

А.А. Благинин

И.И. Жильцова

Г.Ф. Михеева

**ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА
КАК МЕТОД КОРРЕКЦИИ
ПОГРАНИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ОПЕРАТОРОВ
СЛОЖНЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Монография



Издательство
Нижеварговского
государственного
университета
2015

ББК 88.23
Б 68

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета
Нижевартовского государственного университета

Рецензент:

доктор психологических наук, профессор кафедры общей и прикладной
психологии Ленинградского государственного университета
им. А.С.Пушкина, Заслуженный деятель науки РФ *В.А.Губин*

Благинин А.А., Жильцова И.И., Михеева Г.Ф.

Б 68 **Гипоксическая тренировка как метод коррекции пограничных функциональных состояний организма операторов сложных эргатических систем: Монография.** — Нижевартовск: Изд-во Нижеварт. гос. ун-та, 2015. — 106 с.

ISBN 978–5–00047–219–4

В монографии изложены современные представления о пограничных функциональных состояниях организма операторов, рассмотрены вопросы коррекции пограничных функциональных состояний организма методом гипоксической тренировки.

Для психологов, физиологов, психофизиологов, а также аспирантов и студентов.

ББК 88.23

ISBN 978–5–00047–219–4

© Благинин А.А., Жильцова И.И.,
Михеева Г.Ф., 2015
© Издательство НВГУ, 2015

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- АДд — артериальное давление диастолическое
АДс — артериальное давление систолическое
АШ — авиационный шум
ГБГ — гипобарическая гипоксия
ГГС — гипоксическая газовая смесь
ИПУ — интегральный показатель успешности
КЧСМ — критическая частота слияния световых мельканий
МОД — минутный объем дыхания
НГТ — нормобарическая гипоксическая тренировка
ПЗМР — простая зрительно-моторная реакция
ПКУК — прерывистая кумуляция ускорений Кориолиса
ПСМР — простая сенсомоторная реакция
ПФС — пограничные функциональные состояния
РДО — реакция на движущийся объект
СЗМР — сложная зрительно-моторная реакция
ССМР — сложная сенсомоторная реакция
УЗ — методика «Установление закономерностей»
УС — методика «Устный сложный арифметический счет»
ФС — функциональное состояние
ЦНС — центральная нервная система
ЧД — частота дыхания
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЭИН — электроимпульсная нейрорегуляция

ВВЕДЕНИЕ

По мере усложнения эргатических систем управления все ошутимее становятся потери от несоответствия характеристик технических средств возможностям человека. Техника все более и более совершенствуется, но ее эффективное применение в конечном итоге зависит от человека, который становится менее надежным звеном, чем техническая составляющая этих систем (Ступаков Г.П., Ушаков И.Б., 1993; Пономаренко В.А., 1993; Хоменко Н.Н. с соавт., 1993; Ушаков И.Б., Зорилэ В.И., 2001; Новиков В.С., 2001; Зинкин В.Н., 2012; и др.). Поэтому на первое место вышла проблема психофизиологического обеспечения труда операторов сложных эргатических систем. Продолжающееся усложнение технических средств только усиливает значимость операторского труда и, вместе с тем, предъявляет повышенные требования к уровню интеллектуальной, эмоциональной и психофизиологической подготовленности человека.

Летный труд — специфическая разновидность операторского труда, один из самых сложных видов человеческой деятельности. По мере развития авиации, расширения возможностей боевого и гражданского применения самолетов и вертолетов увеличивается степень сложности решаемых летчиком задач и соответственно возрастают требования к надежности их деятельности.

Профессиональная деятельность авиационных специалистов характеризуется высокой эмоциональной насыщенностью, ответственностью и когнитивной сложностью на фоне воздействия различных неблагоприятных факторов. Факторы их труда оказывают негативное воздействие на здоровье и функциональное состояние организма. Это проявляется в выраженном ухудшении их психофизиологического состояния, появлении пограничных функциональных состояний, которые могут продолжаться длительное время и переходить в болезнь, поэтому своевременная диагностика и их коррекция является одной из актуальнейших задач медицины (Новиков В.С., Горанчук В.В., 1994; Благинин А.А., 2005; и др.). Для пограничных функциональных состояний характерно рассогласование между качеством и физиологической ценой деятельности, снижение устойчивости организма к воздействию

неблагоприятных факторов внешней среды, что может сопровождаться ухудшением профессиональной деятельности.

Поскольку в генезе нарушений, возникающих при действии неблагоприятных, а зачастую и экстремальных факторов профессиональной среды, гипоксия играет ведущую роль, представляется целесообразным рассматривать адаптацию к гипоксической гипоксии не только в целях повышения устойчивости к недостатку кислорода, но и для расширения физиологических резервов организма. Установлено, что неспецифическая резистентность, развивающаяся в процессе адаптации к гипоксии, играет существенную роль в снижении влияния на организм неблагоприятных факторов внешней среды, в профилактике и лечении ряда заболеваний, в повышении устойчивости человека к стрессорным воздействиям (Сиротинин Н.Н., 1939; Миррахимов М.М., 1964; Мерсон Ф.З., 1973, 1993; Агаджанян Н.А., 1983; Караш Ю.М. с соавт., 1988; Лустин С.И., 1994; Синькевич И.В., 1998; Горанчук В.В. с соавт., 2003; Кулешов В.И. с соавт., 2003; Калтыгин М.В., 2007; Благинин А.А. с соавт., 2009; Жильцова И.И. с соавт., 2010; и др.).

В данной работе представлено психофизиологическое обоснование применения гипоксической тренировки для коррекции пограничных функциональных состояний авиационных специалистов, исследовано ее влияние на их умственную работоспособность, оценена эффективность гипоксической тренировки для повышения переносимости некоторых факторов полета.

Глава 1

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОГРАНИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ У СПЕЦИАЛИСТОВ ОПЕРАТОРСКОГО ПРОФИЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В биотехнических системах эргатического типа человек выполняет роль управляющего звена. Безотказность функционирования эргатической системы зависит от многих компонентов. Каждый из них обладает своей, весьма сложной структурой, взаимосвязан с другими компонентами. Непременным условием их оптимального функционирования является адекватность согласования «управленческих» характеристик технических и биологических элементов системы.

Определяющим понятием деятельности человека в эргатической системе является операторский труд. Анализ деятельности операторов, содержащийся в работах ряда исследователей (Сапов И.А., Солодков А.С., 1980; Ломов Б.Ф., 1985), позволяет констатировать, что отличие труда операторов от других профессий заключается в предельном снижении нагрузки моторной части трудовых действий и в значительно возросшей роли функций интеллектуальных и эмоционально-волевых компонентов. Для успешной профессиональной деятельности оператору необходимо профессиональное здоровье, запас психофизиологических резервов и высокий уровень профессионализма.

Труд летчиков относится к особо сложным видам операторского труда. В своей профессиональной деятельности летный состав закономерно сталкивается с действием как факторов полета, так и факторов внешней среды, имеющих экстремальный характер и, как правило, приводящих к значительным изменениям функционального состояния летчиков, их работоспособности и возникновению заболеваний. В настоящее время летный состав испытывает более высокие пилотажные нагрузки — высокие перегрузки от 4 до 12 ед., с градиентом нарастания до 15 ед., увеличение их длительности и изменение их характера — это знакопеременные перегрузки, наличие боковых перегрузок до 5 ед. Причиной этому стало интенсивное развитие авиационной техники в последние

годы. Не менее значимое влияние на организм летчика оказывает авиационный шум. Сохраняют свою актуальность проблемы длительных полетов, сопровождающихся дозаправкой в воздухе и характеризующихся развитием утомления, снижением работоспособности на фоне повышения нервно-психического напряжения, что приводит к переутомлению и психическому истощению.

Высока вероятность развития гипоксии и высотной декомпрессионной болезни. Применение новых технологических решений, таких как использование интегрированных в шлем дисплеев, очков инфракрасного спектра, полеты и маневрирование на малых высотах, опасность дезориентации уменьшает возможности летчика для реализации своего профессионального потенциала в боевой обстановке, изменяет психическую активность, вызывает депрессивные расстройства, формирует отрицательные установки и фобии (Пономаренко В.А., 2006).

Профессиональная деятельность летчика имеет выраженные черты операторской и характеризуется высокой эмоциональной насыщенностью, ответственностью и когнитивной сложностью на фоне воздействия указанных неблагоприятных факторов. Основные профессионально важные качества операторов авиационного профиля определяются скоростью мыслительных процессов, объемом, распределением и переключением внимания, развитием сенсомоторных навыков, умением работать в условиях дефицита времени, высокого нервно-эмоционального напряжения, циклического характера деятельности (Благинин А.А., 1997).

Несоответствие условий деятельности физиологическим и психологическим особенностям человека приводит к снижению работоспособности летчика, развитию утомления (Новиков В.С. с соавт., 1993; Милованова Г.Б., 1993).

Для успешной профессиональной деятельности авиационному специалисту необходимо профессиональное здоровье, запас психофизиологических резервов и высокий уровень профессионализма. Концепция о профессиональном здоровье, широко принятая в авиационной и космической медицине, предусматривает его тесную взаимосвязь с надежностью деятельности (Пономаренко В.А., 2001, 2006). Под «профессиональным здоровьем» ряд исследователей понимают свойство организма сохранять возможности защитных и компенсаторных механизмов, обеспечивающих

работоспособность во всех условиях профессиональной деятельности (Бугров С.А., 1987; Пономаренко В.А., 2001). Главным качеством профессионального здоровья является восстановление функционального состояния в соответствии с регламентацией объема и вида профессионального труда. Его основными структурными компонентами являются клинический, психический и физический статусы, которые оказывают определенное влияние на функциональное состояние, включая уровень профессионально значимых качеств. В научной литературе также используется термин «профессионально необходимое здоровье» (Пономаренко В.А., 2001), которое рассматривается как база психофизиологической надежности оператора, как гарант от спонтанных отказов при выполнении задания.

Часто возникает вопрос о допустимости определенного уровня напряженности в работе психофизиологических систем организма вследствие возможности перехода наблюдаемого рабочего состояния оператора в патологическое. При этом цена деятельности указывает на степень допустимости или недопустимости физиологических или психологических затрат для выполнения стоящей перед оператором задачи. Допустимость или недопустимость состояния с позиции оценки надежности и цены деятельности позволяет разделить существующие функциональные состояния на разрешенные и запрещенные (Новиков В.С., 1993).

На уровень профессионального здоровья влияют условия, организация и содержание профессиональной деятельности, социально-бытовые условия, эффективность мероприятий, проводимых врачами для сохранения и укрепления здоровья операторов и др.

Центр тяжести работы специалистов операторского профиля деятельности сосредоточен на поддержании состояния внимания, принятии ответственных решений, выполнении мыслительных операций. В различных ситуациях трудовой деятельности обычным становится формирование таких состояний, которые характеризуются повышенным уровнем требований к психофизиологическим резервам индивида, нередко превышающих его возможности (Китаев-Смык Л.А., 1983; Леонова А.Б., 1988).

В результате у некоторых специалистов обнаруживаются признаки пограничных функциональных состояний организма.

В основе формирования и развития пограничных функциональных состояний лежат нарушения деятельности регуляторных механизмов, которые длительное время могут не отражаться на состоянии здоровья и работоспособности. Именно с истощением и поломом адаптационных механизмов в настоящее время связывают развитие многих болезней (Баевский Р.М., 1979; Сапов И.А., 1998).

Между здоровьем и болезнью есть ряд переходных состояний. Пока не существует их общепринятого перечня. Поэтому нередки случаи, когда отсутствие достаточных данных для установления диагноза болезни автоматически дает основание для зачисления пациента в категорию здоровых людей.

Состояние на грани нормы и патологии В.П.Казначеев с соавторами (1980) определяли как донозологическое. С учетом переходных форм между нормой и патологией авторы выделяли следующие донозологические состояния: пограничное между нормой и напряжением, напряжение, перенапряжение и астенизация (истощение) со стадиями неспецифических и специфических изменений. По мнению авторов, эти состояния являются доклинической манифестацией того или иного заболевания и встречаются у практически здоровых людей.

Однако большинство исследователей определяли пограничные состояния как «предболезнь». Причем в оценке определения предболезни нет единых взглядов. Одни исследователи считали, что предболезнь начинается с истощения регуляторных механизмов и характеризуется нарушением гомеостаза с преобладанием изменений, еще не специфических для какой-то нозологической формы (Деряпа Н.Р., Хаснулин В.И., 1979). Другие определяли предболезнь как медленно развивающийся патологический процесс, характеризующийся неустойчивым равновесием явлений патологии и приспособления, а также ограничением резервов компенсации и адаптации (Кулагин В.К. с соавт., 1981).

В определении предболезни нередко акцентируется внимание на возникновении предпатологии на начальных этапах нарушения оптимального взаимодействия организма и внешней среды (Чернух А.М., 1981). При этом С.М.Павленко (1973) отмечал, что функциональной основой предболезни являются измененная реактивность организма, характеризующаяся той или иной степенью

нарушения саморегуляции, а также снижение активности саногенетических механизмов, ведущее к ограничению защитно-приспособительных возможностей организма. Однако В.С.Новиков (1989) считает, что периоду ограничения защитно-приспособительных возможностей организма предшествует период длительно сохраняющегося напряжения защитно-приспособительных механизмов, который, по мнению автора, характеризует пограничные состояния.

