальных случаях это заболевание начиналось у пострадавших с появления мышечно-суставных болей, неврологических симптомов и удушья. Через несколько часов у них развивался глубокий шок, и, несмотря на различные схемы интенсивного медицинского лечения, наступала гибель (Наумaker W., 1957).

Во время Второй мировой войны сообщения о возникновении высотной декомпрессионной болезни стали поступать от всех участников боевых действий. Так, опыт применения авиации в боевых действиях показал, что бомбометание с больших высот и высотные разведывательные полеты опасны не только развитием

гипоксии, но и таят в себе еще и другую серьезную опасность, а именно возможность развития у членов летных экипажей высотной декомпрессионной болезни (Fulton J.F. 1948). В США в 1942 г. был образован специальный Подкомитет по проблеме декомпрессионной болезни, просуществовавший до 1946 г. и проведший глубокую и обстоятельную работу, результаты которой были опубликованы в коллективном труде «Decompression sickness» под редакцией Fulton.

W. Hornberger в 1950 г. в своей монографии объединил достижения немецких физиологов по проблеме высотной декомпрессионной болезни, которая включала в себя исследования 1930-х гг., а также данные, полученные в годы Второй мировой войны.

В 1940–1950-е гг. было выполнено большое количество выдающихся исследований направленных на практическое и теоретическое изучение декомпрессионной болезни в авиации: подробно была изучена симптоматика заболевания, обстоятельно исследованы закономерности физических процессов образования, роста и рассасывания газовых пузырьков в крови и тканях организма, выявлены основные факторы, влияющие на возникновение и развитие декомпрессионной болезни при подъеме на высоту, а также найдены эффективные средства её профилактики и лечения. Внедрение в авиацию герметичной кабины, давление в которой, независимо от высоты полета, не снижается ниже 267 мм рт. ст. (Алексеев С.М., Уманский С.П., 1973), значительно уменьшило возможность развития высотной декомпрессионной болезни у летного состава.

8.2. Частота развития высотной декомпрессионной болезни

Анализ зарубежной литературы показывает, что частота развития ВДБ приходится в первую очередь на военную авиацию.

Так, если в 1960–1961 гг. у военных летчиков США было отмечено 60 случаев развития декомпрессионной болезни во время полета (Berry F. и Smith M., 1962), то в период с 1970 по 1980 г., т.е. за 10 лет, в Военно-воздушных силах США зарегистрировано всего 58 случаев (Rayman R., McNaughton G., 1983), а за период 1975–1985 гг. – 99 случаев (Neubauer Y., et al., 1988) возникновения декомпрессионных расстройств, связанных с полетами на различных высотах.

Статистическая сводка Kemper G. (1992) за 1975–1989 гг. показывает, что у летного состава военно-воздушных сил США от-

мечено 135 случаев проявления различных форм высотной декомпрессионной болезни. У большинства доминирующим симптомом являлись боли в конечностях, однако у некоторых лиц возникали и системные нарушения. За период 1975–1988 гг. частота высотной декомпрессионной болезни составила 0,2–0,3% случаев на 100 000 полетных часов. В 1989 г. она увеличилась почти в 2 раза, достигнув частоты в 0,55%. Анализ показал, что 15% случаев развития высотной декомпрессионной болезни наблюдались при снижении внутрикабинного давления, равного высоте 5486 м, в 63% – при высоте 5486–7620 м и в 22% – при высоте более 7620 м.

По данным, представленным R. Bason, в контингенте военноморской авиации США за период с 1969 по 1990 г. возникновение высотной декомпрессионной болезни наблюдалось в 12 полетах у 15 членов экипажей. В 6 полетах причиной, вызвавшей декомпрессионные расстройства, была неисправность системы герметизации кабины самолета, в 5 полетах причиной служила разгерметизация кабины во время полета. В 1 случае причиной послужило состоявшееся накануне подводное погружение. В случаях нарушения герметичности кабины высотно-декомпрессионная болезнь возникала на высотах 8839–11 582 м. В последнем случае ВДБ возникла на высоте 305 м у пилота вертолета, который нарушил правила декомпрессионной безопасности и за день до полета два раза совершил водные погружения с аквалангом на глубину 30 м и 20 м.

По данным сводки, приведенной T. Webb (2011), рассматривалось 16 случаев высотной декомпрессионной болезни, проявившихся с 2002 по 2009 г. у пилотов U-2 Военно-воздушных сил США. Из этих 16 случаев в 12 основными симптомами высотной декомпрессионной болезни являлись неврологические расстройства, такие как парестезии, онемения рук, головные боли, крайняя усталость. 4 случая являлись жизнеугрожающими, доминирующими симптомами являлись мраморность кожных покровов, тяжелые загридинные боли. При этом, как отмечает автор, техническими специалистами в самолетах не было выявлено дефектов подачи кислорода, не нарушалась герметичность кабины, все пилоты были здоровы и соблюдали правила декомпрессионной безопасности.

Точную статистику летных происшествий в авиации РФ, произошедших по причине высотной декомпрессионной болезни, подсчитать не представляется возможным. В отечественной классифи-

кации причины возникновения авиационных происшествий ВДБ отдельно не учитываются. Однако на Всеармейской конференции «Актуальные проблемы авиационной медицины», проходившей в стенах Военно-медицинской академии в 2010 г., в выступлении руководителя Департамента службы безопасности полетов авиации ВС РФ С.Д. Байнетова было уделено внимание 2 авиационным катастрофам: Су-25 в 2006 г. (7000 м) и МиГ-29 в 2009 г. (11 000 м). Одной из причин гибели летчиков являлось развитие высотной декомпрессионной болезни (Благинин А.А., 2012, Дворников М.В., 2019).

Кроме боевой авиации, риск развития ВДБ может наблюдаться у парашютистов, совершающих высотные прыжки с больших высот. Данные А. Pilmanis (2010) показывают, что в ходе миссии CV-22 Osprey (десантный конвертоплан) ВДБ наблюдалось в 20% случаев, а при парашютных прыжках миссий НАНО (High Altitude High Opening – Высотные парашютные прыжки с высотным раскрытием) на высоте 9144 м возникновение ВДБ может достигать 40% (Webb, J.T., 2011).

В последние годы возросла частота использования и частных самолетов с негерметичной кабиной, способных набирать высоту более 5000 м. При управлении такими самолетами на больших высотах есть высокий риск столкнуться с проявлениями высотной декомпрессионной болезни. Встречаются описания возникновения у таких пилотов высотной декомпрессионной болезни (Wolf C. et al., 1989; Black W., DeHart R., 1992), даже с летальным исходом. Y. Neubauer et al. (1988) описали случай гибели пилота в возрасте 51 год, у которого на 30-й минуте полета на высоте 8534 м развилась тяжелая высотная декомпрессионная болезнь.

Также ВДБ может встречаться и при барокамерных подъемах. S. Piwinski в 1986 г. опубликовал ретроспективный анализ барокамерных испытаний, проведенных в Школе авиационной медицины Военно-воздушных сил США с 1980 по 1985 г. Подъемы проводились по стандартной схеме барокамерных испытаний на высоты 7620 м, 10 668 м и 13 716 м. Суммарно было выполнено 14 545 испытаний, из них высотная декомпрессионная болезнь была отмечена в 20 случаях, что эквивалентно 138 случаям на 100 000 подъемов. По данным, представленным N. Baumgartner и R. Weien (1992), на 239 343 подъемов в барокамере, проведенных в военно-воздушных силах США с 1985 по 1987 г. с целью тренировки летного состава,

отмечено 282 случая развития симптомов высотной декомпрессионной болезни. Из 80 048 подъемов на высоту до 7620 м декомпрессионные расстройства наблюдались в 34 случаях. При подъеме на высоты более 7620 м было отмечено 248 случаев развития декомпрессионных расстройств из 157 249 подъемов.

По данным R. Weien (1992), за 6-летний период с 1984 по 1989 г. в Школе авиационной медицины военно-воздушных сил США было проведено 21 498 барокамерных испытаний, в 42 из них возникали симптомы высотной декомпрессионной болезни, что соответствует 195 случаям на 100 000 высотных испытаний. При этом автор отмечает, что частота встречаемости декомпрессионных расстройств у курсантов, проходящих обследование, немного ниже, чем у лиц, постоянно работающих в барокамере.

Высокий процент развития высотной декомпрессионной болезни был отмечен также научными сотрудниками, проводившими наблюдение за 8 обследуемыми в ходе 40-дневной нарастающей гипоксии и снижения давления в барокамере во время американо-канадского эксперимента «Эверест-2» в США в 1985 г. (Malconian M. et al., 1987). Частоту возникновения высотных декомпрессионных расстройств изучали у 23 человек во время повторных воздействий пониженного парциального давления, эквивалентных давлению в диапазоне высот 4572–8839 м. Перед каждым подъемом в барокамере обследуемые проходили процедуру десатурации организма от азота путем вдыхания 100% кислорода в течение 30–60 мин. Скорость подъема составляла 610 м/мин. Было показано, что появление симптомов декомпрессионной болезни составляло 2,7% на имитированных высотах 4572–6096 м, на высотах 6400–7670 м составило 14,6% и на высотах 7925–8839 м – 29,7%.

Во время аналогичного 32-дневного эксперимента «Эверест-3» во Франции в 1997 г. (Molenat F., et al., 2000) также рассматривалась частота возникновения симптомов высотной декомпрессионной болезни и проводились 2D-эхокардиография и импульсная доплерография с последующей оценкой по шкале М. Спенсера. В эксперименте участвовало 8 человек во время повторных воздействий пониженного парциального давления, эквивалентных давлению в диапазоне высот 4572–8848 м. Перед каждым подъемом в барокамере обследуемые проходили процедуру десатурации орга-

низма от азота путем вдыхания 100% кислорода в течение 60 мин. Скорость подъема составляла 600 м/мин. При этом частота проявлений высотной декомпрессионной болезни составила 37,5% на имитируемой высоте выше 8000 м и 15,6% на имитируемой высоте в 6000 м. Также авторы отмечают, что образование внутрисосудистых пузырьков во время подъемов происходило в 80% случаев. Распределение по шкале Спенсера составило: 0 баллов – 1,5%; 2 балла – 10,5%; 3 балла – 19%; 4 балла – 48%. Правда, автор отмечает, что данное распределение приведено для высот 8000 м и более.

В период с 1975 по 1985 г. коллективом сотрудников Института биофизики МЗ СССР с участием 130 испытателей проведено 2444 высотных исследования с апробацией различных режимов декомпрессии. В ходе данной работы было отмечено 250 случаев развития высотной декомпрессионной болезни, что составляет 10,2% от общего количества проведенных исследований (Вакар М.И. и др., 1985; Исеев Л.Р. и др. 1988). В период с 1984 по 1990 г. в этом же институте при участии 84 испытателей было проведено 2398 барокамерных подъемов на различные высоты с использованием ультразвукового доплеровского детектора газовых пузырьков. Проявления симптомов высотной декомпрессионной болезни наблюдалось в 124 случаях, а появление внутрисосудистого газообразования фиксировали в 657 случаях, что соответствует 5,17% и 27,4% соответственно (Чадов В.И., 2005).

В лаборатории Института медико-биологических проблем МЗ СССР в период с 1971 по 1974 г. при участии 61 обследуемого было выполнено 379 различных подъемов на высоты от 6000 до 11 000 м. Симптомы высотной декомпрессионной болезни были выявлены в 229 экспериментах у 56 обследуемых, что составляет 60,4% к общему количеству выполненных исследований и 91,8% по отношению к общему числу участников эксперимента. Также в этом институте в 1996 г. была завершена работа, в ходе которой было выполнено 1778 подъемов на высоты 5 000–11 000 м, с проведением однотипной мышечной работы. Суммарная частота возникновения симптомов высотной декомпрессионной болезни составила 52,4%, что равно 931 случаю. Из этих случаев распределение симптомов ВДБ на высотах составило: 5000 м – 7%, 6000 м – 9%, 7000 м – 49%, 8100 м – 67% и 11 000 м – 100% (Катунцев В.П., 1996).

8.3. Механизмы и условия образования газовых пузырьков в организме при декомпрессии

В 1908 г. J. Haldane, G. Damant, A. Boycott предложили расчет режимов ступенчатой декомпрессии, в основу которой легли наблюдения Haldane. Он обратил внимание на тот факт, что возникновение декомпрессионной болезни у кессонных рабочих и водолазов происходит на поверхности после длительного пребывания в атмосфере с давлением, превышающим 2,25 атм. На основании данных наблюдений J. Haldane сделал предположение о том, что возникновение симптомов декомпрессионной болезни и образование внутри организма газовых пузырьков происходят, если кратность перепада давления превышает 2,25 атм. В дальнейшем это послужило началом образования теоретических воззрений, согласно которым азот, а равно и другие индифферентные газы могут удерживаться в перенасыщенных крови и тканях организма без образования газовых пузырьков до тех пор, как не будет превышен определенный уровень (степень) перенасыщения (В.П. Катунцев 1975).

В направлении развития теории Haldane в стенах Военно-медицинской академии видным российским физиологом А.П. Бресткиным были выполнены экспериментальные исследования по изучению декомпрессионного газообразования (1952, 1958, 1964). Автор изучал процессы образования газовых пузырьков. Для этого он проводил опыты как *in vitro*, так и при использовании лабораторных животных. В опытах *in vitro* исследования проводились с применением различных газов (азот, углекислый газ, гелий) и различных по своим физико-химическим свойствам жидкостей (вода, водный раствор хлористого натрия, глицерин, октиловый спирт и бензол). В своих опытах автор показал, что появление газовых пузырьков наблюдаются лишь при определенных степенях перенасыщения растворов газами. При этом величина коэффициентов предельных степеней перенасыщения, при которых происходило появление газовых пузырьков, была разная и зависела как от природы растворяемого газа, так и от свойств жидкости. В опытах на животных автор показал, что кровь, костный мозг и в особенности жировая ткань обладают большой вязкостью и хорошо растворяют азот, в то время как синовиальная жидкость, лимфа и серозная жидкость обладают небольшой вязкостью и плохо удерживают азот.

Исследования А.П. Бресткина оказали большое влияние на формирование отечественной школы барофизиологов в 1950-е гг. В те годы способность удерживать индифферентные газы в состоянии перенасыщенного раствора трактовалась как специфическое свойство ткани, зависящее от совокупности её биохимических, физико-химических и морфологических особенностей (Зараковский Г.М., 1959).

Попытка определить механизм образования свободной газовой фазы в перенасыщенных растворах с помощью кавитационной прочности жидкости привела к появлению теории метастабильных состояний. Согласно данной теории, образование растущих газовых пузырьков в перенасыщенных растворах при декомпрессии возможно лишь при наличии в них газовых зародышей, критического для данной степени перенасыщения размеров.

Процессы кавитации жидкости, приводящие к образованию в ней жизнеспособных газовых пузырьков, в настоящий момент хорошо изучены. Данные методы включают кавитацию с помощью частиц высокой энергии (Sette D., Winderlingh F., 1967), механического давления (Harvey E., 1951), ультразвука (Willard G., 1953), турбулентного потока (Dean R., 1944) и ряда других воздействий.

В практической ситуации, по-видимому, наиболее часто приходится сталкиваться с акустической кавитацией, происходящей в жидкости при прохождении через нее звуковых и ультразвуковых волн, и с гидродинамической кавитацией, возникающей в местах сужения и вихревых зонах потока жидкости (Николаев, В.П., 1990).