Исходя из этого пограничные функциональные состояния могут быть разделены на допустимые и недопустимые (Новиков В.С., Ушаков И.Б., 1997, Ушаков И.Б., 2004). Если работоспособность летчика снижается в небольших пределах, а цена его профессиональной деятельности адекватна параметрам гомеостаза, то такое функциональное состояние считается допустимым. При этом к недопустимым авторы отнесли все преморбидные состояния (Новиков В.С., Чепрасов В.Ю., 1993). По международной классификации болезней (МКБ-10), разработанной под эгидой ВОЗ, пограничные функциональные состояния могут быть отнесены к рубрикам № 306 — нарушение физиологических функций психогенной этиологии, № 309 — приспособительные реакции, № 794 — неспецифические отклонения от нормы, выявленные при функциональных исследованиях, при этом под пограничными функциональными состояниями понимаются такие нарушения гомеостатических и компенсаторных механизмов, которые характеризуются обратимостью биохимических, морфологических и функциональных сдвигов, предшествующих появлению выраженных симптомов и признаков заболевания.

Р.М.Баевский (1988) выделяет состояния более близкие к норме как донозологические, а состояния более близкие к болезни — как преморбидные.

Пограничные ФС достаточно широко распространены у офицеров ВВС, ВМФ, РВСН (Савченко С.В., 2006). Среди них преобладают: астено-невротический синдром, кардиалгии, нарушения сна, цереброастения. Среди специалистов управления космическими аппаратами выявлены такие пограничные ФС как: начальные явления нейро-сенсорной тугоухости (80%), нарушения функции зрения (72%), функциональные расстройства вегетативной нервной системы (61%) (Благинин А.А., 1997). По данным

А.М.Войтенко с соавторами (1990), у летчиков вертолетов наиболее часто выявлялись функциональные расстройства вегетативной нервной системы (55%), начальные явления нейро-сенсорной тугоухости (44%), нарушения психической адаптации, проявляющиеся невротизацией личности (20%). В отдельную форму ПФС были выделены расстройства сна, обнаруженные у 52% летчиков. Всего ПФС встречались у 91% обследованных летчиков.

Неблагоприятное воздействие факторов физико-химической природы вызывает расстройства, проявляющиеся симптомами дисфункции вегетативной регуляции, не имеющими специфичности и синдромологической завершенности. Обнаруживаемые расстройства являются как бы отдельными проявлениями вегетативной дистонии, не имеющей нозологической самостоятельности (Вейн А.М. с соавт., 1981; Вейн А.М., 1989).

Профессиональные факторы, представленные преимущественно информационными перегрузками, затрагивают личностную структуру. В этом случае возникающие расстройства проявляются в виде ситуационных патологических реакций (Киколов А.И., 1978; Хананашвили М.М., 1978).

Типичным результатом нарушения психофизиологической адаптации является развитие невротических нарушений, происходящих преимущественно по типу невротических реакций (Граве П.С., Шнейдман М.Р., 1972; Горфинкель Э.И., Келейников И.К., 1974; Фролов Б.С. с соавт., 1980). В этих случаях обнаруживаются нарушения сна, появление депрессивных и ипохондрических состояний (Бизюк А.П., Рябинин И.Ф., 1979; Нечипоренко В.В., Литвинцев С.В., 1996). Отмечается, что функциональные расстройства ЦНС составляют подавляющее большинство нервно-психических расстройств, а в структуре общей заболеваемости они приобретают существенный удельный вес (Леутин Б.П., Николаева Е.И., 1988).

В.С.Лобзин (1980) систематизировал экстремальные факторы внешней среды и ответные реакции организма в понятиях физиогенных и психогенных астений. Д.М.Менделевич и К.К.Яхин (1986) отмечают, что развитию астении предшествуют вегетативные расстройства. Во время действия экстремальных факторов или длительного воздействия профессиональных вредностей возникает напряжение механизмов вегетативной регуляции, что

может сопровождаться вегетативной неустойчивостью, которая рассматривается исследователями (Спивак Л.И., 1980; Стукалова Л.И. с соавт., 1980; Менделевич Д.М., Яхин К.К., 1986) как этап преклинических расстройств. Структура этих расстройств весьма разнообразна и зависит как от характера действующих факторов, от состояния ЦНС, так и от личностных особенностей.

Неврозоподобные состояния вызываются различными причинами. В их развитии определенную роль могут играть неблагоприятные условия профессиональной деятельности (шум, вибрации, температура и др.). При этом необходимо различать неврозы от неврозоподобных состояний (Телешевская М.Э., 1988). В отличие от неврозов как психогенных нарушений высшей нервной деятельности, связанных с патогенными переживаниями, внутренней конфликтностью тенденций и возможностей личности, здесь доминируют астенические расстройства с выраженными вегетативными, в частности сосудистыми, дистониями (Панов А.Г., Команденко Н.И., 1974).

Единого подхода к оценке симптоматики нет (В.Г.Вогралик, 1964). Поэтому одни диагностируют неврастению, другие — вегетодистонию, третьи — НЦД и т.д. По мнению В.Д.Топольянского и М.В.Струкаловской (1986), наиболее частой причиной диагностических ошибок являлась психовегетативная нестабильность. Авторы считали, что не менее 30% больных, обращавшихся с соматическими жалобами, составляли по существу практически здоровые лица, нуждающиеся лишь в известной коррекции эмоционального состояния.

Функциональные расстройства психической сферы, как пограничные состояния между нормой и патологией, могут проявляться многообразными формами (Бехтерев В.М., 1886; Ганнушкин П.Б., 1908; Корсаков С.С., 1913).

Вместе с возрастанием интереса к пограничным психическим расстройствам проблема соотношения нормы и патологии становится особенно значимой (Снежневский А.В., 1972). Это широкая область препсихопатических и преневротических состояний.

По оценке С.Б.Семичова (1982), распространенность донозологических расстройств среди населения колеблется в пределах 22—90%; лица, не обнаруживающие никаких нервно-психических нарушений («абсолютно», «идеально» здоровые), составляют

не более 35% численности здоровых. По данным Л.Х.Гаркави с соавторами (1979), 80% людей, не относящихся к больным, находятся в состоянии хронического стресса.

Приведенные данные показывают, что единства мнений о критериях переходных состояний нет. Причин тому много, но главной является отсутствие единой методологии в распознавании пограничных состояний. Отсюда одни авторы относят их к норме, другие, исходя из промежуточного положения, полагают, что пограничные состояния относятся как к норме, так и к патологии, и, наконец, третьи считают эти состояния этапом патологии. В качестве синонимов в литературе используются термины «преморбидные состояния», «предболезнь», «донозологические состояния», «предповреждения», «скрытые функциональные недостатки», «предклинические расстройства», «парциальная недостаточность здоровья», «дезадаптация», «состояния нездоровья», «предпатологические состояния», «функциональные расстройства» и другие, что также свидетельствует об отсутствии единого понимания данного вопроса.

В руководстве по раннему выявлению профессиональных болезней (1988), выпущенному под эгидой ВОЗ, записано, что под пограничными состояниями следует понимать такие нарушения гомеостатических и компенсаторных механизмов, которые характеризуются обратимостью биохимических, морфологических и функциональных сдвигов, предшествующих появлению выраженных симптомов и признаков заболевания.

В работах А.А.Боченкова, А.А.Благилина (1994) пограничное функциональное состояние идентифицируется как состояние, являющееся результатом неадекватного ответа функциональных систем организма во время адаптации к изменению условий внешней среды, направленного на достижение результатов в определенных условиях деятельности. В пограничном функциональном состоянии целесообразно выделять два подсостояния: первое характеризуется неспецифическими изменениями органов и систем (донозологические состояния), второе определяется характерными для конкретных нозологических изменений (преморбидные состояния) специфическими реакциями.

Пограничное функциональное состояние как понятие в свете современных научных взглядов представляется совокупностью

понятия функциональных систем и их непосредственной связью с определенной деятельностью организма человека.

Характерной чертой ПФС является снижение толерантности организма к влиянию неблагоприятных факторов внешней среды, а также более высокий риск развития морбидных состояний под воздействием этих факторов (Усов И.Н., 1983). Вскрывая сущность пограничных состояний, В.И.Медведев указывал, что они «характеризуют такое состояние системы, когда ее отдельные звенья уже не способны обеспечивать адекватно свою функцию в системном ответе, хотя это еще не сказывается при данном уровне работы системы на ее конечном ответе благодаря работе компенсирующих звеньев, обеспечивающих надежность, но и эти звенья работают на пределе, поэтому дальнейшее функционирование системы или увеличение на нее нагрузки неминуемо приведет к развитию патологического функционального состояния» (Медведев В.И., 1988. С. 312).

При выявлении ранних признаков нарушенного здоровья, возникающих от воздействия профессиональных вредностей, ориентироваться следует не на все отклонения организма, а только на те изменения, которые вызывают нарушение гомеостаза (Манаенкова А.М., 1988). В.А.Бодров (1983) к пограничным состояниям летного состава относил функциональные нарушения, вызванные воздействием неблагоприятных факторов полета (укачивание, гипоксия и т.д.), хроническое утомление, нервно-психическую напряженность (неустойчивость) и некоторые психические состояния.

Представленные данные свидетельствуют о значительной распространенности пограничных функциональных состояний у лиц операторского профиля деятельности. ПФС могут продолжаться длительное время, чаще всего переходят в болезнь, поэтому своевременная диагностика и коррекция данных состояний является одним из актуальнейших вопросов физиологии труда.

Глава 2

ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА КАК МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА

Одной из главных задач, решаемых специалистами авиационной медицины, является проблема обеспечения безопасности полетов, повышение эффективности и надежности профессиональной деятельности (Ушаков И.Б., 2000). Усложнение технических средств, высокая цена ошибочных действий способствуют росту интенсивности летного труда и повышению требований к физиологическим, психофизиологическим и психическим функциям. Это и определяет необходимость поиска новых и дальнейшего развитие апробированных средств и методов повышения физиологических резервов организма, коррекции функционального состояния, сохранения работоспособности летчиков в процессе профессиональной деятельности.

В настоящее время имеется большой выбор методов и средств коррекции ФС и повышения работоспособности операторов авиационного профиля.

Под коррекцией функционального состояния следует понимать мероприятия, обеспечивающие оптимизацию функционального состояния организма, повышение, сохранение и восстановление работоспособности.

К основным путям сохранения, восстановления и повышения работоспособности операторов относятся: развитие профессионально важных качеств в процессе обучения и психофизиологической подготовки; регламентация режима труда, отдыха и питания; минимизация неблагоприятного действия факторов профессиональной деятельности; неспецифические и специфические воздействия на гомеостатические механизмы; фармакологическая коррекция (Новиков В.С., Ушаков И.Б., 1997).

Современная концепция реабилитации выделяет специфические и неспецифические методы восстановления работоспособности. Использование неспецифических методов предполагает восстановление функциональных резервов и резистентности организма к действию различных факторов полета и среды. Исполь-

зование специфических методов направлено на нейтрализацию изменений, возникающих при действии определенного неблагоприятного фактора полета.

Следует подчеркнуть условность разделения воздействий, обеспечивающих повышение и сохранение работоспособности операторов, на специфические и неспецифические. Известно, что действие тренирующего фактора вызывает ответную реакцию целостного организма.

При этом наряду с формированием функциональной системы, обеспечивающей повышение устойчивости к конкретному раздражителю, активируются многие системы гомеостаза — нейроэндокринная, сердечно-сосудистая, дыхательная и др. В результате повышается устойчивость как к действию конкретного фактора, так и ко многим другим раздражителям, которые не использовались в качестве тренирующих.

Применяемые методы, системы и комплексы коррекции функционального состояния организма и работоспособности военнослужащих можно условно разделить на:

- организационные, включающие нормирование профессиональной деятельности, предоставление профилактических отпусков;

- социальные, обеспечивающие гарантии безопасности профессиональной деятельности и предоставление льгот и компенсаций за нанесенный ущерб состоянию здоровья, социально-бытовые условия, а также значимость профессии;

- медицинские, включающие различные методы и средства поддержания функционального состояния, здоровья и работоспособности. К ним относятся физиолого-гигиенические методы (закаливание организма, гипербарическая оксигенация, оксигенотерапия, нормо- и гипобарическая гипоксия и др.), диетотерапия, специальное питание, витаминизация, биологически активные пищевые добавки; физические средства (массаж, самомассаж БАТ, лечебная физкультура, контрастные температурные воздействия, климатические факторы, тренировки на статозргометре, биодинамическая коррекция позвоночного столба, вибромассаж мышц нижних конечностей), электрофизиологические средства (электрические и магнитные поля, электромиостимуляция, центральная электротранквилизация, импульсная низкочастотная терапия, биорезонансная энергоинформационная терапия), фарма-

кологические средства (стимуляторы ЦНС, транквилизаторы, адаптогены, иммунокорректоры, термо- и фригопротекторы, ноотропы, психоэнергизаторы, нейропептиды, антиоксиданты и антигиппоксанты и др.);

— профессиональные, предусматривающие рациональное планирование профессиональной нагрузки, общую и специальную физическую подготовку и тренажерную подготовку, моделирующую профессиональную деятельность;

— психофизиологические, включающие аппаратурные и компьютерные методики, основанные на принципе обратной биологической связи, восстанавливающие психофизиологические качества;

— психологические: а) гипноз, суггестивное внушение; б) ауто- и гетеротренинг; в) нейролингвистическое программирование; г) функциональная музыка (музыкальное кондиционирование); д) рациональная психотерапия; е) релаксационные упражнения; ж) полетная психотерапия на авиационном тренажере.