Образование газовых пузырьков при наличии в жидкости газовых зародышей происходит даже при незначительном изменении барометрического давления. В 1988 г. Р.Д. Ванн выявил, что газовые зародыши способны превращаться в газовые пузырьки при перенасыщении всего $0,21 \text{ кг/см}^2$. Также экспериментально показано, что если газовые зародыши отсутствуют (при их исключении из жидкости с помощью центрифугирования раствора, отстаивания или повышения давления), то жидкость является устойчивой к очень большим изменениям давления. Исследования различных свойств жидкости, показывают, что кавитация воды требует отрицательных давлений, равных тысячам атмосфер (Fischer I., 1948). В 1951 г. Е. Harvey показал, что образование *de novo* пузырьков возможно в воде только при снижении барометрического давления на 100–1000

атмосфер. Интенсивное центрифугирование жидкости дает возможность удалить так называемые макроядра, т.е. такие газовые зародыши, которые способны вырастать в пузырьки при давлении паров воды при температуре 220°C. Также газовые зародыши возможно удалить лишь путем их растворения. Для этого жидкость подвергают быстрой очень высокой компрессии до 800–1000 атмосфер (Harvey E., 1951). А.М. Генин в 1950 г. также описал гибель газовых зародышей при выдержке контактирующего с окружающим воздухом раствора в течение 1 месяца при давлении 1 атм. и при 2-дневной экспозиции без допуска воздуха при давлении 100–150 атм.

В связи с тем, что возникновение декомпрессионной болезни происходит при весьма умеренных изменениях барометрического давления, можно утверждать, что в организме человека и животных постоянно действуют механизмы образования газовых зародышей (Генин А.М., 1950; Николаев В.П., 1971; Albano G., 1965; Albano G., Columba M., 1971 и др.). Устойчивость газовых зародышей, сформированных в биологических жидкостях и тканях организма, зависит от их формы, физико-химических свойств окружающих тканей и размера. Стабилизация сферических газовых зародышей и пузырьков определяется уравнением Лапласа:

$$P_{гп.} = P_{ж.с.} + 2\sigma/R,$$

где $P_{гп.}$ — давление газа внутри пузырька (зародыша); $P_{ж.с.}$ — давление окружающей пузырек (зародыш) жидкой среды; σ — величина поверхностного натяжения жидкой среды; R — радиус пузырька (зародыша).

При этом для жизнеспособного газового пузырька радиусом в 1 микрон при температуре 250°C требуется противодействие силе поверхностного натяжения в размере давления 143 атм., а для еще более мелких пузырьков должно достигать еще более высоких значений давления внутри газового пузырька (Powell, 1992). Иначе под действием сил поверхностного натяжения будет происходить сжатие пузырька и его растворение.

В самой крови газовые пузырьки обнаруживаются довольно редко (Harvey E., 1951; Stehbeus W., 1965; Ikels K., 1969, 1970). Гораздо чаще их можно найти на стенках кровеносных сосудов (Harvey E.N., 1951). Сферические газовые зародыши размером 10^{-3} – 10^{-5} см при давлении 1 атм., как правило, нестабильны и быстро самопроизвольно исчезают. Однако асферические ядра, локализованные в

острых углах конусообразных полостей, микротрещинах сосудов или мельчайших нишах внутри биоструктур, могут длительное время находиться в стабильном состоянии и при декомпрессии исполнять роль ядер формирования растущих газовых пузырьков. В конических углублениях на гидрофильных поверхностях газовые зародыши могут полностью стабилизироваться при незначительном перенасыщении жидкости газом, а в углублениях на гидрофобных поверхностях их стабилизация возможна при окружающем давлении, близком нулевому.

В поисках ответа на вопрос об устойчивости газовых зародышей, образованных в жидкостях и крови организма, рядом авторов было выдвинуто несколько концепций. Данные концепции предполагали формирование вокруг газовых зародышей защитного слоя, стабилизирующих и препятствующих их рассасыванию. Fox и Herzfeld в 1954 г. выдвинули идею, что стабилизирующий защитный слой состоит из органических веществ. В.А. Акуличев (1966) рассматривал электрически заряженные частицы (ионы) как слой, который при достижении определенного критического радиуса газового зародыша замедлял его сужение и стабилизировал его. На наш взгляд, в наибольшей степени заслуживает внимания концепция поверхностно-активных веществ. А.П. Бресткин (1952) в своих экспериментах по введению поверхностно-активных веществ в жидкости отметил, что устойчивость перенасыщенных газов растворов при этом увеличивается. В дальнейшем эту теорию доказал Yount в 1977 г., а наш соотечественник И.А. Войцехович в 1990 г. на основании свойств молекул и монослоев поверхностно-активных веществ математически описал перераспределение поверхностных и объемных сил в микропузырьках с оболочкой из поверхностно-активных веществ и показал, что в системах, содержащих поверхностно-активные вещества, в условиях нормального давления всегда присутствуют газовые зародыши с радиусом, меньшим, чем критический. Стоит также подчеркнуть, что самым распространенным механизмом динамической стабилизации спонтанно рождающихся в крови и жидкостях газовых зародышей является хаотическое столкновение их друг с другом, приводящее к слиянию в более крупные и, следовательно, более устойчивые и более длительно живущие образования газовой фазы. Приобретая оболочку из поверхностно-активных веществ, газовые зародыши значительно удлиняют время

своей жизни и получают в результате этого еще больше шансов для столкновения, слияния друг с другом и, в конечном счете, самоукрупнения (Николаев, В.П., 1990).

Наличие газовых зародышей в жидких средах организма можно объяснить как эндогенным, так и экзогенным происхождением. Эндогенное происхождение газовых зародышей в тканях и крови организма возможно объяснить тем, что микроструктурные элементы жидких сред организма и поверхностно-активные вещества замедляют растворение некоторой части спонтанно рождающихся газовых зародышей и способствуют возможности столкновения и слияния их друг с другом. Самым благоприятным условием для замедления растворения газовых зародышей и их укрупнения является наличие участков в организме с пониженным давлением. Так, в кровеносном русле очаги пониженного давления постоянно существуют в местах сужения и в вихревых зонах кровотока и эпизодически возникают в местах спадания и последующего разъединения стенок сосудов, а также в местах растяжения капиллярного русла под действием сокращения и релаксации мышц.

Размер и количество газовых зародышей как в крови, так и в тканях в значительной мере зависят от общего уровня и специфики двигательной активности. Двигательная активность человека или животного должна приводить к повышению интенсивности формирования в теле крупных газовых зародышей и, следовательно, повышать вероятность развития декомпрессионной болезни при изменении барометрического давления. Если организм находится в абсолютном покое или анабиозе, при котором деятельность всех физиологических функций протекает на возможно минимальном уровне, формирование в организме крупных газовых зародышей прекращается, а существующие газовые зародыши исчезают. Это было доказано в опытах А.М. Генина (1950) на сусликах, находящихся в состоянии зимней спячки. При проведении барокамерных подъемов от 760 до 10 мм рт. ст. у животных не происходило образование газовых пузырьков.

В дальнейшем Buckles (1968), Evans и Walder (1969), Vann et al. (1980), McDonough и Hemmingsen (1984, 1985) подтвердили в своих работах, что образование газовых пузырьков в живом организме происходит из газовых зародышей и зависит от уровня физической активности данного организма. Стоит отметить, что летная

деятельность не связана с физическими нагрузками напрямую, но вследствие действия факторов полета организм летчика испытывает высокое физиологическое напряжение, которое можно приравнять к средней физической нагрузке.

Стоит отметить также гипотезу об экзогенном происхождении газовых зародышей. Она была сформулирована М.И. Якобсоном (1950) в его «эндогенно-экзогенной» теории этиологии кессонной болезни. М.И. Якобсон (1950) выдвинул идею о том, что, помимо перенасыщения тканей растворенными в них газами, вторым необходимым условием для образования газовых пузырьков и возникновения декомпрессионной болезни является поступление в кровь и ткани газовых зародышей извне. Основывая свои заключения на работах J. Ewald и R. Kobert (1883), Hill L. (1912), M. Harris et al. (1945), он заключил, что при декомпрессии газовые зародыши могут попадать в кровь двумя путями: из альвеолярного воздуха и из полости кишечника. По мнению М.И. Якобсона, условием для проникновения газовых зародышей через естественные мембраны в кровь является даже небольшое повышение внутрилегочного и внутрикишечного давления, данные процессы почти всегда сопутствуют декомпрессии.

Однако М.И. Якобсон (1950) не подкрепил свою теорию с помощью результатов собственных исследований. В своей работе он ограничился лишь ссылками на данные, опубликованные в литературе, собственными теоретическими рассуждениями и рассмотрением отдельных случаев возникновения декомпрессионной болезни у кессонных рабочих и водолазов при натуживании, чихании, кашле. Эта теория вызвала острую критику представителей ленинградской школы барофизиологов. В середине 1950-х гг. в баролаборатории Военно-медицинской академии специальные исследования, возглавляемые А.П. Бресткиным, не смогли выявить существенного провоцирующего влияния дыхания под избыточным давлением и метеоризма на риск развития высотной декомпрессионной и кессонной болезни у человека (Бресткин А.П., 1952; Граменицкий П.М., 1974). Бресткин А.П. (1952) допускал проникновение газовых ядер и пузырьков в кровотоке извне только при крайне резком повышении внутрилегочного и внутрикишечного давления, которое должно было вызывать повреждение и разрыв легочной паренхимы и стенок желудочно-кишечного тракта (Емельянов, Ю.А., 2012).

В ряде работ, посвященных биофизическим аспектам воздействия декомпрессии на организм, некоторые авторы вновь подняли вопрос об «эндогенно-экзогенной» теории, поддерживая концепцию М.И. Якобсона и экспериментально доказывая реальную возможность случайного проникновения микроскопических газовых ядер из легких в кровь (Николаев В.П., 1990; Van Liew, 1992; 2007). Так, Van Liew (2007) выявил, что перенос микроскопических газовых ядер в кровь может осуществляться вакуолями клеток альвеолярно-капиллярного барьера, которые способны обволакивать своей мембраной не только белковые молекулы, но и мельчайшие газовые ядра альвеолярного воздуха. Газовые ядра сохраняются в легочной ткани благодаря наличию у них оболочки из сурфактанта (Емельянов Ю.А., 2012).

В связи с этим мы пока не можем точно ответить на вопрос, при какой степени перенасыщения тканей организма в них могут возникать газовые пузырьки, вызывающие развитие высотной декомпрессионной болезни. С теоретической точки зрения, можно лишь утверждать, что появление газовых пузырьков в тканях становится возможным при снижении давления с 760 до 700 мм рт. ст., а высота 3048 м является минимальной высотой, при подъеме на которую зарегистрировано возникновение у человека симптомов ВДБ (Катунцев В.П., 1996, Чадов В.И., 2005, Антонов А.А., 2003, Филипенков С.Н., 2015).

8.4. Симптомы высотной декомпрессионной болезни

Клиническое течение и тяжесть заболевания во многом зависят от количества газовых пузырьков, их размеров, мест образования, скорости роста и рассасывания.

По современной классификации в России ВДБ различают следующие формы заболевания: костно-суставная, легочная, нейрциркуляторная, неврологическая, смешанная.

Костно-суставная форма встречается чаще других форм (90% случаев), это обусловлено двумя причинами. Первая заключается в том, что суставные сумки бедно снабжены кровеносными сосудами, через кровоток которых осуществляется удаление азота из тканей. Суть второй состоит в том, что в крупных суставах больше синовиальной жидкости, имеющей самый низкий коэффициент перенасыщения, поэтому в них образуется больше газовых пузырьков

ков, раздражающих болевые рецепторы. Различают 3 стадии: легкую, среднюю и тяжелую. При легкой стадии боли в области суставов небольшой интенсивности они возникают при движении, проходят самостоятельно на «высоте». Средняя стадия характеризуется терпимыми болями, которые могут нарастать и исчезать после спуска с «высоты». Интенсивные боли и резкое ухудшение общего состояния человека наблюдаются при тяжелой стадии. Чаще поражаются коленные, локтевые, голеностопные суставы, реже – тазобедренные. Могут возникать иные проявления в виде поражения кожи, ощущения зуда, проявления высыпаний типа крапивницы, отечности и изменения цвета пораженного участка. В 10% случаев кожные симптомы предшествуют развитию тяжелой формы ВДБ.

Легочная форма ВДБ относится к тяжелым проявлениям болезни из-за опасности развития коллаптоидного состояния. При этой форме отмечается боль в груди, сухой кашель, преимущественно на вдохе, приступы удушья. Может наступить потеря сознания или развиваться коллапс.

Нейроциркуляторная форма ВДБ характеризуется симптомами со стороны сердечно-сосудистой системы, возможностью развития вазомоторного коллапса и потери сознания. Причинами коллапса являются множественная эмболия газовыми пузырьками сосудов малого и большого круга кровообращения, а также выход плазмы крови из сосудистого русла. В легких случаях может наблюдаться лишь гипотония и расстройство сердечного ритма.

Неврологическая форма ВДБ представляет собой одну из тяжелых форм болезни. При этом отмечается общее недомогание, головная боль, могут возникать клонические судороги, а также появление симптомов, характерных для локального поражения головного мозга (геми- или монопарезы, геми- или параплегии, афазия).

Смешанная форма болезни характеризуется различным сочетанием симптомов. Особенно необходимо отметить то, что ВДБ может протекать со светлыми промежутками. Это обуславливает необходимость медицинского наблюдения за заболевшими в течение суток и после исчезновения симптомов заболевания. В настоящее время большое значение для выявления газовых пузырьков имеет ультразвуковая диагностика.

В 2010 г. на семинаре по авиационной и космической медицине в США профессором Andrew Pilmanis была представлена данная форма распределения симптомов (Pilmanis, A.A., 2010):

Суставные/мышечные симптомы (72%):

Суставная боль (70%).

Мышечная боль (2%).

Кожные проявления (19%):

Ощущение жара/озноб (1%).

Парестезия (покалывание, ползание мурашек) (13%).

Зуд (3%).

Пятнистость кожи (2%).

Серьезные симптомы (6,6%):

Атаксия (несогласованные движения) (0,1%).

Сужение полей зрения (пелена перед глазами) (0,1%).

Холодный пот (0,6%).

Кашель (0,8%).

Головокружение (0,4%).

Одышка (0,9%).

Отек (0,1%).

Утомление (0,1%).

Головная боль (0,6%).

Гиперестезия (повышенная чувствительность) (0,1%).

Легкие головокружения (0,3%).

Потеря сознания (0,1%).

Мышечная слабость (включая паралич) (0,3%).

Тошнота (0,6%).

Онемение (0,5%).

Стеснение в груди (0,9%).

Тремор; судороги (0,1%).

Другие (2,4%).

8.5. Диагностика и лечение высотной декомпрессионной болезни

В настоящее время фактически нет объективных критериев, позволяющих адекватно оценить степень декомпрессионных нарушений, за исключением, пожалуй, метода ультразвуковой эхолокации декомпрессионных газовых пузырьков, который не всегда позволяет оперативно оценить состояние больного в связи с отсутствием у постели больного необходимого оборудования.

Важным преимуществом этого метода является его относительная безопасность. С помощью этого метода можно определять величину пересыщения тканей индифферентным газом (величину, при которой регистрируются первые устойчивые газовые пузырьки) и контролировать безопасность декомпрессии, ориентируясь непосредственно на интенсивность газообразования (Зверев Д.П., 2021).

Данный метод позволяет достоверно установить наличие внутрисосудистого газообразования, оценить тяжесть заболевания, наличие «немых» газовых пузырьков и эффективность проведенного лечения (Катунцев В.П., 1996, Емельянов Ю.А., 2012, Мясников А.А., 2013). УЗИ Допплера проводят в проекции легочной артерии в районе 4 межреберья по парастернальной линии слева и определяют наличие звуковых шумов от движения газовых пузырьков. Вместе с тем, метод ультразвуковой локации газовых пузырьков с использованием эффекта Допплера не всегда позволяет точно оценить безопасность декомпрессии, так как вероятность образования газовых пузырьков значительно превышает вероятность развития ДБ. К недостаткам метода следует также отнести и то, что метод регистрирует в первые 2–5 ч после декомпрессии сравнительно крупные газовые пузырьки, имеющие радиус не менее 15–20 мкм.

До сих пор научно не разработаны надежные критерии лабораторной диагностики декомпрессионных нарушений. В связи с этим работа по лабораторной диагностике декомпрессионных расстройств у человека, представленная А.В. Старавойтом в 2011 г., демонстрирует, что клинико-лабораторные показатели, такие как общие количество лейкоцитов, количество сегментоядерных нейтрофильных лейкоцитов и СОЭ в периферической крови, могут быть объективными показателями наличия ВДБ. В своей работе А.В. Старавойт показал, что в венозной крови сразу после декомпрессии обнаруживаются юные формы нейтрофилов в количестве до 2% и через 24 ч после гипобарического воздействия идентифицируются плазматические клетки в количестве до 1%, несмотря на то, что в нормальных условиях эти формы лейкоцитов в периферической крови никогда не встречаются. Ускорение СОЭ сразу после декомпрессии до 73% от начального значения на фоне увеличения количества лейкоцитов в крови (до 22% относительно исходного уровня) являются признаками умеренного декомпрессионного внутрисосудистого газообразования (Старавойт А.В., 2011).

Своевременная диагностика ВДБ обеспечивает раннее начало лечения и тем самым позволяет достигнуть полного выздоровления пострадавшего и снизить риск развития рецидива.

Проведение лечебных мероприятий при высотной декомпрессионной болезни должно быть направлено на быстрое купирование клинических проявлений данного заболевания, уменьшение размеров образовавшихся в организме газовых пузырьков, ускоренное растворение их в крови и тканях. Поддержание адекватной оксигенации тканей и устранение локальной ишемии и функциональных нарушений обусловлены вторичным действием газовых пузырьков на форменные элементы крови и белковые структуры.

В настоящее время предлагается рассматривать как патогенетический метод лечения высотной декомпрессионной болезни повышение барометрического давления до 1 атм. и выше, а также дыхание чистым кислородом.

Основные звенья механизма купирования высотных декомпрессионных расстройств с помощью гипербарической оксигенации можно представить в следующей форме. Компрессия тканей приводит к сжатию газовых пузырьков и одновременно повышает газовую емкость крови и тканей. Затем увеличивается градиент pN_2 в системе «газовый пузырек – кровь – легкие», что приводит к ускоренному рассасыванию и элиминации газовых пузырьков и сформировавшихся аэроэмболов. Повышение pO_2 приводит к снижению локальной ишемии, гипоксии и ацидоза тканей, восстанавливает кровоток, микроциркуляцию и давление в артериях, нормализует клеточный метаболизм (Ушаков И.Б., 2007).

В начале XX в. гипербарическая терапия не использовалась как средство лечения высотной декомпрессионной болезни, хотя на целесообразность применения этого метода в 1945 г. указывал А. Behnke.

Повышенное давление как метод лечения высотной декомпрессионной болезни стал применяться в 1959 г. V. Donnell и С. Norton (1960) описывают, что у 39-летнего летчика возникли симптомы сердечно-сосудистого коллапса, удушья и пареза левой верхней конечности при подъеме в барокамере на высоту 13 106 м. После спуска на землю он был подвергнут компрессии на сжатом воздухе до давления в 6 атм., во время компрессии состояние пострадавшего быстро улучшилось, также исчезли декомпрессионные нарушения.

Следующее успешное применение гипербарической терапии для лечения высотной декомпрессионной болезни было проведено в 1961 г. (Coburn K. et al., 1962). В этом же году Н. Bratt и R. Richardson (1962) описали результаты успешного лечения повышенным давлением 6 атм. пациента с нейроциркуляторным коллапсом, возникшим у него во время полета. В 1964 г. М. Goodman опубликовал результаты о 14 случаях высотной декомпрессионной болезни, для лечения которых было успешно применено повышенное давление от 2 до 6 атм. окружающей среды. В 1966 г. R. McIver и R. Kronenberg опубликовали положительные результаты применения гипербарической терапии при лечении 3 пациентов с легочной, а J. Davis et al. (1971) – 2 пациентов с неврологической формами высотной декомпрессионной болезни.

На первых этапах применения гипербарического лечения высотной декомпрессионной болезни использовали компрессию до 6 атм. и медленную (за 10–45 ч) декомпрессию до 1 атм. В некоторых случаях (Cannon и Gould, 1964) компрессию проводили только до давления, при котором исчезали клинические признаки заболевания. М. Goodman (1964) показал, что сочетание относительно небольшой компрессии с дыханием чистым кислородом может дать хороший эффект при лечении высотной декомпрессионной болезни. Функциональные нарушения, возникающие у животных в результате артериальной аэроэмболии, высотной декомпрессии и баротравме легких, при компрессии до 3 атм. в большинстве случаев также успешно купировались. В исследованиях, направленных на изучение факторов, влияющих на процессы растворения газовых пузырьков в тканях, было экспериментально доказано, что ликвидация газовых пузырьков происходит быстрее при увеличении давления окружающей среды выше 1 атм. (нормальное атмосферное давление). В ходе исследования (Downey et al., 1963; Van Liew, 1967) была показана существенная разница в скорости растворения газовых пузырьков при дыхании кислородом в условиях нормального давления и при давлении 3 атм.

С 1963 г. в ВВС США в школе авиакосмической медицины была образована группа по анализу случаев возникновения высотной декомпрессионной болезни и совершенствованию методов её лечения. В тот же год Workman и Goodman в ВМФ США были поведены исследования по поиску оптимальных режимов оксигенобароте-

рапии для лечения декомпрессионной болезни у водолазов. Наиболее эффективным оказалось использование дыхания кислорода при давлении 2,8 атм. с продолжением вдыхания чистого кислорода во время декомпрессии до давления уровня земли (Workman, 1968). Данные опыты легли в основу создания «кислородных» схем и позволили добиться успеха при лечении декомпрессионной болезни у водолазов в 94% случаев, и в 1967 г. были внедрены в практику ВМФ США (Workman и Sheffied, 1992). Впоследствии специалисты школы авиакосмической медицины адаптировали данные таблицы для авиационного профиля (Butler и Wolf, 2000).

Данные схемы лечения ВДБ используются в ВВС блока НАТО и в настоящее время. Они представляют собой протоколы лечения в модифицированных схемах № 5, № 6 и № 8 для лечения высотной декомпрессионной болезни. Схема № 5 используется только для лечения мышечно-суставной формы заболевания, не исчезающего после компрессии до 1 атм. Схема применяется при 20 минутах экспозиции дыханием O_2 при давлении 2,8 атм. Если мышечно-суставные боли не пропадают, то применяют схему № 6. Схема № 6 применяется для лечения тяжелых форм высотной декомпрессионной болезни. Она применяется при 40-минутной экспозиции при давлении 2,8 атм., дыхание O_2 прерывается каждые 20 мин на 5-минутный перерыв дыханием воздухом. Если терапевтический эффект не был достигнут и сохраняются жалобы, то лечение продолжают на 1,9 атм. в течение 100 мин с перерывами каждые 25 мин по 5 мин дыханием воздухом. С 2000 г. была введена новая схема лечения № 8, которая предлагает экспозицию 2 атм. в течение 2 ч. Каждые 30 мин проводят 10-минутные перерывы для дыхания воздухом. Данная схема предназначена для лечения всех форм высотной декомпрессионной болезни.

В нашей стране также была разработана схема лечения высотной декомпрессионной болезни с помощью гипербарической оксигенации. Она показала высокую степень эффективности в опытах на животных. Данная схема базируется на компрессии до 3 атм. и делится на 3 этапа в зависимости от тяжести заболевания. Первый этап (компрессия) в течение 20 мин до 3 атм., экспозиция в течение 30 мин при дыхании 100% O_2 . Затем декомпрессия в течение 10 мин до 1 атм. В случае сохранения жалоб площадка выдерживается еще 30 мин с перерывами каждые 10 мин на 5-минутное дыхание воздухом. Суммарное время экспозиции 60 мин.

Также, помимо гипербарической оксигенотерапии, разработана и нормобарическая оксигенотерапия, которая может быть альтернативой для лечения легкой формы высотной декомпрессионной болезни при невозможности использовать гипербарический метод, а также может использоваться для профилактики отсроченных симптомов высотной декомпрессионной болезни. Данный метод включает в себя 2-часовое дыхание 100% O₂ в условиях нормального барометрического давления (Rudge, 1992; Krause, Pilmanis, 2002).

Помимо оксигенобаротерапии, патогенетически обоснованным представляется также дополнительное проведение медикаментозной терапии. Для лечения декомпрессионной болезни в настоящее время находят применение следующие группы фармакологических препаратов: противовоспалительные средства, антитромбоцитарные, антигистаминные и антилипемические препараты, плазмозаменители, антикоагулянты, кортикостероиды. Как известно, существенную начальную роль в развитии тяжелых осложнений декомпрессионной болезни играет активация тромбоцитов. Поэтому на ранних и даже доклинических стадиях ее развития оправдано применение препаратов, снижающих их агрегацию, уменьшающих выделение вазоактивных медиаторов и тромбоцитарных факторов. Также необходимо обильное питье для предотвращения увеличения вязкости крови и замедления её циркуляции (Kempner G., 1992).

Применение плазмозаменителей, кортикостероидов и антикоагулянтов показано при развитии тяжелых системных декомпрессионных нарушений. Введение этих препаратов направлено на уменьшение вязкости крови, улучшение микроциркуляции, восстановление нарушенной сосудистой проницаемости, снятие отека тканей, подавление агрегации лейкоцитов, синтеза простагландинов и стабилизацию лизосомальных мембран. В очень тяжелых случаях при наличии медицинских показаний не исключено применение средств и методов оказания неотложной помощи (введение аналептиков, непрямой массаж сердца, искусственное дыхание, симптоматическая терапия). В целях повышения антиоксидантной защиты организма перед началом оксигенобаротерапии рекомендован прием витаминов А и Е (Емельянов, Ю.А., 2012).

ГЛАВА 9. ВЫСОТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ. ВЗРЫВНАЯ ДЕКОМПРЕССИЯ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

Человек, мечтая о полете, стремился преодолеть силу тяготения Земли и взмыть в облака, словно птица. Осуществив мечту, он столкнулся с новыми и до этого неизвестными для него условиями, факторами полета. Оказалось, что манящее ввысь небо было наполнено опасностью. С самого первого момента полета человека началось активное исследование возможностей человеческого организма, его работоспособности и жизнедеятельности в условиях экстремальной и враждебной среды разреженной атмосферы больших высот и вакуума космоса. С развитием авиационной техники любой вид полета, в том числе в космическом пространстве, стал возможным лишь на летательных аппаратах с использованием эффективных средств защиты от высоты. Таким образом стремительное развитие воздухоплавания, высотной авиации и космонавтики напрямую связано с разработкой высотных систем жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. Полет стал возможным благодаря изучению и решению как теоретических, так и прикладных вопросов защиты экипажей летательного аппарата от неблагоприятных факторов полета, и во многом это стало возможно благодаря моделированию факторов полета в наземных условиях при помощи специализированных тренажеров и стендов: гипобарической барокамеры, терморкамеры, статэргометра, авиационных тренажеров и т.д. Однако создание системы защитных средств не полностью решило проблемы обеспечения безопасности высотных полетов. Риск разгерметизации кабины летательного аппарата по типу взрывной декомпрессии является потенциальной опасностью любой герметической конструкции с избыточным давлением. Таким образом, важность психофизиологической подготовки летчика (экипажа) путем моделирования в наземных условиях разгерметизации кабины летательного аппарата по типу взрывной декомпрессии не утрачивает свою актуальность и по сей день. Ознакомление с физическими явлениями, возникающими при взрывной разгерметизации, а также алгоритмом срабатывания и функционирования аварий-

ных систем жизнеобеспечения путем их моделирования в наземных условиях позволяет летчику быстрее адаптироваться к новым условиям полета и минимизировать в условиях дефицита времени величину ошибочных действий при развитии нештатной ситуации. В связи с этим для постоянного обеспечения высокого уровня безопасности полетов, успешного выполнения учебных и боевых задач, наряду с высокими профессиональными навыками, отличным состоянием здоровья, теоретическими знаниями в области декомпрессионных расстройств, летчик должен обладать специальной психофизиологической подготовкой.

Первостепенное место в подготовке авиационного персонала к высотным полетам занимают барокамерные испытания. Моделирование в наземных условиях пониженного барометрического давления с помощью гипобарической барокамеры позволяет:

- ознакомить авиационных специалистов с действием на организм гипоксии умеренной и выраженной степени (при подъеме до высоты 6000 м) и разреженной атмосферы (при подъеме до высоты 13 500 м) при использовании комплекта кислородного оборудования и защитного снаряжения, а также для демонстрации защитных свойств комплекта кислородного оборудования;

- обучить авиационных специалистов действиям по устранению кислородного голодания и высотных декомпрессионных расстройств в случае их развития при выполнении высотных полетов;

- ознакомить с условиями пребывания и работы на высоте более 12 000 м при использовании комплекта кислородного оборудования и защитного снаряжения;

- определить индивидуальную реакцию организма на гипоксию, переносимость кратковременного кислородного голодания и колебаний барометрического давления, а также скрытых форм заболеваний и нарушений функционального состояния, снижающих устойчивость организма к высотным факторам;

- проводить медицинское освидетельствование авиационного персонала врачебно-летными комиссиями.

Анализ реакций сердечно-сосудистой системы и субъективных ощущений испытуемых на этапах подготовки, проведения и окончания барокамерного испытания позволяет оценить переносимость пробы. Наличие в современных гипобарических барокамерных комплексах системы объективного автоматического

многоканального медицинского контроля, системы автоматизированного психофизиологического тестирования и контроля позволяет дать объективную медицинскую оценку состояния испытуемого и обеспечивает должную психофизиологическую подготовку.

Этап подготовки к барокмерному подъему не менее важен, чем само исследование. Здесь важно и самочувствие самого авиационного специалиста, и техническая исправность барокамеры.

Не допускаются к проведению исследования (Бережнов Е.С., 1995):

- предъявившие жалобы на плохое самочувствие или плохой сон накануне обследования;

- нарушившие режим питания (состояние после приема пищи менее 1 ч и более 5 ч) и отдыха накануне обследования;

- имеющие острые инфекционные заболевания;

- перенесшие острые заболевания (в период реконвалесценции);

- страдающие острыми воспалительными процессами уха, горла, носа;

- имеющие повышенную температуру тела, лейкоцитоз, увеличение скорости оседания эритроцитов и при наличии других острофазовых реакций крови;

- принявшие лекарственные препараты в течение 3 сут до исследования;

- при выраженной реакции на обстановку обследования, сопровождающейся резким учащением пульса в покое (свыше 115 в минуту) и повышением уровня артериального давления: систолического – более 150 и менее 95 мм рт. ст., диастолического – более 90 и менее 60 мм рт. ст.;

- при выявлении (по данным ЭКГ) выраженных нарушений сердечного ритма, проводимости, признаков острой ишемии и других патологических симптомов.

Важна и техническая составляющая проведения подъема. Непосредственно перед проведением обследования техником барокамеры проверяется техническая готовность барокамеры, ее насосной группы, дистанционной системы аварийного кислородного питания, переговорного устройства и проводится корректировка исходных показателей высотомера. Врач лично проверяет подгонку и фиксацию кислородных масок, убеждается в исправности кислородной аппаратуры и наличии достаточного количества кислорода в баллонах.