Анализ литературы показал, что при выборе методов коррекции необходимо руководствоваться некоторыми общими принципами (Пономаренко Г.Н., 1998):

— *принцип единства патогенетических и симптоматических воздействий* реализуется на основе специфических свойств каждого физического фактора коррекции и его влияния на определенные функции организма человека. Следует стремиться использовать такие корригирующие факторы, которые бы активно воздействовали на патогенетические механизмы развития патологических функциональных состояний оператора;

— *принцип индивидуализации* предполагает необходимость учитывать пол, возраст и конституцию человека, реактивность организма и степень напряжения компенсаторно-приспособительных механизмов, биоритмическую активность основных функций организма, наличие сопутствующих предпатологических изменений исходного функционального состояния, индивидуальных противопоказаний к применению конкретной методики, следовательно, параметры корригирующего физического фактора всегда выбирают индивидуально, а при использовании стандартной методики всегда ориентируются по реакции организма на 1-й или 2-й сеанс коррекции;

— *принцип курсового воздействия* — наиболее выраженный эффект применения большинства физических факторов наступает в результате курсового применения. Продолжительность курса может составлять от 6—8 до 15—30 сеансов. В этом случае структурно-функциональные изменения, возникающие после первых сеансов, углубляются и закрепляются последующими. Суммация корригирующих эффектов обеспечивает длительное последствие курсового применения конкретной методики коррекции функционального состояния;

— *принцип оптимальности воздействия* — физические факторы обладают неодинаковой эффективностью при коррекции конкретного функционального состояния, следовательно, параметры фактора и методика его применения должны быть оптимальными, т.е. максимально соответствовать характеру и фазе развития функционального состояния;

— *принцип динамичности воздействия* — коррекция должна соответствовать текущему функциональному состоянию человека. При снижении эффективности коррекции целесообразно рациональное изменение интенсивности, частоты, локализации, площади и продолжительности воздействия физического фактора. Кардинальным признаком неадекватности коррекции является формирование или прогрессирование явлений дезадаптации. Для их своевременного выявления требуется систематический врачебный контроль за ответными реакциями организма и их правильная оценка;

— *принцип комплексности воздействия* — полисистемность патогенетических механизмов развития патологических функциональных состояний диктует необходимость комплексного использования физических факторов коррекции. Возможно сочетанное и комбинированное применение корригирующих процедур. Сочетанное применение предполагает одновременное использование нескольких физических факторов, а комбинированное — последовательное с различными временными интервалами. Высокая эффективность комплексного использования физических факторов основана на их аддитивности, потенцировании, появлении новых корригирующих эффектов, а также увеличении продолжительности последствия.

Примером эффективности комплексного применения физических факторов коррекции, например, является синергичность эффекта сочетанного применения нормобарической гипоксии и статической физической нагрузки, превышающего эффекты раздельного использования этих факторов (В.С.Новиков, Е.Б.Шустов, В.В.Горанчук, 1998). Среди других сочетаний факторов воздействия можно отметить: совместное применение пирроксана и электроимпульсной нейрорегуляции (Овчинников В.Г., 1992); электроимпульсной нейрорегуляции, музыкального кондиционирования и пирацетама (Лагошняк А.Р., 1999); ЭИН и аутогенной тренировки; использование адаптогенов и контрастных температурных воздействий; ГБГ и тренировки на статозргометре; применение ключевых идеомоторных приемов саморегуляции в комплексе с разминочными физическими упражнениями и самомассажем биологически активных точек в области затылка и на кистях рук (антистрессовая подготовка у военнослужащих в боевой обстановке) — методика «Ключ»; применение транквилизаторов и ритмической фотостимуляции (Миролюбов А.В., 1996) и др.

По преимущественному направлению воздействия все методы коррекции функционального состояния можно разделить на методы преимущественно соматической направленности (физические упражнения на тренажерах, нормо- и гипобарическая гипоксия, КТВ и др.); эмоционально-вегетативной (релаксационно-лечебные упражнения, электротранквилизация ЦНС, психическая саморегуляция, музыкальное кондиционирование); психофизиологической (электротранквилизация ЦНС, аутогенная тренировка, психотерапия в «полетах на тренажере») и личностной направленности (рациональная психотерапия, психотерапия в «полетах на тренажере»).

В зависимости от режима проведения коррекционных мероприятий все методы коррекции разделяются на средства и методы, применяемые в упреждающем режиме, текущем и восстановительном.

Независимо от способа применения метода коррекции его выбор следует осуществлять исходя из следующих требований:

— выбранный метод коррекции должен оказывать выраженное положительное действие на операторскую работоспособность;

- не должен оказывать негативного влияния на функциональное состояние при многократных повторных воздействиях;
- должен хорошо сочетаться с другими методами коррекции и быть удобным в применении;
- должен иметь широкий терапевтический диапазон;
- должен оказывать быстрый и достаточный положительный эффект;
- не должен вызывать отрицательных эффектов и парадоксальных реакций вследствие нулевой или измененной реактивности организма;
- не должен требовать значительных временных затрат и материальных средств: дорогостоящая аппаратура, высококвалифицированный персонал, высокая себестоимость при его применении.

Физиологические способы коррекции функционального состояния объединяются таким общим признаком, как непосредственное физическое воздействие на сенсорные системы, ткани и органы. Одним из перспективных и эффективных физиологических методов коррекции функционального состояния организма является норма- и гипобарическая гипоксическая тренировка.

Объем данного литературного обзора не позволяет обобщить весь имеющийся материал, посвященный адаптации к недостатку кислорода. Поэтому здесь рассмотрены физиологические механизмы адаптации к гипоксии, которые имеют важное значение для профилактики и лечения заболеваний, коррекции функционального состояния. Такие сведения наиболее подробно представлены в работах З.И.Барбашовой (1960), Н.Н.Сиротинина (1964), Ф.З.Меерсона (1973, 1981, 1993), Ю.М.Караша с соавторами (1988), С.И.Лустина (1994). В зарубежной литературе подобной информации фактически нет, встречаются данные о применении гипоксической гипоксии для тренировки спортсменов в различных видах спорта (Wolfer E. et al., 1991; Terrados N., 1992, etc.). Вероятно, это связано с тем, что гипоксия в основном рассматривается в качестве патологического фактора, а не лечебного.

Литературные данные и обобщение результатов собственных исследований механизмов адаптации к стрессорным воздействиям позволили Ф.З.Меерсону (1981, 1993) сформулировать концепцию о стресс-лимитирующих системах организма, которая получила широкое признание. Согласно этой концепции общая

адаптационная стресс-реакция не только предшествует развитию устойчивой адаптации, но и играет важную роль в ее формировании. Это осуществляется за счет мобилизации энергетических и структурных ресурсов организма и использования их для преимущественного обеспечения систем, ответственных за адаптацию к гипоксии, в которых формируется системный структурный след. Большую роль играет непосредственное влияние стрессорных гормонов и медиаторов на функцию клеток различных систем, в которых формируется системный структурный след, а также прямое действие стрессорных гормонов на систему, ответственную за адаптацию — липотропный эффект стресса, антиоксидантный эффект, постстрессорная активация синтеза белка. По мере формирования нового уровня функционального состояния нарушения гомеостаза составляющие стимул стресс-реакции исчезают и сама стресс-реакция, сыграв свою роль в становлении адаптации, постепенно ликвидируется.

Процесс адаптации к гипоксии сопровождается увеличением мощности стресс-лимитирующих систем, что обеспечивается как центральными регуляторными механизмами, так и механизмами, реализующимися на уровне тканей. По данным Ф.З.Меерсона (1993), в коре головного мозга в процессе адаптации к гипоксии на 50% возрастает концентрация РНК и в 2 раза — синтез белка. Эти структурные изменения не только способствуют повышению устойчивости к гипоксии, но и влияют на совершенствование условно-рефлекторной деятельности ЦНС. В работе М.Г.Пшенниковой с соавторами (1992) показано, что у адаптированных животных острый эмоционально-болевой стресс не вызывал увеличения концентрации норадреналина в миокарде, в то время как у неадаптированных животных концентрация этого медиатора уменьшалась на 35%. При адаптации к гипоксии наблюдается значительное увеличение в крови и миокарде простагландина Е и простаглицлина. Одновременно обнаруживается мобилизация опиоидных пептидов из надпочечников. Учитывая, что опиоидные пептиды блокируют адренергические эффекты на уровне мозга, а простагландины — на уровне исполнительных органов, эти реакции существенно снижают неблагоприятное влияние стрессорных воздействий (Тигранян П.А., Вакулина О.П., 1984; Пшенникова М.Г., 1987; Lewis J.M. et al., 1982; Mayfield K.P.,

D'Alecy L.G., 1994). Адаптация к гипоксии увеличивает активность холестерин-7 α -гидроксилазы, которая играет важную роль в окислении холестерина. Предварительная адаптация к гипоксии увеличивает активность антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы и одновременно предупреждает активацию перекисного окисления липидов. Эти данные свидетельствуют о том, что в процессе адаптации к гипоксии повышается устойчивость организма к стрессорным воздействиям, и возникают реакции, ограничивающие некоторые факторы риска ишемической болезни сердца.

Огромную роль в исследовании проблемы кислородного голодания сыграли работы П.Бэра (1878), И.М.Сеченова (1880), В.В.Пашутина (1881), П.М.Альбицкого (1884) и др.

В связи со стремительным развитием подводной и авиационной техники в конце XIX столетия и особенно в первой половине XX в. интерес к проблеме гипоксии неуклонно возрастал. В этот период времени значительный вклад в изучение физиологических механизмов действия гипоксии на организм животных и человека был сделан выдающимися физиологами: за рубежом — Mosso A. (1904), Zuntz N. (1906), Barcroft J. (1920), Heymans J.F. (1927), Schneider E.C. (1932), Haldane J.S. (1935), Henderson Y. (1938), Opitz E. (1941), Hartmann H. (1942), Luft U.C. (1950); в нашей стране — В.В.Стрельцовым (1933), П.И.Егоровым (1937), А.П.Аполлоновым (1938), Н.Н.Сиротининым (1939), Г.Е.Владимировым (1940), В.Г.Миролюбовым (1941), Д.И.Ивановым (1948), М.Е.Маршаком (1953), Д.Е.Розенблюмом (1953) и др.

Немаловажными в практическом отношении являются данные Ф.З.Меерсона (1986), свидетельствующие о том, что при адаптации к периодическому действию высотной гипоксии подавляются аллергические реакции замедленного типа. Данное положение является основанием для использования указанного метода в профилактике заболеваний, в которых аллергия играет существенную роль: бронхиальная астма, аллергические артриты, дерматиты и т.п.

Существенной чертой адаптации к гипоксии является активация синтеза РНК и белка, которая наблюдается не только в мозге, но и во многих других жизненно важных органах. Итогом такой активации является увеличение массы легких, их дыхательной

поверхности и количества альвеол, увеличение функциональных возможностей сердца и количества сосудов в мозге, сердце, скелетных мышцах, увеличение количества эритроцитов и содержания гемоглобина в крови, а также концентрации миоглобина в скелетных мышцах и миокарде. Наблюдается увеличение мощности системы энергообеспечения на клеточном уровне, что обусловлено увеличением количества митохондрий, активности ферментов дыхательной цепи, а также увеличением мощности гликолиза (Барбашова З.И., 1960; Благовестова М.П. с соавт., 1968; Пшенникова М.Г., 1973; Богомолов А.Ф., 1975; Poupri O., Krofta K., Prochaska J., 1966). Одновременно с этим наблюдается снижение основного обмена и экономное использование кислорода тканями, что обуславливает снижение потребления организмом кислорода на уровне моря и достаточно высокое потребление кислорода на высоте (Меерсон Ф.З., 1993). Снижение потребления кислорода сердцем обуславливает увеличение эффективности сократительной функции миокарда. По данным Р.Моретetal (1972), сердце у адаптированных людей в обычных условиях потребляет кислорода на 30—40% меньше, чем у неадаптированных. За счет этого расширяются резервные возможности сердечно-сосудистой системы и увеличивается физическая работоспособность, чему также способствует увеличение мощности аппарата симпатической регуляции сердца (Меерсон Ф.З., 1973; Пшенникова М.Г., 1980). Таким образом, адаптация к гипоксии не только расширяет функциональные резервы организма и повышает физическую работоспособность, но и за счет увеличения сети сосудов в жизненно важных органах защищает их от ишемических повреждений.