Требования предъявляются и к барокамерному залу. Здесь должны быть предусмотрены укомплектованный шкаф для неотложной помощи, кушетка, кислородный прибор, дефибриллятор, электрокардиограф и носилки.

Перед подъемом в барокамере лицам, подлежащим испытанию, проводится медицинский контроль в объеме предполетного. При подъеме на высоту 13,5 км непосредственно перед подъемом врач дополнительно проводит:

- надевание и подгонку защитного снаряжения (высотный компенсирующий костюм, кислородная маска или герметический шлем);
- проверку герметичности надетой кислородной маски (или герметического шлема);
- регистрацию исходных физиологических показателей (частоты сердечных сокращений, артериального давления);
- проверку работоспособности и исправности кислородно-дыхательной аппаратуры и снаряжения путем создания вручную избыточного давления кислорода;
- 30-минутную десатурацию (дыхание 100% кислородом в барокамере на земле).

Стоит помнить, что независимо от целей проведения барокамерного подъема абсолютными показаниями к прекращению исследования в барокамере являются:

- выраженная тахикардия (свыше 140 в минуту);
- артериальная гипертензия (более 170 мм рт. ст.);
- нарастающая брадикардия и гипотония;
- электрокардиографические нарушения (частая или политопная экстрасистолия, синоаурикулярная блокада, миграция водителя ритма и другие патологические изменения);
- обморок, коллапс.

При появлении первых признаков ухудшения функционального состояния испытуемому дается кислород. В случае обморока производится «спуск» с максимально возможной скоростью до «высоты» 3000 м. Последующий «спуск» осуществляется со скоростью, не превышающей 50 м/с.

Применение гипобарических барокамер позволило изучить и решить теоретические и прикладные вопросы защиты экипажей летательного аппарата в высотном и стратосферном полете от декомпрессионных нарушений – барокавепатии,

высотной декомпрессионной болезни, высотной парогазовой эмфиземы. Экспериментально обоснованы этиопатогенез декомпрессионных нарушений при больших и резких изменениях давления — бароотопатии, высотном метеоризме, баротравме легких (Цивилашвили А.С., 1963, Violette F. 1961), десатурационная (азотная, газопузырьковая) этиология высотной декомпрессионной болезни (Головкин Л.Г., 1982), этиопатогенез высотной эмфиземы как следствие закипания жидкостей организма в крайне разреженной атмосфере (Коваленко Е.А., 1972, Махновский В.П., 1991). Было изучено влияние декомпрессионных расстройств на работоспособность летчика и разработаны средства защиты от данного фактора. Благодаря изменениям в конструкции гипобарических барокамер (появление отдельной камеры перепада) и их логической модернизации (ПБК-53, ТрБК-73, ТрБК-78, ПБК-70, стационарной барокамеры СБК-80) удалось контролируемо смоделировать взрывную декомпрессию и начать штатно проводить психофизиологическую подготовку летчиков с целью их ознакомления с взрывной декомпрессией. Были установлены оптимальные и допустимые режимы декомпрессионных воздействий применительно к различным условиям высотного полета, разработаны методы профилактики и лечения декомпрессионных нарушений (режимы питания, десатурация, рекомпрессия), экспериментально обоснованы и апробированы в реальных полетах эффективные технические средства защиты экипажей ЛА — герметические кабины, высотные скафандры, комплекты кислородного оборудования и снаряжения (Агаджанян Н.А., 2001, Черняков И.Н., 1991). Основа безопасности проводимых тренировок с летным составом в известной мере гарантировалась тем, что им предшествовали многочисленные опыты с животными (собаками, кроликами, крысами), в которых ориентировочно и выяснялась эффективность высотного снаряжения при действии изучаемых факторов предельной величины и экспозиции. К опытам на животных с соблюдением требований биомедицинской этики обращались и до сих пор обращаются в тех случаях, когда необходимые сведения могут быть получены только с помощью методов, применение которых невозможно в экспериментах с человеком, по причине опасности или гибели живого организма.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова сохранила и отстояла возможность моделирования в наземных условиях декомпрессионных расстройств с использованием животных и в настоящее время осуществляет это на самом современном, передовом отечественном оборудовании, объединенным в уникальный барокомплекс. Основной целью проведения моделирования являются: установление основных закономерностей влияния резкого изменения барометрического давления на функциональное состояние и работоспособность живого организма; изучение этиологии, патогенеза и клинической картины патологии, возникших при декомпрессионных расстройствах; определение физиологических обоснований методов, используемых для предотвращения неблагоприятного воздействия на организм человека изменений резкого изменения барометрического давления.

Для проведения экспериментов используется декомпрессионная барокамера для животных ВКЖ-300 объемом 0,3 м³ (рис. 21). Предназначена она для проведения исследовательских работ, направленных на изучение физиологического состояния живого организма, связанных с пребыванием в условиях измененного барометрического давления, в том числе проведения взрывной декомпрессии.

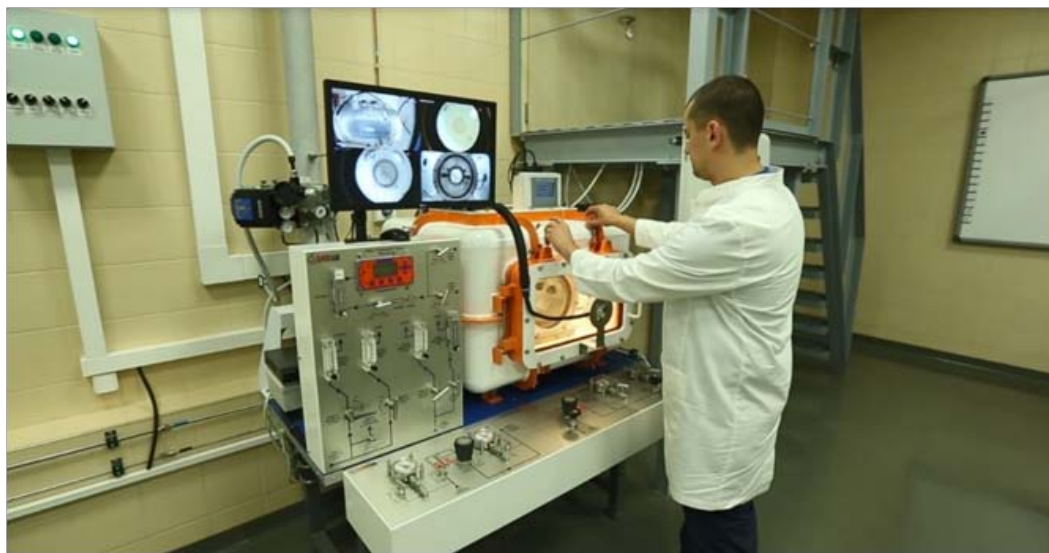


Рис. 21. Декомпрессионная барокамера для животных ВКЖ-300

Внутри декомпрессионной барокамеры для животных ВКЖ-300 помещается капсула (камера перепада КПЖ-20), имитирующая

герметичную кабину летательного аппарата с возможностью проведения взрывной декомпрессии (рис. 22).

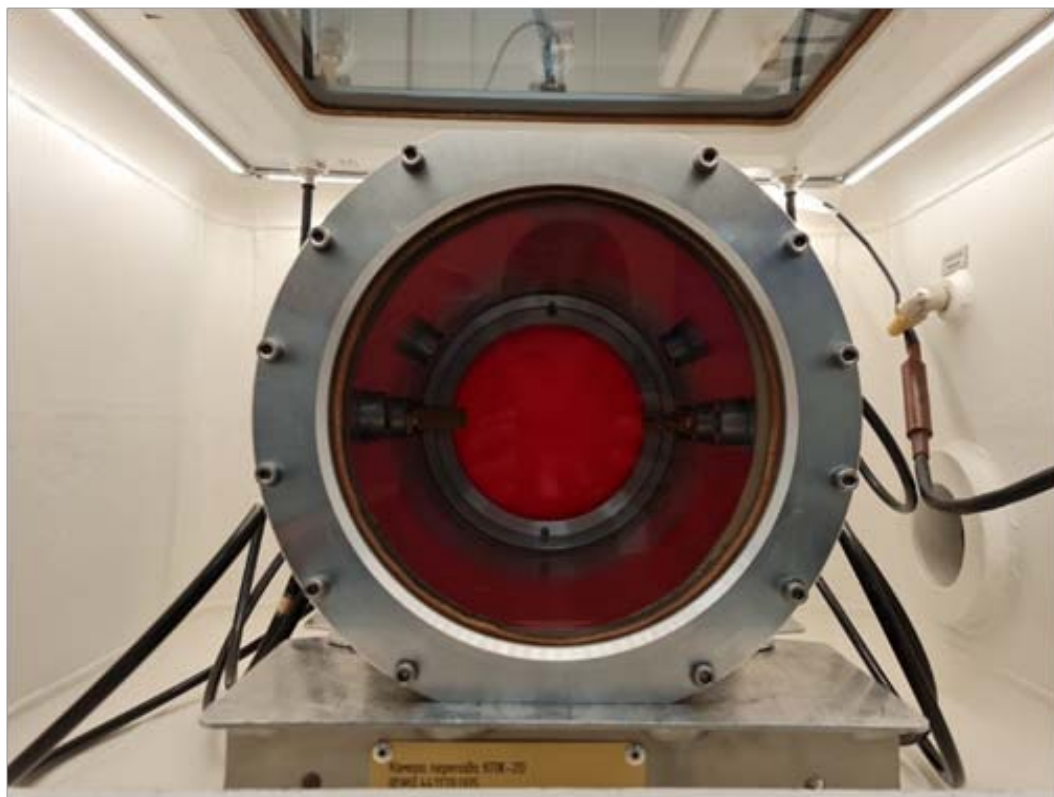
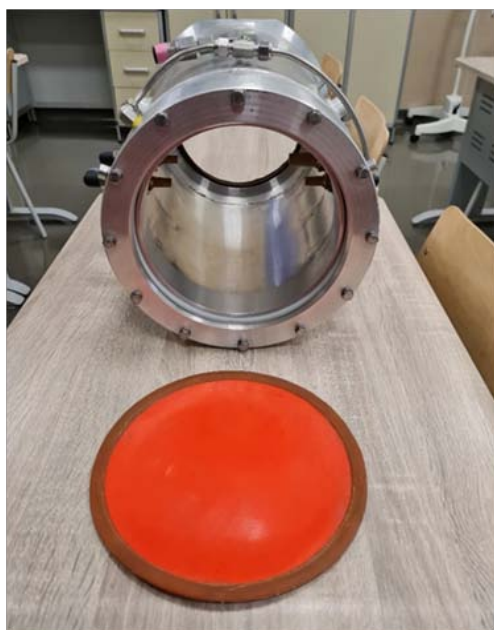


Рис. 22. Камера перепада КПЖ-20 – капсула

Капсула представляет собой камеру цилиндрической формы, одно из оснований которого закрыто стеклом, позволяющим вести наблюдение, а второе предназначено для помещения животного вовнутрь и герметизации его с помощью многоразовой мембраны (рис. 23).

На капсуле имеются разъемы для подключения систем жизнеобеспечения (газообеспечения), контроля газового состава внутрикабинного пространства и создания необходимого парциального давления, соответствующего высоте полета воздушного судна (рис. 24).



**Рис. 23. Мембрана капсулы
КПЖ-20**



**Рис. 24. Разъемы
системы газобеспечения капсулы
КПЖ-20**

С помощью барокамеры ВКЖ-300 (рис. 25) возможна имитация полета на высоте до 35 км, где атмосферное давление будет составлять 12 мм рт. ст. (рис. 26).

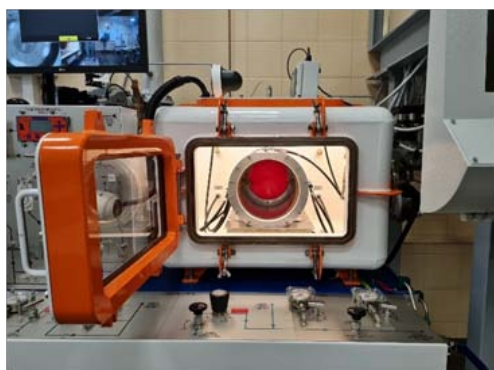
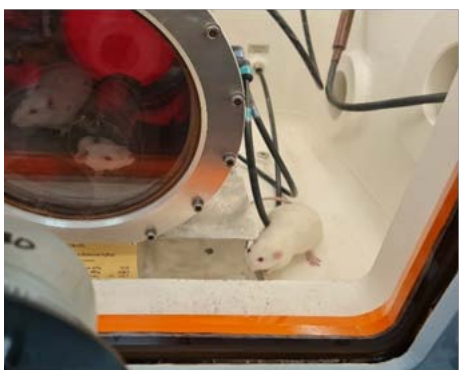


Рис. 25. ВКЖ-300



**Рис. 26. Исследуемые животные
в ВКЖ-300 и КПЖ-20**

Перед проведением опыта одна крыса помещается в барокамеру без средств защиты. Она будет испытывать на себе влияние атмосферного давления, эквивалентное высоте полета воздушного судна.

Вторая крыса без средств высотной защиты помещается внутрь капсулы, которая будет имитировать герметичный фюзеляж воздушного судна (рис. 27).

Третья крыса помещается в металлическую капсулу, в которой фиксируется (рис. 28). Капсула плотно засыпается песком (создание противодействия на тело животного, имитирующего действие высотного компенсирующего костюма), закрывается крышкой и размещается внутри капсулы, имитирующей кабину летательного аппарата.



Рис. 27.
Животное без средств защиты



Рис. 28.
**Животное в металлическом капсуле
(имитация ВКК)**

Установка герметизируется путем установки мембраны и помещается в барокамеру. Подсоединяются средства жизнеобеспечения и контроля, а также пневмоконтур запирающего устройства барокамеры.

Барокамера закрывается, и в ней создается разрежение, соответствующее высоте 7 км (рис. 29). Атмосферное давление на такой высоте соответствует 331 мм рт. ст. Изучаем воздействие на живой организм измененного барометрического давления.



Рис. 29. Животное в ВКЖ-300

Открытием перепускного крана в капсуле (имитирующей кабину летательного аппарата) создается барометрическое давление, соответствующее высоте 5 км, что соответствует 419 мм рт. ст. Для поддержания нормальной жизнедеятельности в капсуле постепенно происходит замещение смеси газов на чистый кислород, это имитирует работу штатной кислородной аппаратуры (кислородных масок, кислородных приборов и т. д.) в полете.

Перепускной кран закрывается, и в барокамере производится «подъем» до высоты 25 км, где барометрическое давление будет составлять 39 мм рт. ст. По команде осуществляется мгновенная разгерметизация капсулы путем снижения давления в пневмоконтуре фиксатора мембраны (аналогичный механизм запирающей мембраны используется в камере перепада гипобарической барокамеры БКПД 5-1, данное технологическое решение – уникальная отечественная разработка, имеющая свой собственный патент). Происходит мгновенная взрывная разгерметизация (рис. 30).



**Рис. 30.
Момент проведения
взрывной декомпрессии
(разгерметизации)**

Обращается внимание на шумовой эффект наподобие взрыва, хлопков, образование тумана в КПЖ-20 («кабине летательного аппарата») из-за конденсации паров при охлаждении расширяющегося воздуха, появление пыли вследствие перемещений и завихрений воздушных потоков. Давление в барокамере и в капсуле, имитирующей летательный аппарат, выравнивается. Затем производится быстрый спуск (моделирование экстренной посадки воздушного судна), давление выравнивается до наземного, 765 мм рт. ст. Животные извлекаются из барокамеры.

Крыса, находившаяся в барокамере без средств защиты, погибла в результате воздействия на нее острой гипоксии. Крыса, находившаяся в капсуле без средств защиты от воздействия высотных факторов полета, в результате взрывной декомпрессии мгновенно погибла из-за баротравмы легких. Крыса, которая была помещена в капсулу, плотно засыпанную песком (создание противодействия на тело животного, имитирующего действие высотного компенсирующего костюма) и которая также была помещена в капсулу, в результате взрывной декомпрессии выжила.

Производится последовательная аутопсия экспериментальных животных. Оценивается степень повреждения и изменения внутренних органов, тканей у наблюдаемых животных после взрывной декомпрессии. При взрывной декомпрессии в газосодержащих полостях и органах происходит мгновенное расширение газов и возникает избыточное, по отношению к внешнему, давление, т. е. создается положительный перепад давления. Это в первую очередь относится к легким, которые содержат много воздуха и сообщаются с атмосферой посредством сложной системы воздухоносных путей, затрудняющих истечение воздуха и выравнивание внутрилегочного давления с внешним. Быстрое и значительное нарастание давления в легких может вызвать их перерастяжение и баротравму. При выраженном скоплении газов в желудочно-кишечном тракте или воспалительных процессах в носоглотке в условиях взрывной декомпрессии может произойти баротравма и этих органов. Тяжесть баротравмы при взрывной декомпрессии определяется ее величиной, скоростью и кратностью, а также объемом воздуха в полостях и органах тела и скоростью его истечения из полостей при декомпрессии (Цивилашвили А.С., 1963, Violette F., 1961).

Сравнивается легочная ткань животного, погибшего от взрывной декомпрессии (рис. 31) без средств защиты, и животного, на котором было средство высотной защиты и которое выжило в результате взрывной декомпрессии. Оценивается структура легочной ткани путем сравнения ее пневмотизации (рис. 32).



Рис. 31. Слева – легкое животного без средств защиты, справа – легкое животного, использовавшего средство защиты



Рис. 32. Сравнение пневматизации легочной ткани

Применяемое в опытах с животными высотное снаряжение аналогично принципам работы снаряжения у летчиков. Аналогичными являются и отдельные методы оценки эффективности жизнеобеспечения организма изучаемым высотным снаряжением при действии высотных факторов. Все вышеизложенное показывает, что рассмотренные в аспекте биомедицинской этики методические подходы к формированию моделирования в высотных исследованиях на животных, помимо получения необходимой научной информации, должны обеспечивать этичность эксперимента.

Экстремальные условия взрывной декомпрессии могут разрушить работоспособность летчика и вследствие развития выраженного нервно-психического напряжения. Лица, подвергшиеся действию декомпрессии, в первые 3–5 с находятся в состоянии растерянности, не отвечают на команды, не выполняют действий по

выходу из аварийной ситуации. В отдельных случаях в момент разгерметизации кабины ощущаются резкий толчок в области живота и груди, насильственный выход «горячего воздуха» изо рта, вибрация губ и щек, боль в ушах и животе, резкое охлаждение; возможны выброс слизи из носоглотки и непроизвольное отхождение газов. Мгновенное создание избыточного давления в высотном снаряжении резко сдавливает тело, нарушает дыхание и речь, ограничивает и затрудняет движения при управлении самолетом. Все это требует проведения специальной психофизиологической подготовки летчика к рациональным действиям по завершении полета при взрывной декомпрессии на больших высотах (Головкин Л.Г., 1982, Коваленко Е.А., 1972, Черняков И.Н., 1991).

Таким образом, проведение моделирования в наземных условиях декомпрессионных расстройств с использованием животных и в настоящее время остается актуальной задачей. Данный острый эксперимент позволяет наглядно убедиться в развитии патологических физических явлений в живом организме при изменении барометрического давления, доказывает эффективность защитного снаряжения при правильном его использовании и формирует ответственный подход к психофизиологической подготовке летного состава. И если летная подготовка заключается в обучении навыкам пилотирования и работы в специфических условиях высотного полета, то психофизиологическая подготовка направлена на повышение психофизиологической устойчивости и функциональных резервов организма, предупреждение неблагоприятного влияния высоты, сохранение здоровья, продление летного долголетия и в конечном счете на повышение безопасности высотных полетов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в монографии материалы позволяют с надеждой взглянуть на перспективы использования стационарной гипобарической барокамеры для сохранения профессионального здоровья специалистов экстремальных профессий в нашей стране.

Появление в Военно-медицинской академии современного барокамерного комплекса БКПД-5-1 позволило расширить представление о возможностях применения гипербарической гипоксической тренировки для сохранения профессионального здоровья специалистов.

В настоящее время специалистами в области авиационной и космической медицины проводятся курсы гипобарической гипоксической тренировки больным и раненым, проходящим лечение и реабилитацию в Военно-медицинской академии. Продолжительность данных курсов 10 суток: ежедневно, кроме субботы и воскресенья.

«Подъем» осуществляется на высоты до 3500 м. Первый «подъем» в БКПД-5-1 делают до высоты 1500 м. Каждый последующий подъем увеличивается на 500 м. Максимальная высота подъема составляет 3500 м. Она достигается при пятом «подъеме». Все последующие подъемы проходят также до высоты 3500 м.

Скорость «подъема» до высоты составляет 7–10 м/с. Продолжительность пребывания на высоте 30 мин. Скорость спуска 5–7 м/с.

Методика проведения ГТ в целях профилактики, лечения, медицинской реабилитации и коррекции нарушенного функционального состояния была утверждена министром здравоохранения Российской Федерации ещё в 1993 г., однако широкого применения в нашей стране не получила.

К проведению ГТ допускаются только врачи кафедры авиационной и космической медицины, имеющие аккредитацию по данной специальности и опыт проведения барокамерных «подъемов».

Заблаговременно до проведения ГТ каждый больной и раненый проходит осмотр врачами-специалистами (терапевтом, неврологом и отоларингологом), а также выполняет лабораторные и клинические исследования: электрокардиографию, общеклинические анализы крови и мочи, флюорографию органов грудной клетки. При необходимости объем исследований может быть расширен.

Все результаты осмотров и исследований заносятся в историю болезни, которая передается вместе с пациентом врачу, проводящему ГТ.

Однако окончательное решение о допуске к проведению барокамерного «подъема» принимается только после проведения медицинского осмотра непосредственно перед проведением ГТ. Опыт применения гипобарической барокамеры в интересах врачебно-летней комиссии для авиационных специалистов показал, что медицинский осмотр должен проводиться в объеме предполетного медицинского осмотра. В соответствии с действующими нормативными актами Министерства обороны он включает в себя: опрос о самочувствии, жалобах на состояние здоровья, предшествующем отдыхе, качестве сна и питания; визуальный осмотр с оценкой координации движений и походки, речи, мимики, эмоционального состояния; осмотр видимых слизистых и кожных покровов; исследование пульса; измерение артериального давления на периферических артериях; общую термометрию тела (допускается применение бесконтактного способа).

Несмотря на то, что высоты до 4000 м метров условно считаются безопасными для человека, контроль за состоянием здоровья раненых и больных осуществляется в течение всего «подъема». Современная многоканальная система объективного медицинского контроля БКПД-5-1 в масштабе реального времени позволяет отслеживать динамику физиологического состояния испытуемых во время тренировки. Осуществляется одновременная синхронная регистрация артериального давления, частоты сердечных сокращений, электрокардиограммы и сатурации кислородом. Всё это в совокупности с анализом операторской деятельности тренируемых позволяет контролировать функциональное состояние и заблаговременно определить начальные проявления гипоксии.

Исследования, проводимые сотрудниками кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии и другими специалистами в этой области, позволяют с уверенностью сказать, что проведение ГТ эффективно при многих соматических заболеваниях:

- НЦД, гипертоническая болезнь 1–2 ст.;
- бронхиальная астма, хронический бронхит, состояния после перенесенных острых пневмоний и бронхитов, новой коронавирусной инфекции;

- железодефицитная анемия;
- аллергические артриты, дерматиты;
- неврозы, астенические состояния, фобическая и депрессивная формы неврастении;
- первичные тиреотоксикоз, сахарный диабет;
- профилактика острых вирусных респираторных заболеваний;
- снижение физической и умственной работоспособности и неспецифической резистентности организма;
- утомление и переутомление.

Следует отметить, что проведение ГТ, как и любого другого специального метода исследования, имеет свои противопоказания:

- ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь III степени, пороки сердца;
- острые соматические и инфекционные заболевания;
- хронические заболевания с симптомами декомпенсации;
- диффузный пневмосклероз, распространенные плевральные шварты, выраженная эмфизема с явлениями легочной и сердечной недостаточности;
- заболевания, сопровождающиеся нарушением проходимости евстахиевых труб;
- органические заболевания и выраженные последствия травмы головного мозга;
- беременность, фибромиома матки с наклоном к кровотечениям;
- проявления печеночно-почечной недостаточности;
- индивидуальная низкая устойчивость к гипоксии;
- психоэмоциональная неподготовленность и отрицательное отношение к данному методу лечения.

Коллектив авторов надеется, что материалы, изложенные в монографии, и опыт применения ГТ у раненых и больных вызовут большой интерес к использованию стационарных гипобарических комплексов для сохранения профессионального здоровья специалистов экстремальных профессий.

Литература

1. Аверьянов В.С., Капустин К.Г., Виноградова О.В. Физиологические механизмы работоспособности // Физиология трудовой деятельности. - СПб., 1993. – 528 с.
2. Агаджанян Н.А., Полунин И.Н., Степанов В.К., Поляков В.Н. Человек в условиях гипокапнии и гиперкапнии. – Астрахань-М., 2001. – 340 с.
3. Агафонов П. В., Халимов Ю. Ш., Гайдук С. В. и др. Актуальные вопросы медицинского обеспечения военнослужащих с терапевтической патологией в условиях Крайнего Севера // Морская медицина. – 2021. – Т. 7. – № 1. – С. 78 – 84.
4. Александровский Ю.А. Пограничные психические расстройства. – М.: Медицина, 1993. – 399 с.
5. Алипов Д.А., Зайцева Н.Д. Развитие функциональных резервов организма при перекрестной адаптации // Функциональные резервы и адаптация: Мат. Всесоюз. конф. – Киев, 1990. – С. 129 – 132.
6. Асташова А.Н., Федоров В.П. Варианты гипоксической тренировки в авиационной и спортивной медицине // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2019. – Т. 38. – № S3. – С. 26 – 28.
7. Асташова А.Н., Федоров В.П. Эффективность разных вариантов гипоксической тренировки в авиационной и спортивной медицине // Физическая культура и спорт, в студенческой среде: Статьи Межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 17 июня 2020 года: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, – Санкт-Петербург, 2020. – С. 26 – 28.
8. Байнетов С.Д. Проблемы профилактики авиационной аварийности. Влияние медицинских аспектов на безопасность полетов государственной авиации / Под ред. проф. Бельских А.Н. // Медицинские аспекты безопасности полетов. Материалы Всеармейской научно-практической конференции : – СПб ;ВМедА., 2017. – С. 13 – 24.
9. Байнетов С.Д. Проблемы профилактики авиационной аварийности. Влияние медицинских аспектов на безопасность полетов го-

сударственной авиации // Медицинские аспекты безопасности полетов. Материалы Всеармейской научно-практической конференции / Под ред. проф. Бельских А.Н. – СПб.: ВМедА., 2017. – С. 13 – 24.

10. Банк В.Л. Медицинская реабилитация летного состава в условиях госпиталя // Профессиональное здоровье летчиков и летное долголетие. – М.: Воениздат, 1989. – С. 70 – 70.

11. Барчуков В.Г. Фармакологическая коррекция функционального состояния организма моряков и их работоспособности в осложненных условиях // Избранные вопросы медицинской психологии, психиатрии и морской медицины. – М.: Воениздат, 1993. – С. 31 – 41.

12. Белинский А.В., Иванов В.Н., Голов Ю.С. и др. Комплексная медико-психологическая реабилитация специалистов с невротическими и психосоматическими расстройствами // Новые медицинские технологии в системе профессиональной медицинской реабилитации летного состава на санаторно-курортном этапе. – Сочи: Б. и., 1997. – С. 5 – 7.

13. Белинский А.В., Чернов О.Э. Особенности диагностики функционального состояния летного состава в процессе реабилитации // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 18 – 19.

14. Благинин А.А., Лизогуб И.Н. Медицинские аспекты безопасности полетов // Военно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 338, № 4. – С. 51 – 56.

15. Благинин А.А. Надежность профессиональной деятельности операторов сложных эргатических систем: монография – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина., 2006. – С. 144.

16. Благинин А.А., Калтыгин М.В., Жильцова И.И. Пограничные функциональные состояния организма операторов и методы их коррекции. Монография . – СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2014. – 234 с.

17. Благинин А.А., Белевитин А.Б., Цыган В.Н., Котов О.В., Тяжновский В.Ю. Применение электроимпульсной нейрорегуляции для коррекции функционального состояния организма специалистов управления космическими аппаратами в процессе профессиональной деятельности / Вестн. Рос. Воен.–мед. акад. – 2010. – № 1 (29). – С. 89 – 91.

18. Благинин А.А., Будников С.В. Гипобарическая гипоксическая тренировка как способ реабилитации пациентов, перенесших

травматическую ампутацию конечностей // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2024. – Т. 26, № 3. – С. 373-380.

19. Благинин А.А., Емельянов, Ю.А. Подходы к диагностике и лечению высотной декомпрессионной болезни при эвакуации авиационным транспортом пострадавших в чрезвычайных ситуациях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайные ситуации – 2012. – № 1. – С. 45 – 48.

20. Благинин А.А., Лизогуб И.Н. Медицинские аспекты безопасности полетов // Воен.-мед. журн. – 2017. – № 4 (338). – С. 51–56.

21. Благинин А.А., Будников С.В. Гипобарическая гипоксическая тренировка как способ реабилитации пациентов, перенесших травматическую ампутацию конечностей // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2024. – Т. 26, № 3. – С. 373-380.

22. Бобров Ю.М. Влияние возраста и особенностей профессиональной деятельности на работоспособность плавсостава в предполетный период // Актуальные вопросы военно-морской медицины и физиологии труда. – Североморск, 1992. – С. 32 – 33.

23. Бобровницкий И.П., Кукушкин Ю.А., Усов В.М. Актуальные вопросы создания экспертно-консультативных систем в интересах ранней диагностики стрессогенных заболеваний у летчиков // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 21 – 22.

24. Бобровницкий И.П., Пономаренко В.А. Разрешающие возможности лабораторных методов в оценке профессиональной надежности человека-оператора // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 22 – 23.

25. Бодров В.А. Медико-психологические вопросы восстановления профессиональной работоспособности летного состава // Профессиональное здоровье летчиков и летное долголетие. – М.: Воениздат, 1989. – С. 51.

26. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность: человек в системах управления техникой. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. – 228 с.

27. Бондарев Э.В., Егоров В.А., Команденко Н.И., Марищук В.Л. Утомление летного состава // Теоретические и прикладные основы повышения устойчивости организма к факторам полета. – СПб, 1993. – С. 9 – 11.

28. Бородкин Ю.С., Крауз В.А. Фармакология краткосрочной памяти. – М.: Медицина, 1978. – 232 с.

29. Боченков А.А., Благинин А.А. Особенности пограничных состояний летного состава // Оптимизация летной эксплуатации и профессиональной подготовки летного состава. Психофизиологические проблемы профессиональной работоспособности специалистов гражданской авиации: Сб. научн. тр. – СПб.: Академия ГА, 1994. – С. 94 – 97.