Обращают на себя внимание данные, полученные И.А.Красновской (1974) и С.Монгеetal (1969). Авторами было показано, что при адаптации к гипоксии наблюдается частичная атрофия гипоталамических супраоптических ядер и гломерулярной зоны надпочечников. Известно, что супраоптическое ядро гипоталамуса ответственно за образование антидиуретического гормона — вазопрессина, а в клубочковой зоне надпочечников осуществляется секреция альдостерона. Эти гормоны играют важную роль по регуляции содержания натрия и воды в организме. Вазопрессин стимулирует, а альдостерон блокирует выведение из организма натрия и воды. При адаптации к гипоксии происходит удаление

из организма натрия и воды, снижение сосудистого тонуса. Указанные сдвиги водно-солевого обмена могут сочетаться с уменьшением содержания кальция в клетках сосудов, что способствует понижению сосудистого тонуса. Указанные изменения — гипосекретия антидиуретического гормона, гипоальдостеронизм, уменьшение резерва натрия и воды, снижение сосудистого тонуса — могут играть существенную роль в профилактике артериальных гипертензий.

Таким образом, анализ литературы показывает, что повышение неспецифической резистентности организма, возникающее в результате адаптации к гипоксии, характеризуется широким спектром физиологических изменений, многие из которых играют существенную роль для профилактики и лечения заболеваний, коррекции функционального состояния, медицинской реабилитации. Такая реакция организма может рассматриваться как наиболее целесообразная, и, видимо, может быть объяснена тем, что способность переносить различные степени кислородного голодания относится к числу наиболее древних и совершенных средств адаптации.

Положительные эффекты, возникающие в организме в процессе адаптации к недостатку кислорода, явились теоретической основой для проведения работ по изучению эффективности нормобарической (дыхание обедненной кислородом дыхательной смесью при нормальном барометрическом давлении) и гипобарической гипоксии (производится путем дозированного воздействия пониженного парциального давления кислорода, создаваемого в стационарных барокамерах) как методов лечения заболеваний и коррекции функциональных состояний. В.И.Кулешовым с соавторами (2003) была предложена классификация баротерапии и ее лечебных факторов, где детально изложены методы нормо- и гипобаротерапии.

Эффективность применения гипобарической гипоксии в качестве метода коррекции пограничных функциональных состояний с синдромом артериальной гипертензии, а также лечения начальных стадий гипертонической болезни показана в работах М.М.Миррахимова (1978), Ф.З.Меерсона с соавторами (1989). Е.А.Благинина (2011) выявила, что профессиональная деятельность специалистов авиакосмического профиля приводит к широкой

распространенности пограничных состояний, больше половины которых относится к функциональным расстройствам вегетативной нервной системы, и показала, что применение метода гипоксической тренировки купирует проявления вегетативных расстройств и ускоряет восстановление функционального состояния организма и операторской работоспособности. Адаптация к гипоксии, развивающейся в процессе курса гипоксической тренировки, приводит к развитию в регуляторных системах позитивных изменений и расширению физиологических резервов организма.

Отмечено благоприятное влияние курса гипобарической гипоксии на течение нейроциркуляторной дистонии гипертензивного типа у летчиков (Лустин С.И., 1994, 1996). Показано, что эффективность гипобарической гипоксии проявлялась даже в тех случаях, когда медикаментозные методы лечения являлись недостаточно действенными. При лечении нейроциркуляторной дистонии гипертензивного типа гипобарическая гипоксия воздействует на основные звенья патогенеза заболевания и обуславливает расширение функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

Необходимо отметить, что проблеме гипоксии уделялось большое внимание в Военно-медицинской академии. Значительный вклад в разработку данного направления внесли выдающиеся ученые академии: И.М.Сеченов (1879, 1880), В.В.Пашутин (1881), П.М.Альбицкий (1884), Е.А.Карташевский (1904), В.Б.Фарбер (1939), Г.Е.Владимиров (1940), Н.С.Молчанов (1940), Л.А.Орбели (1940), П.И.Егоров (1947), И.Р.Петров (1949), А.Ф.Панин (1958), М.П.Бресткин (1964) и др.

Гипоксия традиционно является одним из центральных направлений научно-исследовательской работы кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии. В различные периоды ее деятельности этой проблемой занимались О.Ю.Сидоров (1958), Г.И.Гурвич (1961), П.В.Облапенко (1962), И.А.Пеймер (1968), И.А.Колосов (1976), М.Д.Драгузя (1984), В.И.Копанев (1984), В.С.Новиков (1993, 1995), С.И.Лустин (1994, 1997), А.А.Благинин (1997), И.В.Синькевич (1998), В.В.Торчило (2001), В.В.Горанчук (2003), А.Н.Кагарлицкий (2004), И.И.Жильцова (2005), М.В.Калтыгин (2007), Е.А.Благинина (2011) и др.

Эти вопросы также нашли свое отражение в ряде фундаментальных монографий J.Barcroft (1920), J.S.Haldane, J.G.Priestly (1935), G.Armstrong (1954), З.И.Барбашова (1960), А.М.Чарный (1961), А.З.Колчинская (1964), Е.А.Коваленко, И.Н.Черняков (1972), В.Б.Малкин, Е.Б.Гиппенрейтер (1977), В.А.Березовский с соавторами (1978) и др.

Однако большинством исследователей гипоксия рассматривалась лишь как неблагоприятный фактор, воздействующий на организм человека. Но гипоксия может встречаться и при целом ряде физиологических состояний организма: в результате понижения парциального давления кислорода во внешней среде, несоответствия возросшей потребности организма в кислороде с поступлением его в ткани (например, у спортсменов) и др.

В конце 30-х гг. Н.Н.Сиротининым (1939, 1947, 1951, 1981) были проведены исследования, которые показали, что повышение неспецифической резистентности организма, развивающееся при адаптации к гипоксии, может быть использовано для профилактики и лечения ряда заболеваний, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. В частности, была показана эффективность ступенчатой горной адаптации у больных бронхиальной астмой (Сиротинин Н.Н., 1962), при лечении анемий (Сиротинин Н.Н., Антоненко В.Т., Романова А.Ф., 1973), для повышения устойчивости к инфекционным агентам (Сиротинин Н.Н., 1951) и толерантности к физическим нагрузкам (Сиротинин Н.Н., 1965).

Дальнейшую разработку это направление получило в трудах М.М.Миррахимова (1977, 1978), Ф.З.Меерсона (1981, 1986, 1989), которые внедрили в медицинскую практику новый немедикаментозный метод профилактики и лечения заболеваний, основанный на повышении неспецифической резистентности организма, развивающийся при адаптации к гипоксии.

Работами А.Я.Чижова, Ю.М.Караша, В.Г.Филимонова и др. (1982), Ю.М.Караша, Р.Б.Стрелкова, А.Я.Чижова (1988) был обоснован и внедрен в медицинскую практику метод интервальной нормобарической гипоксии для профилактики и лечения заболеваний, а также медицинской реабилитации. Разработанная методика предусматривает попеременное дыхание гипоксической газовой смесью с содержанием кислорода от 15% до 10%

и атмосферным воздухом. Для создания гипоксической смеси использовался наркозный аппарат типа «Полинаркон». Авторами было показано, что применение нормобарической гипоксии без дополнительной медикаментозной терапии является эффективным для лечения болезней сердечно-сосудистой и дыхательных систем, аллергических, аутоиммунных, эндокринных и других заболеваний.

Современные представления о механизмах адаптации организма к гипоксии позволяют высоко оценить перспективы применения гипобарической гипоксии в целях коррекции функциональных состояний человека. Результаты работ С.И.Лустина (1994, 1995, 1997) показывают, что гипобарическую гипоксию можно рассматривать как эффективный метод коррекции функционального состояния военнослужащих, занимающихся интенсивной интеллектуальной и физической деятельностью в начальном периоде военно-профессиональной адаптации. Высокая активность, хорошее самочувствие и достаточно высокие показатели функциональных проб отмечались у обследуемых на протяжении двух месяцев после ГБГ. В процессе курса гипобарической гипоксии у лиц с пограничными функциональными состояниями купируются невротические реакции, нормализуется функция вегетативной нервной системы, увеличивается кислородный бюджет организма (Благинин А.А., 1997). Применение 10-дневного курса гипобарической гипоксии 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, что позволяет считать гипобарическую гипоксию эффективным методом коррекции функционального состояния летчиков в комплексе восстановительных мероприятий после интенсивной летной работы.

Исследования И.Н.Чернякова с соавторами (1996) показали высокую эффективность гипобарической интервальной гипоксии для коррекции сниженного функционального состояния организма. Проведение 7—10-дневного курса гипобарической интервальной гипоксии повышает физическую работоспособность, функциональные резервы аппарата внешнего дыхания, слухового

и зрительного анализаторов. Положительный адаптационный эффект наблюдался в течение 2 месяцев после окончания курса.

Большой интерес представляют сведения о том, что адаптация к гипобарической гипоксии повышает устойчивость организма человека к некоторым факторам полета. В работах С.И.Лустина (1994), В.С.Новикова и С.И.Лустина (1994, 1996) показано, что повышение устойчивости к факторам авиационного полета при гипобарической гипоксии достигается за счет расширения функциональных резервов организма.

Сформировавшееся в процессе адаптации к гипоксии новое функциональное состояние в большей или в меньшей степени охватывает все органы и ткани организма и обеспечивает повышение резистентности ко многим другим факторам (С.И.Лустин, 1994).

О возможности использования барокамерных тренировок для профилактики развития явлений гиподинамического синдрома у человека сообщается в работе П.В.Васильева с соавторами (1971). Тренировка в барокамере практически здоровых людей, находящихся в условиях строгого постельного режима, позволила снизить неблагоприятное влияние гиподинамии на устойчивость организма к действию ускорений.

Повышение устойчивости человека к стресс-факторам полета после курса интервальной гипоксической тренировки показано в работе И.Н.Чернякова, А.А.Шишова и Н.И.Оленева (1997). По их данным, увеличение высотной устойчивости по «высотному потолку» составило 0,8 км, по «резервному времени» — 3—4 мин, устойчивость к укачиванию повышалась в среднем в 2 раза с сохранением положительного адаптационного эффекта в течение двух месяцев.

Дальнейшее развитие этого направления позволило не только уточнить диапазон терапевтического эффекта нормобарической гипоксии, но и разработать специальную аппаратуру — гипоксикаторы, способные точно дозировать содержание кислорода во вдыхаемом воздухе и осуществлять оперативный контроль за состоянием пациентов. Наибольшее распространение получили такие аппараты, как «МВА-0.014», «Гипоксикатор ММ», «Эверест», «BN-208» и др., принцип действия которых основан на использовании

полимерных мембран, обеспечивающих селективную проницаемость газов, содержащихся в атмосферном воздухе.

Важным моментом гипоксической тренировки является начальный период, когда необходимо определить дозу воздействия и в целом режим. Этот период адаптации к гипоксической гипоксии сопровождается наиболее выраженным напряжением функциональных систем, обеспечивающих транспорт кислорода. Степень этого напряжения (компенсаторных реакций) определяется интенсивностью гипоксического стимула и состоянием организма человека (Левшин И.В. с соавт., 2009). При слишком низкой концентрации кислорода во вдыхаемой газовой смеси функциональный потенциал организма недостаточен для обеспечения существования в новых условиях. При субэкстремальной гипоксии ответ организма может достигать уровня стресс-реакции с закономерной гиперфункцией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой систем. Сопровождающие стресс-реакцию энергетические и структурные затраты у здорового человека позволяют обеспечить формирование функциональной системы, ответственной за приспособление к новым условиям жизнедеятельности (Меерсон Ф.З., 1986). На начальных этапах гипоксической тренировки, по мнению В.В.Горанчука, Н.И.Саповой, А.О.Иванова (2003), следует отдавать предпочтение гипоксическим воздействиям умеренной интенсивности, когда компенсаторные реакции организма не сопровождаются развитием стресс-реакции и исключается вероятность формирования патогенетических связей. В процессе гипоксической тренировки выраженность компенсаторных антигипоксических реакций во время сеансов постепенно уменьшается, а функциональная мощность кислородтранспортных систем организма возрастает.

Обоснование способов и режимов гипоксических воздействий занимает центральное место в методологии гипоксической тренировки и гипокситерапии. Различают три основных режима гипоксической гипоксии:

- непрерывный;
- прерывистый (периодический), когда сеансы (в барокамере или с использованием газовой смеси в нормаборических условиях) продолжительностью от 20—30 мин до нескольких часов проводятся ежедневно или через день;

— интервальный (импульсный, циклично-фракционный) — повторяющиеся в течение одного сеанса циклы (по 5—10 мин) гипоксических воздействий, чередующиеся с периодами (по 5—10 мин) нормоксической респирации.

Экспериментальным обоснованием интервального режима гипоксии явились результаты фундаментальных исследований, в которых было установлено, что у здорового человека в различных тканях организма существуют периодически повторяющиеся колебания напряжения кислорода (Коваленко Е.А., 1966). Эта закономерность была найдена и в отдельных нейронах мозга. Периодическое снижение напряжения кислорода выявлено в тканях беременной матки (Чижов А.Я. с соавт., 1981). Таким образом, периодически возникающая в различных органах и тканях гипоксия обеспечивает естественную «тренировку» механизмов кислородного обеспечения организма человека не только в постнатальном, но и в пренатальном периодах. Авторы полагают, что интервальный режим гипоксической гипоксии наиболее физиологичен и соответствует закрепленным в фило- и онтогенезе человека механизмам компенсации действия факторов среды обитания. Вместе с тем В.С.Новиков с соавторами (1998) обращают внимание на то, что по сравнению с периодическим интервальный режим гипоксической гипоксии предопределяет более выраженное напряжение регуляторных механизмов кислородтранспортных систем организма вследствие частого чередования гипоксических и нормоксических циклов, что увеличивает физиологическую стойкость повышения гипоксической резистентности. Косвенно на это указывает то, что у больных с выраженными признаками декомпенсации систем кровообращения и внешнего дыхания использование интервального режима гипоксической гипоксии нередко обуславливает обострение заболевания.