30. Боченков А.А., Глушко А.Н., Науменко Е.Б., Булыко В.И., Чермянин С.В. Методология и принципы комплексной психологической оценки профессиональной пригодности военных специалистов // Воен. – мед. журн. – 1994. – № 11. – С. 41 – 46.

31. Боченков А.А., Петрукович В.М. Способность оперировать цифровой информацией в структуре пространственного образа и личностные особенности операторов // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 26 – 27.

32. Боченков А.А., Чермянин С.В., Куницын Н.В. Психофизиологическая коррекция летного состава армейской авиации в экстремальных условиях // Новые медицинские технологии в системе профессиональной медицинской реабилитации летного состава на санаторно-курортном этапе. – Сочи: Б.и., 1997. – С. 7 – 9.

33. Боченков А.А., Шостак В.И., Глушко А.Н. Актуальные проблемы военной психофизиологии // Воен. – мед. журн. – 1996. – № 12. – С. 35 – 40.

34. Бубнова С.С. Структура профессионально важных качеств и эффективность деятельности оператора в экстремальных условиях // Функциональное состояние человека и методы его исследования. – М.: Наука, 1992. – С. 8 – 13.

35. Булатов С.М., Глушко А.Н., Дьяконов И.Ф. и др. Методические рекомендации по профессиографии офицерских специальностей. – М.: МО РФ, 1993. – 29 с.

36. Булыко В.И., Рустанович А.В., Козаченко В.В. Коррекция функционального состояния организма легкораненых и больных в условия локального вооруженного конфликта // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 29.

37. Быков И.Ю., Зубков А.Д. Восстановительная медицина – важнейшее направление медицинского обеспечения Военно-Воз-

душных Сил // Военно-медицинский журнал, 2006. – № 1 (338). – С. 63 – 64.

38. Васильев П.В., Глод Г.Д., Сытник С.И. Фармакологические средства стимуляции работоспособности летного состава при напряженной деятельности // Воен. – мед. журн. – 1992. – № 8. – С. 45 – 47.

39. Вейн А.М. Синдром вегетативной дистонии // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1989 (а). – Т. 89, вып. 10. – С. 13 – 19.

40. Вейн А.М. Функциональные и органические заболевания (неврологическая позиция) // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1989 (б). – Т. 89, вып. 11. – С. 3 – 6.

41. Вержбинская Н.А. Вопросы эволюции органического мира. – Л.: Наука, 1989. – 110 с.

42. Ветряков О.В. Оценка влияния нормобарической гипоксической гипоксии на физическую работоспособность у военнослужащих // Актуальные проблемы и перспективы развития физической подготовки: Материалы межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22–23 марта 2018 года. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2018. – С. 50 – 57.

43. Виноградова М.Н. Физические факторы в комплексном восстановительном лечении боевой травмы военнослужащих в условиях центра медицинской реабилитации – М.: ГВМУ, 1993.

44. Быков В.Н., Анохин А.Г., Ветряков О.В. и др. Влияние гипобарических гипоксических тренировок на физическую работоспособность // Морская медицина. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 63 – 69.

45. Агафонов П.В., Халимов Ю.Ш., Гайдук С.В., Крюков Е.В. Влияние психологических характеристик военнослужащих на адаптацию к условиям Крайнего Севера // Морская медицина. – 2021. – Т. 7. – № 3. – С. 41 – 48.

46. Тришкин Д. В., Крюков Е. В., Агафонов П. В. и др. Военно-полевая терапия : национальное руководство //– 2-е издание, переработанное и дополненное.: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа"– Москва, 2023. – 736 с. – (Национальные руководства).

47. Войтенко А.М., Янов Ю.К., Благинин А.А. Пограничные состояния летного состава // Актуальные вопросы реабилитации в процессе профессиональной подготовки и практической деятельности в эпоху НТР. – Кировоград, 1990. – С. 28.

48. Воронин Л.И., Каспранский Р.Р., Моргун, В.В. О профессиональном здоровье космонавтов // Научные чтения памяти К.Э. Циолковского. URL: <http://readings.gmik.ru/lecture/2002-professionalnomzdrove-kosmonavtov> (дата обращения: 04.08.2022 г.).

49. Гипобарическая гипоксия: Метод. рекомендации. – СПб.: ВМедА, 1993. – 8 с.

50. Струганов С. М., Санков П. А., Глубокий В. А. и др. Гипоксическая тренировка как способ коррекции физической работоспособности // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 11(201). – С. 440 – 446.

51. Крюков Е. В., Цыган В. Н., Ивченко Е. В. и др. Гипоксия в экстремальных условиях Арктики и военно-профессиональной деятельности – Санкт-Петербург : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "СпецЛит", 2023. – 159 с.

52. Голубев В.Н. Утомление и переутомление // Актуальные проблемы физиологии военного труда. – СПб., 1992. – С. 46 – 59.

53. Гонестова В.К. Исследование внутрисистемных взаимосвязей показателей центральной гемодинамики у высококвалифицированных пловцов // Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. – Минск, 1992. – Вып. 22. – С. 51 – 54.

54. Гончаров С.Ф., Бобров А.Ф., Щепланов В.Ю. Профессиональное здоровье и методы его количественной оценки // Международная конференция «Бизнес и здоровье». – М., 1994. – Т. 1. – С. 17 – 18.

55. Гофман В.Р. Войтенко А.М. Козаренко А.В. и др. Психологические особенности военнослужащих шумовибрационных профессий с начальными явлениями нейросенсорной тугоухости // Мат. конф. «Отечественная отоларингология, вклад ученых академии в ее становление (к 100-летию первой кафедры оториноларингологии)». – СПб.: ВМедА, 1993. – С. 18 – 19.

56. Грачев С.В., Иванов Г.Г., Сыркин А.Л. Новые методы электрокардиографии. М.: Техносфера, 2007, – 549 с.

57. Григорьев А.И., Бугров С.А., Богомолов В.В. и др. Обзор основных медицинских результатов годового полета на станции «Мир» // Космич. биология и авиакосмич. медицина. – 1990. – Т. 24, № 5. – С. 3 – 10.

58. Дворников М.В., Воловик Ю.А., Матюшев Т.В. /Поучительная история одного высотного полета: декомпрессионная болезнь

у экипажа самолета и ее последствия // Военно-медицинский журнал. – 2019. – Т. 340, № 3. – С. 50 – 54.

59. Деева Е.Ю. Экспериментально – психологическое исследование астенических состояний различной этиологии // Диагностика и реабилитация в психиатрии. – СПб., 1993. – С. 42 – 47.

60. Дзанкисов Р. А., Дзанкисов Р. А. Влияние степени экстремности на динамику физиологических, психофизиологических показателей и физической работоспособности человека в условиях гипобарической гипоксии // Журнал медико-биологических исследований. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 49 – 55.

61. Довгуша В.В., Кудрин И.Д., Тихонов М.Н. Введение в военную экологию. – М.: МО РФ, 1995. – 496 с.

62. Доскин В.А. Хронобиологические аспекты гигиены труда и профессиональной патологии // Хронобиология и хрономедицина. – М.: Медицина, 1989. – С. 349 – 365.

63. Дубровский В.И. Реабилитация в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 204 с.

64. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. – СПб.: Братство, 1994. – 364 с.

65. Дядичкин В.П. Количественная интегральная оценка рабочего напряжения при умственном и физическом труде // Гигиена и санитария. – 1990. – № 1. – С. 34 – 37.

66. Евдокимов В.И. К вопросу о «факторах риска» возникновения у лиц летного состава невротозов и психосоматических заболеваний // Космич. биология и авикосмич. медицина. – 1990. – Т. 24, N 3. – С. 24-26.

67. Евдокимов В.И. Качество жизни и профессиональная успешность лётного состава. Москва: МАКЧАК, 2001. – 104 с.

68. Ермолаев, В.В. Сравнительная характеристика методик гипоксических тренировок в ВС РФ // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2019. – Т. 38. – № S1-1. – С. 154 – 156.

69. Зеленова М.Е., Лекалов А.А., Лим В.С., Костенко Е.В. Жизнестойкость и профессиональное здоровье летчиков // Инновационные технологии в образовательном процессе : сборник материалов XXI Всероссийской заочной научно-практической конференции, Краснодар, 27-28 мая 2020 года. – Краснодар: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Краснодарское высшее военное авиационное училище

летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации, 2020. – С. 121 – 126.

70. Жильцова И.И. Профессиональная работоспособность летного состава: Учебно-методическое пособие. – СПб.: ВМедА, 2014. – 37 с.

71. Исаенков В. Е., Дзанкисов Р. А., Барышов Д. В., Синельников С. Н., Зависимость умственной и физической работоспособности летчика от переносимости гипобарической гипоксии с учетом индивидуальных психологических особенностей личности // Военно-медицинский журнал. – 2020. – Т. 341. – № 10. – С. 58 – 62.

72. Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К. Методы исследования в физиологии труда. – Л.: ВМедА, 1991. – 110 с.

73. Зверев Д.П., Бычков С.А., Мясников А.А., Ярков А.М., Хаустов А.Б., Кленков И.Р., Фокин С.Г. Возможности ультразвуковых способов в диагностике декомпрессионной болезни // Морская медицина. 2021. – Т. 7, № 4. – С. 75 – 83.

74. Зенько М.Ю., Рыбникова Е.А. Гипоксическая адаптация и тренировка: исторические, биомедицинские и спортивные аспекты // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2021. – Т. 55. – № 1. – С. 20 – 26.

75. Зиборова П.А. Психологические и психофизиологические аспекты профессионального здоровья специалистов экстремальных видов деятельности // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, 2009. – № 105. – С. 165 – 172.

76. Зюбан А.Л., Медведев В.И. Фармакологическое управление функциональным состоянием // Физиология трудовой деятельности. – СПб., 1993. – С. 365 – 381.

77. Иванов А.Л., Жуматий Н.В., Рубцов В.В., Давлетшина М.В., Психологические последствия участия военнослужащих в боевых действиях в Чеченской республике и их медико-психолого-социальная коррекция // Московский психотерапевтический журнал. – 2003. – № 4. – С.146 –163.

78. Использование адаптации к гипобарической гипоксии в целях профилактики, лечения, медицинской реабилитации и коррекции нарушенного функционального состояния (Метод. рекомендации). – М., 1994. – 11 с.

79. Антонов А.А. Исследования по обоснованию новых методов и средств обеспечения жизнедеятельности космонавтов и исследование физиологических механизмов адаптации к влиянию факто-

ров космического полета: отчет о НИР — М.: Институт медико-биологических проблем, 2003. — Т.1. — 60 с.

80. Калинин С.В., Рыженков С.П. Фармакологическая мобилизация процессов восстановления у операторов стимуляторами метаболического типа действия // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. — Гатчина, 1996. — С. 61.

81. Кандрор И.С. Физиологическая стоимость деятельности. Тяжесть и напряженность труда // Физиология трудовой деятельности. — СПб., 1993. — С. 107 — 152.

82. Кандрор И.С., Розенберг В.С. Сон и умственная работоспособность // Физиология человека. — 1989. — Т. 15, № 6. — С. 1094 — 1101.

83. Будников С. В., Дудина Е. А., Баковец Д. В. [и др.] Качество жизни комбатантов в процессе курса гипобарической гипоксической тренировки // Профессиональное здоровье военнослужащих : материалы Всеармейской научно-практической конференции (к 100-летию со дня рождения профессора И.Д. Кудрина), Санкт-Петербург, 01 июня 2023 года. — Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2023. — С. 62-65.

84. Ковалев Г.В. Ноотропные средства. — Волгоград: Ниж-Волж. кн. изд-во, 1990. — 368 с.

85. Козлов В.В. Теория и практика расследования авиационных событий, связанных с действиями пилота (специалиста) // Проблемы безопасности полетов, 2015. — № 3. — С. 26 — 48.

86. Козлов В.П. Закономерности изменений функционального состояния операторов командно-измерительных комплексов в процессе управления космическими аппаратами: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 1997. — 23 с.

87. Колчинская А.З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность. — Киев: Наук.думка, 1991. — 205 с.

88. Коробов Р.Н. К оценке военно-профессиональной работоспособности // Воен. — мед. журн. — 1994. — № 11. — С. 47 — 49.

89. Королев, Ю. Н., Голубев В. Н., Мургаева Н. В. Использование интервальной гипоксической тренировки по методу ререспирации как способ улучшения показателей психофизиологического состояния человека // Эколого-физиологические проблемы адаптации : материалы XVIII Всероссийского симпозиума с международным участием, Сочи, 26—28 июня 2019 года / Российский университет

дружбы народов. — Сочи: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2019. — С. 122 — 124.

90. Котик М.А., Емельянов А.М. Природа ошибок человека оператора (на примерах управления транспортными средствами). — М.: Транспорт, 1993. — 252 с.

91. Красюк А.Н., Шатихин Л.Г. Системный анализ адаптационных реакций организма // Функциональные резервы и адаптация: Мат. Всесоюз. конф. — Киев, 1990. — С. 73 — 77.

92. Крюков Е.В., Потехин Н.П., Чаплюк А.Л., Саркисов К.А., Старовойтова И.М. Военно-врачебная экспертиза в развитии нормативной правовой базы. // Заместитель главного врача, 2015. — № 8 (111). — С. 54 — 63.

93. Крюков Е.В., Стец В.В., Чуприна А.П., Нагорнов В.В., Колобаева Е.Г., Заварцев М.А. Клинические особенности авиационной медицинской эвакуации пострадавших с тяжелой сочетанной травмой // Opinion leader, 2017. — № 3-2 (5). — С. 54 — 58.

94. Кузьмин А.С., Кукушкин Ю.А., Полюхович В.В., Шалимов П.М. Автоматизированные системы медицинского контроля за летным составом в авиационных частях // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. — Гатчина, 1996. — С. 73 — 74.

95. Курпатов В.И. Профилактика, лечение и реабилитация психогенно обусловленных расстройств у плавсостава ВМФ: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — СПб., 1994. — 32 с.

96. Кучумова Е.Д. Коррекция психоэмоционального напряжения у больных в клинике терапевтической стоматологии с применением метода центральной электроанальгезии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук — Л., 1991. — 16 с.

97. Лебедев В.И. Личность в экстремальных условиях. — М.: Политиздат, 1989. — 304 с.

98. Левшакова В.И. Особенности психофизиологического состояния летчиков армейской авиации после боевой психической травмы // Военная медицина в локальных войнах и вооруженных конфликтах (20-летию вывода советских войск из Афганистана посвящается): материалы Всероссийской научной конференции 12-13 февраля 2009 года. — СПб.: ВМедА, 2009. — С. 276.

99. Литвинцев С.В. Дезадаптивные психологические реакции: особенности их формирования и купирования // Теоретические и

прикладные вопросы обитаемости и профессионального отбора. — СПб.: ВМедА, 1996. — С. 56 — 57.

100. Литвинцев С.В., Нечипоренко В.В., Захаров В.И и др. Клинико-организационные проблемы оказания психиатрической помощи военнослужащим в Афганистане // Актуальные вопросы военной и экологической психиатрии. — СПб.: ВМедА, 1995. — С. 45 — 51.

101. Лопатин С.А., Неженцев М.В., Найда В.Г. Военная гигиена в условиях локальных войн. — СПб.: СПбПМИ, 1995. — 338 с.

102. Лустин С.И. Оценка эффективности гипобарической гипоксии как метода реабилитации после интенсивной деятельности в экстремальных условиях // Человек в экстремальных условиях: тез. докл. науч. конф. — Киев, 1997. — С. 53 — 54.

103. Лустин С.И. Физиологическое обоснование повышения устойчивости к гипоксии для коррекции функционального состояния организма: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — СПб., 1994. — 32 с.

104. Лустин С.И., Благинин А.А., Козлов В.П. Медицинские аспекты надежности функционирования сложных систем // Надежность, эксплуатация и экономическая эффективность функционирования сложных систем: Учебное пособие. — СПб: МО, 1996. — П. 1.12. — С. 27.

105. Лустин С.И., Благинин А.А., Козлов В.П. Совершенствование системы медицинского обеспечения деятельности специалистов Военно-Космических Сил // Авиационная и космическая медицина, психология и эргономика. — М.: Полет, 1995. — С. 242 — 243.

106. Лустин С.И., Рябов А.Ю., Костенко Г.И. Эффективность нормо- и гипобарической гипоксии для коррекции функционального состояния операторов // Человек в экстремальных условиях: тез. докл. науч. конф. — Киев, 1997. — С. 81 — 82.

107. Лучникова О.В., Щукина Н. А. Оценка гипоксической устойчивости военнослужащих по показателям вегетативного обеспечения организма // Известия Российской военно-медицинской академии. — 2020. — Т. 39. — № S3-5. — С. 76 — 79.

108. Лысенко Ю.Н., Никольский И.Д. Оптимизация функционального состояния организма путем использования суггестивно-музыкально-биозвуковых средств // Гигиена и санитария. — 1989. — № 11. — С. 86 — 88.

109. Маклаков А.Г. Основы психологического обеспечения профессионального здоровья военнослужащих: Автореф. дис. д-ра психол. наук. Санкт-Петербург: ВМедА, 1996. – 37 с.

110. Маклаков А.Г., Мухин А.П. Медико-психологические последствия воздействия на человека психогенных факторов военных конфликтов // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях.- М.: ВИНТИ, 1996. – Вып. 8. – С. 67 – 78.

111. Малах, О. Н., Крестьянинова Т. Ю. Биологические и социальные эффекты адаптации к гипобарической гипоксии.— Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2018. – 200 с.

112. Манегетти А. Музыка души. Введение в музыкотерапию: Пер. с англ. – СПб.: ИПЦ «Паллада», 1992. – 88 с.

113. Марищук В.Л., Блудов Ю.М., Плахтиенко В.А. и др. Методики психодиагностики в спорте. – М.: Просвещение, 1990. – 256 с.

114. Маслов А.Я., Зеленцов В.А., Петров К.П. Совершенствование технической эксплуатации сложных систем на базе применения ресурсосберегающих методов // Проблемные вопросы сбора, обработки и передачи информации в сложных радиотехнических системах: Тез. докл. 4. 2. – Пушкин, 1995. – С. 95 – 96.

115. Махновский В.П. Оценка и прогноз функционального состояния ор-ганизма человека в экстремальных условиях на основе теста Флека: Авто- реф. дис. канд. мед. наук. – М., 1991. – 23 с.

116. Машковский М.Д. Лекарственные средства // Соч. в 2-х томах. – М.: Медицина, 1993. – 1240 с.

117. Медведев В.И., Алдашева А.А., Охотников С.В. Реабилитация и повышение работоспособности // Медико-физиологические аспекты реабилитации плавсостава. – Рига, 1990. – С. 9 – 15.

118. Медведев В.И., Леонова А.Б. Функциональные состояния человека // Физиология трудовой деятельности. – СПб., 1993. – С. 25 – 61.

119. Меденков А.А., Поспелов А.А., Савченко В.И., Рысаков С.Л. Эргономическая оптимизация операторской деятельности в ав-томатизированных системах управления // Техника, экономика. – М., 1993. – Вып. 1-2. – С. 28 – 35.

120. Меденков А.А., Рыбников О.Н. Система управления полетами // Психофизиологическая надежность летчика. – М.: Воениздат, 1993. – С. 62 –68.

121. Медицинская реабилитация в ВС РФ: методическое пособие для врачей / под. ред. В.А. Гуляева. – М.: Воениздат, 2004. – Ч. I-III.

122. Мельник С.Г., Шакула А.В. Методы коррекции функциональных нарушений у летного состава // Профессиональное здоровье летчиков и летное долголетие. – М.: Воениздат, 1989. – С. 64.

123. Мерзликин А.В., Воронина Л.А., Ковлен Д.В., Адхамов Б.М., Тегза В.Ю. Правовое регулирование санаторно-курортного лечения военнослужащих: проблемные вопросы и пути их решения // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2016. – № 6. – С.185 – 189.

124. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля Москва: Медицина, 2004. – С. 144.

125. Методы восстановления функционального состояния летного состава ВВС. Методическое пособие для авиационных врачей / Под ред. В.А. Пономаренко. – М.: Полет, 1994. – 88 с.

126. Методы исследования в физиологии военного труда. – М.: Воениздат, 1993. – 235 с.

127. Милованова Г.Б. Оценка надежности штатной деятельности // Методическое и техническое обеспечение эксперимента. – М.: Наука, 1993. – С. 47 – 51.

128. Миррахимов М.М., Успенская Е.П., Федосеев Г.Б. Бронхиальная астма и ее лечение гипобарической гипоксией. – Л.: Медицина, 1988. – 200 с.

129. Мосолов С.Н. Клиническое применение современных антидепрессантов. – СПб: Мед. информ. агенство, 1995. – 566 с.

130. Мурачев А.С. Концепция профессионального здоровья как методологическая основа совершенствования системы медицинского обеспечения боевых дежурств летного состава истребительной авиации // Материалы XXXI науч.-практ. конф. врачей 5 ЦВКГ ВВС «Актуальные вопросы авиационной медицины». Красногорск: 5 Центр. воен. клин. госпиталь ВВС, 2001. – С. 79 – 82.

131. Мучински П. Психология, профессия, карьера: учебник. СПб.: Питер, 2004. – С. 448

132. Мясников, А.А. Устойчивость организма к декомпрессионной болезни и методы ее повышения: лекция – СПб.: Издательство СПбМАПО, 2009. – 45 с.

133. Мясников А.А., Кулешов В.И., Чернов В.И. и др. / Перспективы совершенствования методик определения устойчивости водолазов к неблагоприятным факторам гипербарии // Баротерапия в комплексном лечении и реабилитации раненых, больных и пораженных. Материалы IX Всеармейской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. А.А. Мясникова. – СПб.: ВМедА, 2015 – С. 66 – 67.

134. Мясников, А.А., Шитов, А.Ю., Чернов, В.И., Жильцова, И.И. Определение устойчивости водолазов к декомпрессионному газообразованию // Военно-мед. журн. – 2013 – № 2. – С.45 – 50.

135. Кутелев Г.Г., Черкашин Д.В., Тришкин Д. В. и др. Необходимость создания и внедрения платформы управления профессиональной надежностью военнослужащих вооруженных сил российской федерации, основанной на принципах персонализированной медицины // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – № 1(73). – С. 177 – 186.

136. Нечипоренко В.В., Литвинцев С.В. Задачи по сохранению и укреплению психического здоровья военнослужащих // Воен. – мед. журн. – 1996. – № 3. – С. 11 – 15.

137. Никифоров Г. С., Шингаев С. М. Психология профессионального здоровья как актуальное научное направление // Психологический журнал. – 2015. – Т. 36. – № 2. – С. 44 – 54.

138. Никифоров Г.С. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности – СПб., 1991. – 228 с.

139. Никифоров Г.С. Психология профессиональной подготовки. – СПб., 1993. – 211 с.

140. Николаев В.П. Прогнозирование безопасности декомпрессии по математическим моделям образования и роста газовых пузырьков в организме: дисс... док. биол. наук 14.00.32 – М., 1990. – 272 с.

141. Новиков В.С. Закономерности адаптации как физиологическая основа реабилитации // Совершенствование форм и методов медицинского контроля за функциональным состоянием и работоспособностью летного состава. – Л.: ВМедА. – 1990. – 72 с.

142. Новиков В.С. Методы исследования в физиологии военного труда. – М., 1993. – 239 с.

143. Новиков В.С. Психофизиологическое обеспечение боевой деятельности военнослужащих // Воен. – мед. журн. – 1996. – № 4. – С. 37 – 40.

144. Новиков В.С., Горанчук В.В. Проблема экстремальных состояний в авиационной и космической медицине // Авиационная и космическая медицина, психология и эргономика. – М.: Полет, 1995. – С. 281 – 283.

145. Новиков В.С., Горанчук В.В. Психофизиологическая характеристика и коррекция экстремальных состояний информационно-семантического генеза // Воен. – мед. журн. – 1994. – № 9. – С. 53 – 58.

146. Новиков В.С., Горанчук В.В. Экологические аспекты физиологии летного труда // Физиология летного труда: Учебник. – СПб: Наука, 1997. – С. 178 – 207.

147. Новиков В.С., Деряпа Н.Р. Биоритмы. Космос. Труд. – СПб.: Наука, 1992. – 254 с.

148. Новиков В.С., Лустин С.И. Гипобарическая гипоксия как метод повышения устойчивости к гравитационным воздействиям // Тр. XXX науч. чтений, посвященных разработке творческого наследия К.Э.Циолковского. – СПб.: Наука. – 1996. – С. 27 – 31.

149. Новиков В.С., Лустин С.И., Благинин А.А. Гипобарическая гипоксия как метод коррекции и реабилитации в медицине // Международный. мед. обзоры. – 1993. – Т. 1, № 3. – С. 191 – 193.

150. Новиков В.С., Лустин С.И., Благинин А.А., Козлов В.П. Закономерности изменений функционального состояния и работоспособности операторов командно-измерительных комплексов в процессе суточного дежурства // Воен. – мед. журн. – 1997. – № 6. – С. 55 – 59.

151. Новиков В.С., Смирнов В.С. Иммунофизиология экстремальных состояний. – СПб.: Наука, 1995. – 172 с.

152. Новиков В.С., Ушаков И.Б. Сохранение работоспособности летного состава // Физиология летного труда: Учебник. – СПб.: Наука, 1997. – С. 282 – 306.

153. Новиков В.С., Чепрасов В.Ю. Функциональное состояние и работоспособность летчика // Физиология летного труда: Учебник. – СПб.: Наука, 1997. – С. 70 – 99.

154. Новиков В.С., Чепрасов В.Ю. Функциональные состояния летчика. – СПб.: ВМедА, 1993. – 48 с.

155. Тришкин Д. В., Пономаренко Г. Н., Мерзликин А. В. и др. Организация медико-психологической реабилитации военнослужащих: современное состояние и перспективы развития // Военно-медицинский журнал. – 2016. – Т. 337. – № 8. – С. 4 – 10.

156. Орлов Г.А. Древо музыки. — СПб.: Советский композитор, 1992. — 409 с.

157. . Вартбаронов Р. А, Чурилов Ю. К., Шишов А. А. и др. Особенности симптоматики, вегетативной регуляции и центральной гемодинамики у летного состава с плохой переносимостью гипобарической гипоксии // Военно-медицинский журнал. — 2017. — Т. 338. — № 9. — С. 55 — 64.

158. . Баевский Р. М. и др. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей: долговременный динамический донозологический контроль за функциональным состоянием практически здоровых людей и медико-экологическая оценка риска развития патологии: методическое руководство к программе медико-экологических исследований в эксперименте «Марс-500» / Учреждение Российской акад. наук Гос. науч. центр РФ — Ин-т медико-биологических проблем РАН ; — Москва : Слово, 2009. — 100 с.

159. Павлов К.В., Овчинников Б.В. Психодиагностика основных типологических характеристик личности. — СПб., 1994. — 57 с.

160. Благинин А.А., Лапшина Т.А., Емельянов Ю.А. и др. Переносимость умеренных степеней гипоксии военнослужащими женского пола в разные фазы овариально-менструального цикла // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2024. — № 2. — С. 64-67.

161. Пономаренко В.А. Категории здоровья как теоретическая проблема в авиакосмической медицине // Космич. биология и авиакосмич. медицина. — 1990. — Т. 24, № 3. — С. 32—34.

162. Пономаренко В.А. Концепция профессионального здоровья и перспективы практики военной авиационной медицины // Военно-медицинский журнал, 2006. — Т. 327. — № 7. — С. 63—66.

163. Пономаренко В.А., Бугров С.А., Лапаев Э.В., Ступаков Г.П. Проблема профессионального здоровья в авиационной медицине // Военно-медицинский журнал, 1993. — № 1. — С. 61 — 64.

164. Пономаренко В.А., Завалова Н.Д. Практическая психология: Проблемы безопасности летного труда. — М.: Наука, 1994. — 205 с.

165. Пономаренко В.А., Покровский Б.Л. Авиационная психология // Справочник авиационного врача. — М.: Воздушный транспорт, 1993. — С. 3 — 39.

166. Пономаренко Г.Н., Щегольков А.М. и др. Медицинская реабилитация в Вооруженных Силах Российской Федерации: методическое пособие /. – М.: Воениздат, 2004. – Часть 1. – С. 64.

167. Приказ Министра обороны РФ от 27 января 2017 г. № 60 «О медико-психологической реабилитации военнослужащих» (с изменениями и дополнениями).

168. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности: методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 18.12.2007).

169. Августова Л.И., Ананьев В.А. Березовская, Р.А. и др. Психология здоровья: Учебник для вузов /; Под редакцией Г.С. Никифорова. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – с. 607

170. Психология профессионального здоровья: учебное пособие / под ред. проф. Г. С. Никифорова. Санкт-Петербург: Речь, 2006. – С. 480.

171. Психофизиологическая подготовка летного состава / под ред. проф. В.А. Бодрова и проф. В.А. Пономаренко. Москва: МОСКВА-ЛЕНИНГРАД, 1989. – 169 с.

172. Пухов В.А. Военная эргономика // Актуальные проблемы физиологии военного труда. – СПб., 1992. – С. 4 – 29.

173. Разумов А.Н., Пономаренко В.А., Пискунов В.А. Здоровье здорового человека: (Основы восстановительной медицины) / Под ред. д-ра мед. наук В.С. Шинкаренко; Моск. центр проблем здоровья при Правительстве Москвы и др. – М. : Медицина, 1996. – С. 413 .

174. Рзаев Д. О., Швец Р. Р., Румянцева Э. Р. Гипоксическая тренировка в процессе общефизической подготовки кадетов с первоначальной летной подготовкой // Современные технологии физического воспитания и спорта в практике деятельности физкультурно-спортивных организаций : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции и Всероссийского конкурса научных работ в области физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности, Елец, 26 апреля 2019 года / Под общей редакцией А.А. Шахова. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. – С. 124 – 127.

175. Синельников С.Н., Благинин А.А., Фисун А.Я. Профессиональное здоровье и надежность деятельности военнослужащих / Профессиональное здоровье летного состава // Под ред. проф. А.А. Благинина, предисловие В.П. Чехонин. – СПб, – 2021. – С.72 – 84.

176. Современные и перспективные технологии медико-психологической реабилитации военнослужащих // Психотерапия. – 2015. – Т.16.

177. Сокольская М.В. Личностное здоровье профессионала : монография // М-во трансп. Российской Федерации, Федеральное агентство ж.-д. трансп., ГОУ ВПО «Дальневосточный гос. университет путей сообщения». – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 303 с.

178. Соловьева Е.В., Чегодарь С.В. Психофизиологическая реабилитация военнослужащих пограничных войск использованием методов биоадаптивного управления // Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия. – 1998. – № 3. – С. 32 – 34.

179. Жильцова И.И., Калтыгин М.В и др. Сочетанное использование гипоксической тренировки, электроимпульсной нейрорегуляции и музыкального кондиционирования для коррекции функционального состояния организма и повышения работоспособности – СПб.: ВМедА, 2011. – 16 с.

180. Благинин А.А., Торчило В.В. Способы оптимизации функционального состояния и работоспособности человека в экстремальных условиях: учебно-методическое пособие /. – СПб.: ВМедА, 2009. – 36 с.