Анализ литературы позволяет предположить, что в идентичных условиях кислородного обеспечения, соответствующих высоте 3000—4000 м, эффективность нормо- и гипобарической гипоксии как методов лечения заболеваний и коррекции функционального состояния не должна существенно различаться. Конечно, это предположение подразумевает и соблюдение одинаковых условий, прежде всего таких, как первоначальное использование доз гипоксии, исключаящих неблагоприятные реакции срочной

стадии адаптации, а также применение такого количества сеансов, которое обеспечивало бы развитие устойчивой формы адаптации.

Это подтверждается рядом исследований, в которых приводятся данные, позволяющие судить об эффективности методов нормо- и гипобарической гипоксии. Так, в работах по изучению адаптации к гипобарической гипоксии, проведенных с участием практически здоровых людей (Алешин И.А., 1994; Новиков В.С., Лустин С.И., 1994; Денисова Н.С. с соавт., 1996) получены данные, показывающие, что по окончании курса гипобарической гипоксии, состоящего из 15 сеансов барокамерных подъемов на высоты 1500—3500 м, у всех обследуемых повышались активность и настроение, улучшался сон. Отмечено снижение частоты сердечных сокращений на 5—7%, понижение на 7—9% систолического и на 9—11% диастолического артериального давления, повышение физической работоспособности, определяемой по пробе PWC₁₇₀, на 36—40% и максимального потребления кислорода на 14—16%, увеличение времени задержки дыхания на вдохе на 50—70%. Аналогичные результаты получены Ю.М.Карашом с соавторами (1988) и Л.А.Латышкевичем с соавторами (1994) при оценке адаптации к гипоксии в нормобарических условиях. Данные этих исследований свидетельствуют, что у здоровых лиц через 15—20 сеансов отмечалось понижение частоты сердечных сокращений на 4—6%, артериального давления систолического на 8—10% и диастолического на 11—13%, повышение индекса PWC₁₇₀ на 40—43%, максимального потребления кислорода на 12—18%, увеличение времени задержки дыхания на вдохе на 60—77%.

Сравнение эффективности двух методов для лечения больных с синдромом артериальной гипертензии показало большую схожесть результатов. По данным И.А.Алешина (1994), С.И.Лустина (1994), А.А.Благиной (1997), после 15—20 сеансов гипобарической гипоксии систолическое и диастолическое артериальное давление уменьшилось на 12—26% при увеличении физической работоспособности на 20—23%. В свою очередь, проведение курса нормобарической гипоксии, состоящего из 15—25 процедур, приводило к снижению артериального давления на 18—23% (Караш Ю.М. с соавт., 1988).

При лечении больных с ишемической болезнью сердца методами нормо- и гипобарической гипоксии уменьшалось количество желудочковых экстрасистол соответственно на 61 и 70%, снижался уровень холестерина в сыворотке крови на 27% при дыхании обедненной кислородом смеси и на 16% при барокамерных подъемах (Алешин И.А., 1994; Лустин С.И., 1994; Эренбург И.В., 1994; Алеменова Г.Д. с соавт., 1996).

Исследование эффективности гипобарической гипоксии для лечения больных с бронхиальной астмой показало, что выраженный лечебный эффект наступал у 85% детей и 72% взрослых (Миррахимов М.М., Успенская Е.П., Федосеев Г.Б., 1983). Применение нормобарической гипоксии у такой же категории больных приводило к положительному результату у 80% детей и 56% взрослых (Геппе Н.А. с соавт., 1994; Стручков П.В. с соавт., 1994).

В рассмотренных работах, наряду с идентичностью условий проведения нормо- и гипобарической гипоксии, следует отметить и одно принципиальное различие. При барокамерных подъемах дыхание разряженным воздухом осуществлялось в течение всего сеанса, а методика проведения нормобарической гипоксии предусматривала попеременное дыхание смесью и атмосферным воздухом, что, видимо, приводило к другим условиям кислородного обеспечения организма. В этой связи представляют интерес работы И.Н.Чернякова с соавторами (1996, 1997), в которых обследуемые, находясь в барокамере, чередовали дыхание разреженным воздухом с дыханием воздухом с нормальным парциальным давлением кислорода или даже увеличенным. Авторы сообщают, что после 10 сеансов гипобарической интервальной гипоксии практически у всех больных нормализовалось самочувствие и снизились на 9% частота сердечных сокращений, на 24% систолическое и на 18% диастолическое артериальное давление. Индекс PWC_{170} повысился на 30%, а максимальное потребление кислорода на 46%. Время задержки дыхания на вдохе увеличилось на 30—45%.

Однако в работе И.В.Синькевича (1998) показано, что при проведении НГТ, особенно первых сеансов, наблюдается большее напряжение компенсаторных механизмов сердечно-сосудистой системы, чем при ГБГ. Отмечается более жесткое протекание срочной стадии адаптации при дыхании гипоксической смесью,

по сравнению с барокамерными подъемами, приводящее к более позднему развитию устойчивой формы адаптации, что и определяет меньшую эффективность метода НГТ. Подтверждением этого положения, по мнению автора, служит тот факт, что использование гипоксических смесей с постепенным уменьшением содержания кислорода, имитирующих условия кислородного обеспечения при барокамерных подъемах, позволяет исключить неблагоприятные реакции срочной стадии адаптации и повысить эффективность НГТ практически до уровня ГБГ. Таким образом, следует говорить не о разной эффективности гипо- и нормобарической гипоксии при одинаковой степени кислородного обеспечения организма, а о существующих недостатках используемой методики НГТ.

Анализ литературных источников позволяет заключить, что нормо- и гипобарическая гипоксия являются эффективными немедикаментозными методами коррекции функционального состояния организма, профилактики и лечения ряда заболеваний, медицинской реабилитации, в основе которых лежит повышение неспецифической резистентности организма. В этом научном направлении, которое активно развивается в настоящее время, есть ряд недостаточно изученных вопросов, к которым следует отнести исследование особенностей применения гипо- и нормобарической гипоксии для коррекции функциональных состояний, развивающихся у летчика в процессе профессиональной деятельности.

Глава 3

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОПЕРАТОРОВ С ПОГРАНИЧНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ

В настоящей работе применялся метод периодической нормобарической гипоксической гипоксии, разработанный на кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова (Новиков В.С., Лустин С.И., Горанчук В.В., 1993; Лустин С.И., 1994; Горанчук В.В. с соавт., 2003; Благинин А.А. с соавт., 2006, 2009, 2010; Жильцова И.И. с соавт., 2010 и др.).

Проведено комплексное экспериментальное исследование, включающее оценку влияния гипоксической тренировки на умственную работоспособность авиационных специалистов с пограничными функциональными состояниями, а также эффективность ее применения для повышения устойчивости к таким факторам полета, как шум и статокINETические раздражители.

Проведено две серии исследований, в которых приняли участие мужчины-военнослужащие в возрасте 18—29 лет: 132 человека с диагнозом «здоров», признанных по состоянию здоровья годными к военной службе. Отбор производился на основании данных динамического наблюдения за состоянием здоровья по результатам изучения медицинских книжек испытуемых. Из них была выделена группа лиц с симптомами дисфункции вегетативной регуляции, не имеющими специфичности и синдромологической завершенности. Обнаруживаемые расстройства являются как бы отдельными проявлениями вегетативной дистонии, не имеющей нозологической самостоятельности (Вейн А.М. с соавт., 1981; Вейн А.М., 1989), которая рассматривается исследователями (Спивак Л.И., 1980; Стукалова Л.И. с соавт., 1980; Менделевич Д.М., Яхин К.К., 1986) как этап преклинических расстройств.

Эти состояния характеризуются тем, что, с одной стороны, выявленные изменения психосоматического статуса не позволяют отнести человека к абсолютно здоровым, а с другой стороны, эти изменения недостаточны для установления конкретной нозологи-

ческой формы и связаны преимущественно с функциональными, а не структурными изменениями. Эти обстоятельства позволили отнести данные состояния к пограничным между нормой и патологией.

В качестве критериев пограничных функциональных состояний были использованы изменения, выходящие за пределы среднестатистической нормы и не имеющие синдромальной завершенности.

Ведущими признаками функциональных расстройств вегетативной нервной системы для отбора группы испытуемых были следующие: жалобы на утомляемость, раздражительность, повышенную потливость, периодически возникающие сердцебиения, лабильность пульса и артериального давления, дистальный гипергидроз, акроцианоз, аномалии дермографизма и другие симптомы вегетативной дистонии. Выявленные нарушения регуляции вегетативных функций относятся к неспецифическим изменениям и, вероятно, отражают интенсивность нервно-эмоциональных нагрузок и снижение резистентности организма обследуемых.

Для создания нормобарической гипоксии использовался серийный гипоксикатор ГИП 10-1000, принцип действия которого основан на способности полимерных мембран обеспечивать селективную проницаемость газов, содержащихся в атмосферном воздухе. Гипоксическая тренировка проводилась курсами из 10—15 сеансов. Продолжительность каждого сеанса составила 30 минут. При первом сеансе испытуемому давалась гипоксическая газовая смесь (ГГС) с содержанием кислорода 17,2% ($pO_2 = 132,8$ мм рт. ст.), что соответствует высоте 1500 м. В последующие четыре сеанса «высота» ГГС увеличивалась на 500 м ежедневно, так что на пятый и все остальные сеансы ГГС содержала 13,1% кислорода ($pO_2 = 103,3$ мм рт. ст., высота — 3500 м). Во время сеансов НГТ за испытуемыми осуществлялось визуальное наблюдение, путем опроса выяснялось самочувствие, контролировались ЧСС и АД по методу Короткова.

Психофизиологические исследования проводились с помощью программно-аппаратного комплекса «НС-ПсихоТест» (ООО «Нейрософт», г.Иваново) и физиологического блока системы «Физиолог-М».

Исследование сенсомоторных качеств осуществлялось с использованием стандартизованных методик восприятия времени, простой зрительномоторной реакции (ПЗМР), сложной зрительномоторной реакции (СЗМР) с дифференцировкой, реакции на движущийся объект, критической частотой слияния и различения световых мельканий (Методы исследования в физиологии военного труда., 1993). Обобщенный показатель состояния сенсорных систем рассчитывали по средним величинам и вариабельности (среднеквадратическому отклонению) регистрируемых показателей (по 10 замерам у каждого человека). Все обследования проводили до сеансов в нормоксических условиях. Первое выполнение тестов было ориентировочным с целью обучения работе на аппаратуре и ознакомления с методиками; второе тестирование считалось фоновым, и с его результатами сравнивались все последующие.

Для исследования когнитивных процессов использовались тестовые методики: «Сложный устный арифметический счет» (УС) и «Установление закономерностей» (УЗ) в модификации Н.И.Саповой, Т.А.Павловой (1981), а также «Черно-красные таблицы» Шульте-Платонова. Тесты выполнялись в нормоксических условиях в начале и конце курса гипокситерапии. Для получения устойчивых результатов тест «Устный сложный арифметический счет» до начала курса выполнялся три раза (1 раз в день или через день). За исходные данные принимались результаты третьего тестирования. Обследование проводилось с использованием нескольких вариантов текста. Обследуемому, ориентированному на безошибочную работу, предлагали в течение 10 минут устно решать задачи, представленные на бланке. Сложность теста заключалась в том, что примеры на «сложение-вычитание» чередовались с примерами на «умножение-деление». Примеры на «сложение-вычитание» содержали такие четыре двузначных числа, сумма которых не превышала 60, а при вычитании не было отрицательных значений. Примеры на умножение содержали два двузначных числа, а при делении трехзначное число делилось на двузначное, при этом произведение и делимое не превышали 300. Анализировались следующие показатели: число решенных примеров; число ошибок в расчетах; число пропущенных (нерешенных) примеров; доля ошибок в расчетах (в процентах от общего числа решенных примеров); интегральный показатель успешности

(ИПУ) по формуле: $ИПУ = (РП + П) / (ДО + П^2 + 1)$, где РП — число решенных примеров; П — число пропущенных примеров; ДО — доля ошибок в процентах от общего числа решенных примеров. По исходной величине интегрального показателя успешности выполнения теста были выделены степени умственной работоспособности: очень низкая — менее 1 усл. ед.; низкая — 1,01—3,00 усл. ед.; средняя — 3,01—8,00 усл. ед.; высокая — 8,01—16,00 усл. ед.; очень высокая — 16,01 усл. ед. и более (Горанчук В.В. с соавт., 2003).