181. Стандарты медико-психологической реабилитации летного состава авиации Вооруженных Сил Российской Федерации. – М.: ЦНИИ ВВС МО РФ, 2018. – С. 36

182. Ступаков Г.П., Турзин П.С., Евдокимов А.В. и др. Оценка эффективности восстановления работоспособности и нормализация функционального состояния операторов с помощью индивидуально адаптируемого программно-аппаратного комплекса // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 123 – 124.

183. Ступаков Г.П., Шалимов П.М., Евстигнеев А.Л. Биоуправляемые технические комплексы диагностики и коррекции функционального состояния летного состава // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 124.

184. Ступин В.А., Гофман В.Р., Бухарин В.М. и др. Транскраниальное воздействие импульсным электрическим током для профилактики шумовой болезни // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 125 – 126.

185. Тегза В.Ю., Дьяконов И.Ф., Овчинников Б.В., Шпиленя Л.С., Палехова О.В. Современные и перспективные технологии медико-психологической реабилитации военнослужащих // Психотерапия. – 2015. – Т. 16, № 3. – С. 659 – 668.

186. Тришкин Д.В., Титов И. Г., Нечипорук С. А. и др. Методические рекомендации по медико-психологической реабилитации военнослужащих специальных подразделений ВС РФ в санаторно-курортных учреждениях Минобороны России – М.: ГВМУ, 2013.

187. Тришкин Д.В., Понамаренко Г.Н., Мерзликин А.В., Ковлен Д.В., Ищук В.Н. Организация медико-психологической реабилитации военнослужащих: современное состояние и перспективы развития // Воен.- мед. журн. – 2016. – Т. 337, № 8. – С. 4 – 10.

188. Тришкин Д.В., Титов И.Г., Нечипорук С.А. Особенности организации и принципы проведения медико-психологической реабилитации военнослужащих специальных подразделений Минобороны России // Воен.- мед. журн. – 2015. – Т. 336, № 6. – С. 15 – 19.

189. Тришкин Д.В., Титов И.Г. Порядок направления военнослужащих, пенсионеров Министерства обороны России и членов их семей на санаторно-курортное лечение // Военно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 338, № 5. – С. 4 – 9.

190. Ушаков И.Б. Проблемная и концептуальная основа современных подходов к реабилитации летного состава // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 130 – 131.

191. Ушаков И.Б., Черняков И.Н., Шишов А.А. и др. Эффективность гипобарической интервальной гипоксии как средства коррекции функционального состояния и лечения заболеваний // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 131 – 132.

192. Ушаков, И.Б., Черняков, И.Н., Шишов, А.А. Физиология высотного полета. – М.: Истоки, 2007. – 148 с.

193. Ушаков, И.Б., Черняков, И.Н., Шишов, А.А. Физиология высотного полета // Монография- М. издательство «Истоки». 2007.

194. . Филипенков С.Н. Физиология военного труда // Ультразвуковой способ диагностики устойчивости оператора к декомпрессии до долей атмосферы в барокамере при имитации летной деятельности на высотах (Электронный ресурс) // Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 60-ле-

тию СКТБ Биофизприбор: «Аппаратура и методы медицинско-го контроля и функциональной диагностики состояния человека в экстремальных условиях – Режим доступа: <http://biofizpribor.ru/science/yubilejnaya-konferenciya-2015/ultrazvukovaya-diagnostika-ustoichivosti-k-dekompessii-pri-imitatsii-letnoi-deyatelnosti/>

195. Формирование и развитие профессионально важных качеств у курсантов в процессе обучения в ВВАУЛ. – М.: Воениздат, 1992. – 184 с.

196. Фролов Н.И. Режим труда и отдыха летного состава // Актуальные проблемы эргономической оптимизации деятельности авиационных специалистов. – М.: Воениздат, 1991. – С. 51 – 57.

197. Фролов Н.И., Токарев В.Ф., Сергеев В.А. Человеческий фактор в авиации. – М.: Воздуш. транспорт, 1992. – Кн.1: Утомление. – 243 с.

198. Чадов, В.И.: Экспериментально-теоретическое обоснование декомпрессионной безопасности внекорабельной деятельности экипажей пилотируемых космических объектов: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.32 / Виталий Иванович Чадов. – М., 2005. – 120 с.

199. Чернов О.Э., Белинский А.В. Методологические принципы оценки эффективности восстановительных мероприятий для летного состава // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 135 – 136.

200. Черняков И.Н., Продин В.И., Шишов А. А. О возможности распознавания летчиком гипоксии в высотном полете // ВМЖ. – 1991. – № 7. – С. 64 – 66.

201. Чурашов П.В., Куц С.В., Миносянц И.Н. Эффективность сочетания медико-психологической реабилитации военнослужащих с семейным отдыхом в санатории // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2020. – Т. 26. – № 3. – С. 140.

202. Шакула А.В., Чернов О.Э., Радостева Л.В. О возможности автоматизированного прогноза эффективности восстановительных мероприятий // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 138 – 139.

203. Шалимов Н.М. Функциональная надежность оператора // Клинико-физиологические аспекты медицинской реабилитации летного состава. – Гатчина, 1996. – С. 139.

204. Шапошникова В.И. Биологические системы и их значение для спортивной практики. – Л.: Гос. комитет РСФСР по физич. культуре и спорту, 1990. – 40 с.

205. Шараевский Г.Ю., Евланов О.Л., Кадырлеев А.Р. Медицинское обеспечение сил флота в вооруженных конфликтах и локальных войнах // Воен. – мед. журн. – 1996. – № 9. – С. 9 – 13.

206. Шостак В.И., Яньшин Л.А. Военно-профессиональная работоспособность как критерий здоровья // Военно-медицинский журнал. – 1993. – № 1. – С. 61 – 62.

207. Шустов Е.Б. Повышение устойчивости к экстремальным воздействиям при астении: Дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 1996. – 443 с.

208. Щепланов В.Ю. Надежность деятельности и профессиональное здоровье работающих в неблагоприятных условиях: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1996. – 53 с.

209. Щепланов В.Ю., Бобров А.Ф., Соколов С.Н. Количественная оценка надежности человеческого фактора в системах «человек-машина-внешняя среда» // Функциональное состояние человека и методы его исследования. – М.: Наука, 1992. – С. 22 – 31.

210. Щегольков А.М., Горнов С.В., Макиев Р.Г., Шакула А.В. Медико-психологическая реабилитация летчиков, перенесших стрессовое воздействие // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2020. – Т. 97. – № 6-2. – С. 138.

211. Благинин А.А., Ивченко Е.В., Маркевич В.Ю. и др. Эффективность метода гипобарической гипоксической тренировки в процессе медицинской реабилитации пациентов с ампутацией конечностей // // Профессиональное здоровье военнослужащих : материалы Всеармейской научно-практической конференции (к 100-летию со дня рождения профессора И.Д. Кудрина), Санкт-Петербург, 01 июня 2023 года. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2023. – С. 58-61.

212. Юдин В.Е., Щегольков А.М. Методические рекомендации по организации и содержанию психотерапии в военно-медицинских учреждениях Минобороны России. – М.: ГВМУ, 2011.

213. Яковлев Г.М., Новиков В.С., Хавинсон В.Х. Резистентность, стресс, регуляция. – Л.: Наука, 1990. – 237 с.

214. Яковлев Г.М., Новиков В.С., Смирнов В.С. и др. Механизмы биорегуляции. – СПб.: Наука, 1992. – 40 с.

215. Янович К.В., Корнилова А.А., Алексеева Н.А., Будко Д.Ю. О проблеме профессионального здоровья военнослужащих // Современные проблемы науки и образования, 2014. – №5. – С. 1 – 8.

216. Яцков Л.П. Клиника, психотерапия, профилактика пограничных состояний. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1991. – 232 с.
217. «Транспортабельный гипобарический барокамерный модуль» (МГБ): <http://skbeor.com/mgb.html> (25.11.2020). 1-й ЦНИИ МО РФ, 1992. – С. 35 – 44.
218. Richard A. de la Cruz; Roselyn W. Clemente Fuentes; Sundonia J. Wonnun; Jeffrey S. Cooper Aerospace Decompression Illness // (Электронный ресурс) Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448160/> (27.06.2022)
219. Bason R., Yacavone D.W. Loss of cabin pressurization in US Naval aircraft: 1969-90 // Aviat Space Environ Med. – 1992 May – № 63 (5). – 341 – 345 pp.
220. Bendrick G.A., Ainscough M.J., Pilmanis A.A., Bisson R.U. Prevalence of decompression sickness among U-2 pilots // Aviat Space Environ Med. – 1996 Mar – №67 (3). – P. 199 – 206.
221. Clark D. History of hyperbaric therapy. In: Neuman TS, Thom SR, editors. Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy. 1st ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2008.
222. Clark D. History of hyperbaric therapy. Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy. 1st ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2008.
223. Hundemer G.L., Jersey S.L., Stuart R.P., Butler W.P., Pilmanis A.A. Altitude decompression sickness incidence among U-2 pilots: 1994-2010 // Aviat Space Environ Med. – 2012 Oct – Vol. (10). – 68 – 74 pp.
224. Hüseyinov R. Ə. O., Ağayeva Z. T. Q. Hİpoksiya Zamani orqanizmdə baş verən dəyişikliklər // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2020. – Vol. 20. – No 3. – P. 52 – 54.
225. Jain K.K. Textbook of Hyperbaric Medicine/ 4th ed/ Hogrefe and Huber: Ashland OH; 2004
226. Lupa H., D'Oyly T. Exercise Following Simulated Parachuting from 35,000 Feet: Is Tolerance Reduced and is the Probability of Post Descent Decompression Sickness Increased? // In Strategies to Maintain Combat Readiness during Extended Deployments – A Human Systems Approach, 2005. – 1–16 pp.
227. Pilmanis A.A. Recent Severe CNS Altitude Decompression Sickness (DCS) in U-2 Pilots (Электронный ресурс) // USRA Seminar. – March. 10. 2010. – Режим доступа: <https://studylib.net/doc/14529422/recent-severe-cns-altitude-decompression-sickness--dcs--i...> (26.08.2022)

228. Michaelson R.S., Pilmanis A.A. Morgan T Report of evaluation of decompression sickness, Beale AFB /.: Air Force Research Laboratory 711th Human Performance Wing School of Aerospace Medicine, 2010. – 26 pp.

229. Shamenko V. O., Kadzharian Ye. V., Abramov A. V. Intermittent hypobaric hypoxia and neuroendocrine reaction of the parvocellular neurons of the paraventricular hypothalamic nucleus // Патологія. – 2019. – Vol. 16. – No 3(47). – P. 334 – 338.

230. Van Liew H.D. Bubble dynamics / In: The Proceedings of the 1990 hypobaric decompression sickness workshop // Ed. By A.A. Pilmanis Air Force System Command. Brooks Air Force Base, Texas 78235-5000, AL-SR-1992-0005, 1992. – P. 17 – 27.

231. Van Liew H.D., Flynn E.T. Commentary on viewpoint «Heliox, nitrox, and trimix diving; hyperbaric oxygen treatment; and a flaw in Henry's law» // J. Appl. Physiol. 2007. – Vol.102. – №4 – P.1721 – 1722.

232. Webb J.T., Kannan N., Pilmanis A.A. Human effectiveness directorate biodynamicsc and protection division protect systems branch // Aviat Space Environ Med. 2011. – Vol. 74. – P. 1 – 13.

233. Webb J.T., Pilmanis A.A., Altitude Decompression Sickness Between 6858 and 9144 m Following a 1-h Prebreathe // Aviat Space Environ Med. January 2005 – Vol. 76. (1). – P. 34 – 38.

234. Webb J.T., Pilmanis A.A., Fischer M.D. Moderate exercise after altitude exposure fails to induce decompression sickness. // Aviat Space Environ Med. – 2002. – № 73 (9). – P.872 –875.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
Список сокращений	8
ГЛАВА 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ	13
<i>Крюков Е.В., Благинин А.А., Синельников С.Н.</i>	
ГЛАВА 2. МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ	25
<i>Тришкин Д.В., Благинин А.А., Ляшедько С.П.</i>	
ГЛАВА 3. СТАЦИОНАРНЫЕ ГИПОБАРИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ	37
<i>Храмов А.Г., Каганский В.Я., Михайлов В.Б.</i>	
3.1. Содержание работы по созданию современного стационарного гипобарического барокомплекса для летного состава	40
3.2. Выполнение работы по созданию современного стационарного гипобарического барокомплекса для летного состава	51
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ	73
<i>Крюков Е.В., Благинин А.А., Ивченко Е.В.</i>	
4.1. Динамика функционального состояния и работоспособности операторов при различных уровнях нервно-эмоционального напряжения	73
4.2. Изменение функционального состояния и работоспособности операторов в процессе суточной деятельности	95
4.3. Изменение функционального состояния и работоспособности операторов в процессе двухсуточной деятельности	112

**ГЛАВА 5. ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА
КАК МЕТОД КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ
СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ 122**

*Тришкин Д.В., Благинин А.А., Жильцова И.И.,
Лустин С.И., Будников С.В.*

- 5.1. Гипоксическая тренировка как метод
коррекции функциональных состояний..... 130
- 5.2. Коррекция функционального состояния
военнослужащих в начальный период военно-
профессиональной адаптации..... 133
- 5.3. Коррекция пограничных функциональных состояний..... 138
- 5.4. Коррекция функционального состояния
летчиков после интенсивной летной работы..... 141

**ГЛАВА 6. ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА
КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ
К ФАКТОРАМ АВИАЦИОННОГО
И КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА 145**

*Жильцова И.И., Благинин А.А., Овчинников Д.В.,
Котов О.В., Вовкодав В.С.*

- 6.1. Повышение устойчивости к статокинетическим
раздражителям 146
- 6.2. Повышение устойчивости к дыханию
под избыточным внутрилегочным давлением..... 152
- 6.3. Повышение устойчивости
к гравитационным воздействиям 158

**ГЛАВА 7. ГИПОБАРОТЕРАПИЯ
В СОХРАНЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ.... 167**

Крюков Е.В., Жильцова И.И., Благинина Е.А.

- 7.1. Гипобаротерапия летного состава
с артериальной гипертензией..... 168
- 7.2. Гипобаротерапия больных с бронхиальной астмой 174
- 7.3. Гипобаротерапия больных
с железодефицитной анемией 181
- 7.4. Гипобаротерапия в комплексе медицинской
реабилитации ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС..... 187

ГЛАВА 8. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЖИМОВ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ВЫСОТНОЙ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ	194
<i>Благинин А.А., Макиев Р.Г., Емельянов Ю.А</i>	
8.1. Природа высотной декомпрессионной болезни.....	194
8.2. Частота развития высотной декомпрессионной болезни...	199
8.3. Механизмы и условия образования газовых пузырьков в организме при декомпрессии	204
8.4. Симптомы высотной декомпрессионной болезни	210
8.5. Диагностика и лечение высотной декомпрессионной болезни	212
ГЛАВА 9. ВЫСОТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ. ВЗРЫВНАЯ ДЕКОМПРЕССИЯ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ	218
<i>Будников С.В., Емельянов Ю.А</i>	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	231
Литература	234

ГИПОБАРОТЕРАПИЯ В ВОЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА РАН Е.В. КРЮКОВА

*Издано при финансовой поддержке федерального государственного
бюджетного учреждения
«Санкт-Петербургское отделение Российской академии наук».*

Редактор А.М. Плаксина
Компьютерная верстка и дизайн обложки А.Г. Байда
(редакционно-издательский отдел академии)

Подписано в печать 27.08.25
Объем 16,25 п.л. Гарнитура NewtonС. Заказ № Тираж 200 экз.