С целью выявления влияния гипоксической тренировки на состояние логического мышления и внимания использовался тест «Установление закономерностей». При выполнении этого теста в течение 5 мин идентифицируются слова в зависимости от расположения условных знаков в «эталонном» слове в начале каждой строки. Особенностью теста в нашем усложненном варианте являлось наличие одной или двух пар одинаковых знаков или трех одинаковых знаков в словах, содержащих от 4 до 8 букв, а также двух значимых слов в некоторых строках. Балльная оценка умственной работоспособности проводилась следующим образом: в 0,5 балла оценивалась правильная идентификация слова из 4 букв; в 1 балл — слово из 5 букв, в 1,5 балла — из 6 букв, в 2 балла — из 7 букв, в 2,5 балла — из 8 букв. Если в слове было две пары одинаковых букв, оценка увеличивалась на 0,5 балла, если три одинаковые буквы — на 0,25 балла. Анализировались показатели: число ошибок (неверно выбранное слово вместо значимого); число пропусков (не отмеченное в строке слово при наличии двух значимых слов); число дополнительно неправильно отмеченных слов в строке («новых»); общее число ошибок, равное сумме ошибок и пропусков; доли (в %) отдельных ошибок и пропусков; ИПУ по формуле: $ИПУ = (\text{число баллов} / 10 - \text{суммарная доля ошибок} / 100)$. Доли ошибок и пропусков определялись от числа значимых слов в просмотренных строках. По интегральному показателю успешности выделялись уровни умственной работоспособности: очень низкий — 0,50 усл. ед. и менее; низкий — 0,51—1,00 усл. ед.; средний — 1,01—2,00 усл. ед.; высокий — 2,01—3,50 усл. ед. До начала курса тест выполнялся дважды. Исходными величинами показателей логического мышления

считали результаты второго тестирования. При повторных обследованиях использовали разные варианты теста.

Обобщенный показатель умственной работоспособности (ОПур) рассчитывался по формуле: $ОПур = 0,24 ИПус + 0,31 ИПуз$, где ИПус и ИПуз — интегральные показатели успешности деятельности при выполнении тестов «Устный сложный арифметический счет» и «Установление закономерностей» (Гранчук В.В. с соавт., 2003).

Дизъюнктивная реакция на равновероятные световые сигналы изучалась для определения у обследуемых скорости переработки информации. Скорость переработки информации является интегративным показателем, характеризующим точность и скорость реакции на последовательность сигналов (Егоров В.А., Соколов В.А., Францен Б.С., 1981). Методика выполнялась по I и II программе блока «Резервы» системы «Физиолог-М». При выполнении I программы (сложная сенсомоторная реакция с выбором из 3-х сигналов) обследуемый отвечал нажатием пальцев левой руки соответствующих кнопок пульта в ответ на появление 3-х цветовых (красный, желтый, зеленый) равновероятных сигналов. При работе по II программе (сложная сенсомоторная реакция на фоне второсигнальных раздражителей) обследуемый, производя в уме арифметические действия и определяя четность или нечетность результата сложения высвечиваемых на табло цифр, нажимал соответственно на левую или правую кнопки пульта. Скорость переработки информации (бит/с) определялась с помощью таблиц В.А.Егорова, В.А.Соколова, Б.С.Францена (1981) отдельно по результатам работы по I и II программам.

Субъективная оценка состояния испытуемых осуществлялась по двум методикам: анкете «САН» — самочувствие, активность и настроение (Доскин В.А. с соавт., 1975), а также по опроснику самооценки состояния, включающему оценку здоровья, сонливость, рабочие мотивы, работоспособность, утомление, внимание, мышление и обрабатываемому аналогично методике САН.

Исследовался ряд физиологических показателей. Проведение функциональных проб с задержкой дыхания позволяет в определенной мере оценить уровень кислородного обеспечения организма и его резервные возможности (Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К., 1991).

Проба Штанге заключалась в задержке дыхания после трех дыхательных движений на 3/4 глубины полного вдоха. Время задержки регистрировалось по секундомеру.

Частота сердечных сокращений — один из самых информативных показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы (Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К., 1991). Частоту сердечных сокращений измеряли с помощью физиологического блока системы «Физиолог-М» и пальпаторно.

Большое значение в оценке функционирования сердечно-сосудистой системы имеют показатели центральной гемодинамики. К ним относятся систолическое и диастолическое артериальное давление.

Артериальное давление систолическое и диастолическое регистрировали с помощью мембранного сфигмоманометра по методу Н.Короткова.

Систолическое артериальное давление отражает величину кинетической энергии движущейся струи крови. При нагрузке увеличивается на 20—80 мм рт. ст., а после ее прекращения, через 2—3 минуты, возвращается к исходному уровню. Медленное восстановление АДс рассматривается как свидетельство недостаточности сердечно-сосудистой системы (Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К., 1991). Диастолическое артериальное давление характеризует тоническое напряжение сосудов. После нагрузок и различного рода воздействий АДд не меняется или несколько понижается (на 10 мм рт. ст.). Значительное снижение АДд во время работы или его повышение и медленный (более 2 минут) возврат к исходным значениям расценивается как неблагоприятная реакция сосудов.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0» и электронных таблиц «Microsoft Excel 2007». В работе использовался аппарат математико-статистической обработки, включающий расчет t-критерия Стьюдента (Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., 2002). При отличии формы распределения от нормального применялись также непараметрические критерии определения различий (Манна-Уитни, критерий знаков).

Применялись регрессионный анализ, однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ [Плохинский Н.А., 1980; Благинин А.А., Торчило В.В., 2006].

3.1. Когнитивные процессы

Исследование влияния гипоксической тренировки на умственную работоспособность операторов с пограничными функциональными состояниями было проведено с участием 45 человек, из которых основная группа составляла 20 человек, а контрольная — здоровые операторы — включала 25 человек.

Исследование динамики умственной работоспособности по результатам выполнения теста на логическое мышление (методика «Установление закономерностей») показало, что в группе здоровых производительность работы на протяжении курса НГТ мало менялась (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Динамика показателей умственной работоспособности под влиянием нормобарической гипоксической тренировки по результатам теста «Установление закономерностей» в группе здоровых ($X \pm m$, $n = 15$)

| Показатель | До курса НГТ | Середина курса | После курса НГТ | % изменений |
|--|--------------|----------------|-----------------|-------------|
| Показатели безошибочности работы | | | | |
| число правильно отмеченных слов | 11,1±0,9 | 12,0±1,8 | 12,7±0,9 | +14,4 |
| число пропусков значимых слов | 1,8±0,3 | 1,6±0,3 | 0,5±0,1**++ | -72,2 |
| число ошибочно отмеченных слов | 1,3±0,2 | 0,6±0,2~ | 0,7±0,1~ | -46,2 |
| число дополнительно ошибочно отмеченных слов («новых») | 0,2±0,1 | 0+0,1 | 0,2±0,1 | 0 |
| общее число ошибок | 3,3±0,7 | 2,1±0,5 | 1,3±0,6*+ | -60,6 |
| доля пропусков значимых слов, % | 20,7±5,8 | 14,7±4,1 | 5,3±1,4**++ | -74,4 |
| доля ошибочно отмеченных слов, % | 19,0±0,9 | 5,9±0,2* | 7,0±0,2* | -63,2 |

| | | | | |
|--|----------|-----------|---------------|-------|
| доля дополнительно ошибочно отмеченных слов, % | 2,5±1,4 | 0±0,1 | 1,4±1,1 | -44,0 |
| суммарная доля ошибок, % | 42,0±11 | 22±6,7* | 13,5±4,1***++ | -67,9 |
| Показатели успешности работы | | | | |
| число баллов | 16±1,4 | 19,8±1,8* | 19,0±1,5* | +19 |
| доля правильно отмеченных слов, % | 75,5±5,7 | 83,6±8,2 | 90,3±2,4* | +19,6 |
| доля баллов от возможного, % | 75,2±5,3 | 88,1±4,7* | 89,2±3,4* | +18,6 |
| интегральный показатель успешности, усл. ед. | 1,2±0,2 | 1,8±0,3* | 1,7±0,12* | +41,7 |
| Показатели производительности работы | | | | |
| число просмотренных строк | 10,6±0,4 | 10,7±0,8 | 11,3±0,5 | +6,6 |
| скорость просмотра, слов/мин | 10,5±0,4 | 10,4±0,7 | 10,5±0,7 | 0 |
| число отмеченных слов | 14,4±0,9 | 15,4±1,1 | 14,1±1,1 | -2,08 |

Примечание. Достоверность различий с фоновыми показателями: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; с показателями в середине курса НГТ (7-й сеанс): + – $p < 0,05$, ++ – $p < 0,01$. Процент изменений определен по отношению величин показателей в конце курса НГТ в сравнении с началом курса.

Лица с пограничными функциональными состояниями были старше по возрасту обследуемых группы здоровых. Видимо, поэтому исходные величины показателей умственной работоспособности у них оказались лучше. Это касается в основном производительности работы. Гипоксическая тренировка группы с пограничными функциональными состояниями положительным образом повлияла на производительность работы по тесту «Установление закономерностей». В частности, число просмотренных строк и скорость просмотра стали больше соответственно на 11 и почти 16% (таблица 3.2).

В еще большей степени возросло число правильно отмеченных слов — на 25,4%. Среди общего числа ошибок преобладали пропуски значимых слов. Этот показатель уменьшался к концу курса НГТ почти в 3 раза, приблизительно в равной степени за счет всех трех типов ошибок. В начале курса НГТ доля ошибок была значительной и равнялась в среднем 34,8%, причем половину ее составляли пропуски значимых слов, а треть — доля ошибочно

отмеченных слов. В конце курса НГТ доля ошибок уменьшилась в 4 раза, в ее структуре по-прежнему преобладала доля пропусков значимых слов. Доля правильно отмеченных слов и доля баллов от возможного в это время приближались к 100% и были на 17% и 12% больше исходной величины. В целом под влиянием гипоксической тренировки индекс успешности увеличивался в 1,5 раза.

По данным двухфакторного дисперсионного анализа (таблица 3.3) фактор гипоксической тренировки более всего повлиял на уменьшение суммарной доли ошибок (сила влияния — 31%).

В большей или меньшей степени (12—24%) он оказал влияние на число и доли всех типов ошибок, увеличение балльной оценки успешности выполнения теста, доли правильно отмеченных слов и доли баллов от возможного. Сила влияния НГТ на интегральный показатель успешности составила 18,2%. Так как испытуемые с пограничными функциональными состояниями были старше и опытнее в выполнении тестов умственной работоспособности, это нашло отражение в результатах двухфакторного дисперсионного анализа.

Таблица 3.2

Динамика показателей умственной работоспособности в процессе нормобарической гипоксической тренировки по результатам теста УЗ в группе с ПФС ($X \pm m$, $n = 20$)

| Показатель | До курса | После курса | % изменений |
|--|----------|--------------|-------------|
| Показатели безошибочности работы | | | |
| число правильно отмеченных слов | 13,8±1,0 | 17,3±0,5* | +25,4 |
| число пропусков значимых слов | 2,2±0,4 | 1,1±0,1~ | -50 |
| число ошибочно отмеченных слов | 1,7±0,2 | 0,48±0,07* | -71,8 |
| число дополнительно ошибочно отмеченных слов («новых») | 0,9±0,2 | 0,15±0,07~ | -83,3 |
| общее число ошибок | 4,8±0,7 | 1,73±0,4** | -64,0 |
| доля пропусков значимых слов, % | 16,7±0,4 | 6,3±1,4* | -62,3 |
| доля ошибочно отмеченных слов, % | 11,3±2,2 | 2,2±0,7** | -80,5 |
| доля дополнительно ошибочно отмеченных слов, % | 6,4±1,5 | 0,8±0,1~ | -87,5 |
| суммарная доля ошибок | 34,8±5,3 | 9,5±1,9* | -72,7 |
| Показатели успешности работы | | | |
| число баллов | 18,9±1,4 | 24,09±0,6*** | +27,5 |
| доля правильно отмеченных слов, % | 81,4±3,1 | 94,8±1,5* | +16,5 |

| | | | |
|--|----------|------------|-------|
| доля баллов от возможного, % | 84,1±2,3 | 94,9±1,7* | +12,8 |
| интегральный показатель успешности, усл. ед. | 1,51±0,2 | 2,30±0,7** | +52,8 |
| Показатели производительности работы | | | |
| число просмотренных строк | 12,9±0,9 | 14,3±0,7* | +10,8 |
| скорость просмотра, слов/мин | 12,0±0,7 | 13,9±0,9* | +15,8 |
| число отмеченных слов | 17,5±1,5 | 18,3±0,8 | +4,6 |

Примечание. Достоверность различий с результатами исследования перед курсом НГТ: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Таблица 3.3

**Сила влияния фактора гипоксической тренировки (А)
и фактора здоровья (В) на показатели умственной
работоспособности по результатам выполнения теста УЗ
в группе здоровых и в группе с ПФС в период нормобарической
гипоксической тренировки ($\bar{X} \pm m$, $n = 35$)**

| Показатель | Фактор А | Фактор В | Взаимовлияние, АВ | Общее влияние, Х |
|--|----------|----------|-------------------|------------------|
| Показатели производительности работы | | | | |
| число просмотренных строк | 2,7 | 11,6~ | 0,3 | 14,9~ |
| скорость просмотра, слов/мин | 2,8 | 12,5* | 0,6 | 15,4~ |
| число отмеченных слов | 0,6 | 17,2* | 0,7 | 18,5* |
| Показатели безошибочности работы | | | | |
| число правильно отмеченных слов | 8,6 | 11,9* | 1,1 | 22,5* |
| число пропусков значимых слов | 24,0*** | 1,8 | 0,2 | 27,0* |
| число ошибочно отмеченных слов | 12,1~ | 2,5 | 1,3 | 15,7 |
| число дополнительно ошибочно отмеченных слов («новых») | 5,4 | 1,4 | 5,5 | 12,0 |
| общее число ошибок | 21,5** | 1,8 | 0,5 | 23,8* |
| доля пропусков значимых слов | 20,9** | 1,3 | 0 | 22,5~ |
| доля ошибочно отмеченных слов | 16,4** | 14,8* | 0,1 | 30,9*** |
| доля дополнительно ошибочно отмеченных слов | 5,5 | 0,5 | 4,6 | 10,7 |
| суммарная доля ошибок | 31,3*** | 4,0 | 0,1 | 36,2*** |

| Показатели успешности работы | | | | |
|------------------------------------|--------|-------|-----|--------|
| число баллов | 11,7* | 11,5* | 0,5 | 23,2** |
| доля правильно отмеченных слов | 22,1** | 0,5 | 0,1 | 22,6 |
| доля баллов от возможного | 18,2* | 1,3 | 0,6 | 19,8* |
| интегральный показатель успешности | 18,2* | 8,0~ | 0,3 | 26,1* |

Примечание. Достоверность влияния по данным двухфакторного дисперсионного анализа: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Однофакторный дисперсионный анализ позволил прийти к выводу, что в целом сила влияния фактора гипоксической тренировки более существенна в группе с пограничными функциональными состояниями (таблица 3.4).

Регрессионный анализ показал, что если в начале курса НГТ с увеличением числа отмеченных слов (до 7—8) линейно увеличивается и число ошибок, то в конце этого курса число ошибок при их общем снижении мало зависит от общего количества отмеченных слов.

Таким образом, гипоксическая тренировка повышала умственную работоспособность при выполнении теста «Установление закономерностей» в основном за счет уменьшения количества ошибок. Положительная динамика выполнения теста в процессе НГТ характерна как для здоровых лиц, так и для группы с пограничными функциональными состояниями.

Таблица 3.4

Сила влияния фактора гипоксической тренировки на величины показателей умственной работоспособности по результатам выполнения теста УЗ у здоровых и в группе с ПФС ($X \pm m$, %)

| Показатель | Здоровые, n = 15 | Группа с пограничными состояниями, n = 20 |
|--------------------------------------|------------------|---|
| Показатели производительности работы | | |
| число просмотренных строк | 0,6 | 4,5 |
| скорость просмотра, слов/мин | 2,4 | 3,3 |
| число отмеченных слов | 1,6 | 2,2 |
| Показатели безошибочности работы | | |
| число правильно отмеченных слов | 4,6 | 18,9~ |
| число пропусков значимых слов | 26,2~ | 11,3 |

| | | |
|--|-------|--------|
| число ошибочно отмеченных слов | 8,6 | 20,8~ |
| число дополнительно ошибочно отмеченных слов («новых») | 0 | 13,5 |
| общее число ошибок | 29,7* | 28,1* |
| доля пропусков значимых слов | 36,5* | 18,2 |
| доля ошибочно отмеченных слов | 18,8~ | 36,1* |
| доля дополнительно ошибочно отмеченных слов | 0,2 | 14,2~ |
| суммарная доля ошибок | 23,6* | 46,7** |
| Показатели успешности работы | | |
| число баллов | 11,7 | 17,7~ |
| доля правильно отмеченных слов | 23,9~ | 36,4* |
| доля баллов от возможного | 18,1 | 34,9* |
| интегральный показатель успешности | 18,2~ | 32,6* |

Примечание. Достоверность влияния по данным однофакторного дисперсионного анализа: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Методика «Устный сложный арифметический счет». Исследование проведено с участием молодых здоровых мужчин контрольной (10 человек) и основной (15 человек) групп. Обследуемым основной группы проведен курс НГТ. В период гипоксической тренировки УС выполняли как при дыхании атмосферным воздухом, так и в условиях гипоксии во время проведения сеансов НГТ (с 6-й по 15-ю минуты гипоксического воздействия). С испытуемыми проводилась предварительная трехкратная тренировка выполнения теста УС. За фоновые показатели брались данные третьего тестирования.

После трехкратного выполнения теста УС как в контрольной, так и в основной группах наблюдалось приблизительно одинаковое увеличение производительности работы — числа решенных и правильно решенных примеров в среднем на 12—16 примеров (таблица 3.5). У обследуемых основной группы отмечена тенденция к уменьшению числа правильно решенных примеров на 10-й день НГТ (в среднем на 6 примеров) в условиях нормоксии по сравнению с контрольной группой.

Выполнение теста в условиях гипоксии привело к увеличению производительности работы в среднем на 6 примеров в конце курса относительно 4-го сеанса НГТ. Различия в числе решенных примеров в нормоксических и гипоксических условиях были

несущественными. Производительность работы к концу гипоксической тренировки почти в 2 раза превосходила должные значения (30 решенных примеров).

Число ошибок в расчетах, совершавшихся лицами контрольной группы, увеличивалось параллельно с ростом производительности работы, а во время НГТ оно оставалось стабильным как в условиях нормоксии, так и в условиях гипоксии (таблица 3.6). Число ошибок соответствовало в целом должным значениям (4 ошибки).

Согласно опросу решение примеров на умножение и деление является более трудной задачей при выполнении теста УС.

Таблица 3.5

Динамика показателей производительности умственной работы по тесту УС (число правильно решенных примеров) в период гипоксической тренировки у здоровых лиц ($X \pm m$)

| Группа | До НГТ, 1-е тестирование | День НГТ | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------|------------|---------------|----------------|
| | | 1 | 4 | 10 | 15 |
| I, нормоксия | 33,2±3,4 | 49,8±4,3>> | 55,5±4,1** | 62,3±3,3***++ | 64,4±3,6***+++ |
| II, нормоксия до начала сеанса | 32,5±4,3 | 44,3±6,2> | 53,1±7,2** | 57,2±6,8***z | 61,8±7,6***+ |
| II, гипоксия | | | 50,0±5,8 | 55,7±7,2**++ | 57,1±6,9***+^T |

Примечание. 1. I — контрольная группа (10 человек), II — основная группа (лица, проходившие курс НГТ, 15 человек).

2. Различия между показателями: 1-го и 3-го тестирований до НГТ: > – $p < 0,05$, >> – $p < 0,01$; контрольной и основной групп: ^z – $p < 0,05$; лиц основной группы в нормоксических и гипоксических условиях: ^{^T} – $p < 0,1$.

3. Различия с результатами: 1-го дня НГТ (при дыхании атмосферным воздухом): * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; 4-го дня НГТ: + – $p < 0,05$, +++ – $p < 0,01$, +++ – $p < 0,001$. Оказалось, что в начале НГТ (4-й день) при решении примеров в нормоксических условиях преобладали ошибки на сложение и вычитание, а в гипоксических условиях (13,5% кислорода), видимо, вследствие эмоционального возбуждения число даже сокращалось.

После трехкратной тренировки выполнения теста УС лицами основной и контрольной групп суммарная доля ошибок была приблизительно одинакова (11%), т.е. достигала должных величин.

В основной группе на протяжении курса НГТ как в нормоксических, так и гипоксических условиях происходило постепенное уменьшение доли ошибок почти в 2 раза, в то время как в контрольной этот показатель не изменялся (таблица 3.7). При этом уже на 4-й день НГТ уменьшалась доля ошибок при решении примеров на умножение и деление.

Таблица 3.6

Динамика числа ошибок при выполнении теста УС у здоровых лиц в период гипоксической тренировки ($X \pm m$)

| Показатель | Группа | До НГТ, 1-е тестирование | Сеанс | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------|---------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| | | | 1 | 4 | 10 | 15 |
| Число ошибок | I, нормоксия | 5,3±0,7 | 5,7±1,1 | 6,8±1,1 | 6,5±0,7 | 7,2±1,4* |
| | II, нормоксия | 4,2±0,6 | 3,6±0,5 | 4,1±0,4 ^z | 4,3±0,8 ^z | 3,3±0,7 ^z |
| | II, гипоксия | | | 3,7±0,4 | 4,6±0,7 | 3,9±0,6 |
| Число ошибок на сложение и вычитание | I, нормоксия | 2,3±0,7 | 2,8±0,5 | 2,3±0,3 | 3,1±0,6 | 3,5±0,5 |
| | II, нормоксия | 2,1±0,5 | 1,5±0,3 | 2,7±0,5* | 1,9±0,4 | 1,5±0,4 ^z |
| | II, гипоксия | | | 1,8±0,4 [^] | 2,7±0,5*+ | 2,8±0,6*+ [^] |
| Число ошибок на умножение и деление | I, нормоксия | 2,8±0,5 | 2,7±0,7 | 4,3±0,8* | 3,4±1,0 | 3,3±0,8 |
| | II, нормоксия | 1,7±0,4 | 1,8±0,5 | 1,3±0,4* ^z | 2,2±0,5 | 1,9±0,4 ^z |
| | II, гипоксия | | | 1,9±0,5 | 1,8±0,3 | 1,1±0,3+ |

Примечание. 1. I — контрольная группа (10 человек), II — основная группа лиц, проходивших курс НГТ (15 человек).

2. Достоверность различий:

- с результатами 1-го дня курса (при нормоксии): * – $p < 0,05$;
- с результатами 4-го дня НГТ: + – $p < 0,05$;
- данных тестирования контрольной и основной групп: ^z – $p < 0,05$;
- данных тестирования лиц основной группы в нормоксических и гипоксических условиях: [^] – $p < 0,05$.

Таблица 3.7

**Динамика доли ошибок (%) при выполнении теста УС
у здоровых лиц в период гипоксической тренировки ($X \pm m$)**

| Показатель | Группа | До НГТ, 1-е тестирование | Сеанс | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------|------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| | | | 1 | 4 | 10 | 15 |
| Общая доля ошибок | I, нормоксия | 20,3±5,6 | 11,1±2,4>> | 12,4±2,3 | 10,7±1,5 | 11,2±1,6 |
| | II, нормоксия | 14,5±3,2 | 11,3±3,2 | 9,4±1,5 | 8,1±2,3 | 6,2±2,2*+ ^z |
| | II, гипоксия | | | 8,3±1,2 | 9,6±1,7 | 6,9±1,5*+< |
| Доля ошибок на сложение и вычитание | I, нормоксия | 10,6±5,3 | 5,5±1,2> | 4,6±1,0 | 5,2±1,2 | 5,6±1,1 |
| | II, нормоксия | 8,8±2,3 | 5,7±1,5> | 6,3±1,2 | 4,0±0,9 | 2,7±1,1*+ ^z |
| | II, гипоксия | | | 3,4±0,5 ^{^z} | 5,5±0,8+ | 4,3±1,0 [^] |
| Доля ошибок на умножение и деление | I, нормоксия | 9,6±1,4 | 5,5±1,3> | 7,6±1,8 | 5,6±1,2 | 5,7±1,1 |
| | II, нормоксия | 6,3±1,1 | 6,2±1,6 | 3,2±0,6* ^z | 4,0±1,1 ^x | 3,5±1,2* ^z |
| | II, гипоксия | | | 4,7±0,6 | 4,1±1,0 | 2,3±0,8+ ^z |

Примечание. См. в таблице 3.5.

Число пропусков в решении примеров и доля пропусков были наибольшим при первом выполнении теста (таблица 3.8). Начиная с четвертого сеанса пропусков не было, если примеры решались в нормоксических условиях. Во время выполнения теста при дыхании ГГС в середине курса НГТ отдельные пропуски все же выявлялись.

Значительное увеличение интегрального показателя успешности на протяжении курса НГТ как в нормоксических, так и гипоксических условиях у лиц основной группы в отличие от мужчин контрольной группы демонстрирует положительное влияние гипоксической тренировки на умственную работоспособность (таблица 3.9).

Таблица 3.8

**Динамика числа и доли пропусков (%)
при выполнении теста УС у здоровых лиц
в период гипоксической тренировки ($\bar{X} \pm m$)**

| Показатель | Группа | До НГТ, 1-е тестирование | Сеанс | | | |
|-----------------|---------------|--------------------------|---------|---------|----------|----------|
| | | | 1 | 4 | 10 | 15 |
| Число пропусков | I, нормоксия | 4,6±1,4 | 2,3±1,1 | 0+0,1* | 0+0,1* | 0+0,1* |
| | II, нормоксия | 6,4±2,7 | 4,0±1,4 | 0+0,1 | 0+0,1* | 0+0,1* |
| | II, гипоксия | | | 2,4±2,3 | 3,7±1,7^ | 0+0,1*+< |
| Доля пропусков | I, нормоксия | 1,5±0,5 | 0,6±0,2 | 0+0,1* | 0±0,1* | 0+0,1* |
| | II, нормоксия | 2,2±1,1 | 1,3±0,3 | 0+0,1* | 0±0,1* | 0+0,1* |
| | II, гипоксия | | | 0,6±0,4 | 0,8±0,2^ | 0+0,1*+< |

Примечание. См. в таблице 3.5.

У испытуемых основной группы при выполнении УС в нормоксических условиях интегральный показатель успешности в конце НГТ превышал фоновые значения и был в 3 раза больше соответствующих величин у лиц контрольной группы. В гипоксических условиях значения этого показателя в конце курса НГТ были на 3—5 усл. ед. меньше, чем в нормоксических условиях. После трех тренировочных выполнений теста до НГТ интегральный показатель успешности у большинства лиц основной группы соответствовал средним значениям. Его оценка в середине курса была в большинстве случаев высокой, а в конце — очень высокой. За этот же период у мужчин контрольной группы она оставалась на уровне средних значений. При гипоксическом воздействии успешность выполнения теста с 10-го сеанса и до конца НГТ оценена в среднем как высокая.

В группе с пограничными функциональными состояниями отмечена такая же, как и у здоровых, динамика показателей умственной работоспособности при выполнении теста УС в нормоксических условиях (таблица 3.10).

Таблица 3.9

**Динамика интегрального показателя успешности
по тесту УС (усл. ед.) у здоровых лиц в период
гипоксической тренировки ($X \pm m$)**

| Группа | До НГТ, 1-е тести- рова- ние | День курса | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | | 1 | 4 | 10 | 15 |
| I, нормок- сия контроль | 3,16±0,8 | 5,88±1,16> | 5,72±1,18 | 6,47±1,31 | 7,05±1,34 |
| II, нормок- сия | 5,03±1,41 | 7,81±2,05> | 11,72±5,11 | 13,82±3,55* ^z | 21,14±4,91**+~ ^z |
| II, гипок- сия | | | 7,13±1,05~ [^] | 10,23±3,17 ^z | 16,76±4,53*+~ ^z |

Примечание. Достоверность различий — 1-го и 3-го тестирования до НГТ: > – $p < 0,05$; — с результатами 1-го дня НГТ (нормоксия): * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$; с результатами 4-го дня НГТ: + – $p < 0,05$; с результатами 10-го дня НГТ: ~ – $p < 0,1$; данных тестирования контрольной и основной групп: ^z – $p < 0,05$; данных тестирования лиц основной группы в нормоксических и гипоксических условиях: ~[^] – $p < 0,1$.

При небольшом увеличении производительности работы к концу НГТ (числа решенных примеров в среднем на 6) количество ошибок уменьшалось почти в 2 раза. В этой группе больше всего ошибок обследуемые делали при сложении и вычитании. Сокращение доли ошибок также было существенным — к концу НГТ она равнялась всего 5%.

Интегральный показатель успешности повышался таким же образом, как и в группе здоровых мужчин, но в связи с тем, что курс НГТ в группе с пограничными состояниями составлял 11 дней в отличие от 15 дней гипоксической тренировки здоровых обследованных, этот показатель был несколько меньше.

Следует заметить, что показатели умственной работоспособности при выполнении УС имеют высокую вариабельность с сохранением индивидуальных особенностей.

Таблица 3.10

**Динамика показателей умственной работоспособности
по тесту УС в процессе гипоксической тренировки
в группе с ПФС ($X \pm m$, $n = 20$)**

| Показатель | До курса, 1-е тестирование | День курса | | | |
|--|----------------------------|------------|----------|-------------|-------------|
| | | 1 | 4 | 7 | 10 |
| Показатель производительности | | | | | |
| число правильно решенных примеров | 43,8±5,5 | 54,1±6,5>> | 56,6±5,8 | 60,7±10,5*+ | 62,2±7,3*+ |
| Показатели безошибочности работы | | | | | |
| общее число ошибок | 5,4±0,3 | 4,3±0,7 | 4,8±0,9 | 3,4±0,4 | 2,6±0,1*+ |
| число ошибок на сложение и вычитание | 2,6±0,07 | 2,7±0,3 | 3,2±0,5 | 1,8±0,3 | 1,5±0,3*+ |
| число ошибок на умножение и деление | 2,2±0,5 | 1,1±0,3~ | 1,7±0,4 | 1,3±0,3 | 1,0±0,2 |
| доля ошибок, % | 15,9±2,2 | 7,2±1,1>> | 8,1±1,2 | 7,1±2,2 | 5,1±0,9*+~` |
| доля ошибок на сложение и вычитание, % | 8,7±1,5 | 4,7±0,8> | 6,1±1,3 | 4,0±0,8 | 2,6±0,7~` |
| доля ошибок на умножение и деление, % | 7,5±1,4 | 2,8±0,8> | 2,2±0,3 | 3,3±0,8 | 2,7±0,2 |
| число пропусков | 0,1±0,07 | 0+0,07 | 0+0,07 | 0,1±0,07 | 0+0,07 |
| доля пропусков, % | 0,2±0,1 | 0+0,07 | 0+0,07 | 0,3±0,2 | 0+0,07 |
| Показатель успешности | | | | | |
| интегральный показатель успешности | 4,08±0,8 | 9,58±1,6>> | 10,3±2,2 | 15,1±3,5~` | 17,3±0,3*+ |

Примечание. Различия: между показателями 1-го и 3-го тестирования до НГТ: ~ – $p < 0,1$, > – $p < 0,05$, >> – $p < 0,01$; с результатами 1-го дня НГТ: * – $p < 0,05$; с результатами 4-го дня НГТ: ~` – $p < 0,1$, + – $p < 0,05$; с результатами 7-го дня НГТ: ~` – $p < 0,1$.

Следует заметить, что показатели умственной работоспособности при выполнении УС имеют высокую вариабельность с сохранением индивидуальных особенностей. Поэтому двухфакторный анализ при небольшом числе обследуемых показал лишь достоверное влияние гипоксической тренировки на интегральный показатель успешности — 11% (таблица 3.11). Результаты однофакторного анализа (таблица 3.12) с включением в него данных тестирования лиц контрольной группы свидетельствуют о более существенном влиянии гипоксической тренировки — более всего на число ошибок, долю ошибок и интегральный показатель успешности (18—19%). Наиболее значительное влияние НГТ на уменьшение числа ошибок НГТ выявлено в группе с пограничными состояниями.

Вычисление уравнений параболической регрессии показывает, что после НГТ у здоровых лиц число ошибок не только меньше, чем в контрольной группе, но и имеет тенденцию к сокращению после 10 сеансов НГТ даже в условиях гипоксии при малых отличиях в производительности работы. В связи с этим доли ошибок имеют динамику, сходную с изменениями числа ошибок. Чем больше продолжительность НГТ, тем существеннее различия интегрального показателя успешности по сравнению с таковыми у лиц контрольной группы.

Вычисление уравнений параболической регрессии показывает, что после НГТ у здоровых лиц число ошибок не только меньше, чем в контрольной группе, но и имеет тенденцию к сокращению после 10 сеансов НГТ даже в условиях гипоксии при малых отличиях в производительности работы.

В группе с пограничными функциональными состояниями число ошибок сокращалось уже после 5 дней гипоксической тренировки при таком же, как в контрольной группе, небольшом увеличении числа решенных примеров.

Таблица 3.11

Сила влияния фактора гипоксической тренировки (А) и фактора здоровья (В) на показатели умственной работоспособности по результатам выполнения теста УС у здоровых и в группе с ПФС в период гипоксической тренировки (% , n = 35)

| Показатель | Фактор А | Фактор В | Взаимовлияние, АВ | Общее влияние, X |
|--------------------------------------|----------|----------|-------------------|------------------|
| Число правильно решенных примеров | 3,8 | 1,2 | 1,3 | 6,3 |
| Общее число ошибок | 2,4 | 0,3 | 1,2 | 3,9 |
| Число ошибок на сложение и вычитание | 3,2 | 3,7 | 2,7 | 9,6 |
| Число ошибок на умножение и деление | 0,3 | 2,0 | 1,0 | 2,3 |
| Доля ошибок | 6,6~ | 1,7 | 0,5 | 8,8 |
| Доля ошибок на сложение и вычитание | 7,2~ | 6,1 | 0 | 13,3~ |
| Доля ошибок на умножение и деление | 0,1 | 7,4~ | 2,1 | 10,5 |
| Число пропусков | 1,2 | 0 | 0,3 | 1,5 |
| Доля пропусков | 3,6 | 1,2 | 1,2 | 6,0 |
| Интегральный показатель успешности | 11,1* | 1,2 | 1,2 | 12,4* |

Примечание. Достоверность влияния по данным двухфакторного дисперсионного анализа: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$.

Таблица 3.12

Сила влияния фактора гипоксической тренировки на показатели умственной работоспособности по результатам выполнения теста УСв комфортных микроклиматических условиях и в период нормобарической гипоксической тренировки ($X \pm m$, %)

| Показатель | Контрольная группа и здоровые, n = 25 | Контрольная группа и группа с ПФС, n = 30 | Контрольная группа, здоровые и группа с ПФС, n = 45 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Число правильно решенных примеров | 0,2±0,2 | 0,1±0,1 | 0,4±0,2 |
| Общее число ошибок | 25,2±4,4* | 35,9±4,2** | 28,4±2,5*** |
| Число ошибок на сложение и вычитание | 39,4±4,1** | 26,7±4,8* | 28,1±2,7*** |

| | | | |
|-------------------------------------|-----------|------------|-------------|
| Число ошибок на умножение и деление | 11,8±4,7~ | 26,8±4,5*+ | 17,6±2,8* |
| Доля ошибок | 12,6±4,7~ | 29,7±4,2*+ | 17,6±2,8* |
| Доля ошибок на сложение и вычитание | 20,1±4,5* | 25,2±4,8* | 18,5±2,8* |
| Доля ошибок на умножение и деление | 4,9±4,5 | 20,3±4,9*+ | 8,5±2,9 |
| Число пропусков | 1,2±0,8 | 1,1±0,8 | 1,1±0,4 |
| Доля пропусков | 1,4±1,0 | 1,2±0,8 | 1,3±0,5 |
| Интегральный показатель успешности | 19,4±4,5* | 17,7±4,5* | 18,7±2,6*** |

Примечание. Достоверность влияния по данным однофакторного дисперсионного анализа: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; достоверность различий между силой влияния групп здоровых и с пограничными состояниями: + – $p < 0,05$.

Доля ошибок у испытуемых с пограничными функциональными состояниями весьма незначительна и с увеличением длительности НГТ сокращалась все в большей степени. Интегральный показатель успешности имел тенденцию к прогрессирующему росту с увеличением числа сеансов НГТ.

Группа здоровых лиц, проходивших курс НГТ, была разделена на 2 подгруппы — с низким (до 4 усл. ед.; 9 человек) и высоким (более 4 усл. ед., 6 человек) исходным (после трехкратной тренировки до НГТ) значением интегрального показателя успешности. Регрессионный анализ показал, что после 4—5 дня НГТ у обследованных первой группы число ошибок стабилизируется на достаточно высоком уровне, а у лиц второй — изменяется незначительно. Динамика числа решенных примеров у обследуемых обеих подгрупп сходна, но уровень показателя различается более чем в 2 раза. В условиях гипоксии у всех испытуемых доля ошибок меньше, чем в нормоксических условиях.

Для лиц с более высокими показателями успешности деятельности по тесту УС характерно не только более высокое значение интегрального показателя успешности, но и большая «скорость» его увеличения.

Если зависимость числа решенных примеров в условиях гипоксии от числа примеров, зарегистрированных при выполнении теста в нормоксических условиях в этот период НГТ, практически

линейная, то при содержании кислорода в гипоксической смеси 13,5% число ошибок имеет тенденцию к снижению при наличии исходно большого числа ошибок.

Проведенные исследования показали, что основные показатели умственной работоспособности «сохраняют» индивидуальные особенности при более низких их величинах. Так, число ошибок при тренировке к выполнению теста и гипоксической тренировке уменьшается, если исходное число ошибок велико (более 6—7). Число решенных примеров практически линейно зависит от их исходного числа. Интегральный показатель успешности увеличивается более существенно при низком и среднем исходном уровне показателя, а при более высоком его значении его изменения менее значительны.

Результаты выполнения теста УС свидетельствуют о весьма значительном положительном влиянии гипоксической тренировки на умственную работоспособность не только в нормоксических, но и в гипоксических условиях. При этом основные изменения касаются повышения безошибочности работы, что является основной задачей выполнения теста. Наиболее существенно возрастает умственная работоспособность у лиц с исходно средним и низким уровнем интегрального показателя успешности. Вероятным механизмом повышения умственной работоспособности при гипоксической тренировке является увеличение функциональных возможностей нейронов вследствие оптимизации снабжения их кислородом.

Здоровые лица выполняли тест по методике «Черно-красные таблицы» (Шульте–Платонова) — оценка переключаемости и устойчивости внимания, оперативной памяти — преимущественно менее чем за 5 мин. Уже в середине курса НГТ время выполнения теста у них сократилось в среднем на 0,3 мин и соответственно на 26% возросла скорость составления пар букв (таблица 3.13). Имелась тенденция к увеличению числа правильно составленных пар за счет уменьшения числа ошибок. В конце курса НГТ ошибок практически не было. Интегральный показатель успешности постепенно увеличивался на протяжении курса и к 15 дню НГТ стал больше на 25%.

В группе с пограничными функциональными состояниями, возраст которых и образовательный уровень был выше, чем у

здоровых обследуемых, при выполнении теста показатели производительности работы и интегральный показатель успешности менялись мало. Достоверным было лишь сокращение на 73% доли ошибок (таблица 3.14).

Интегральный показатель успешности у испытуемых с пограничными функциональными состояниями изначально был высоким, что и определило неизменность его динамики.

Таблица 3.13

**Динамика показателей умственной работоспособности
под влиянием нормобарической гипоксической тренировки
по результатам теста «Черно-красные таблицы»
у здоровых лиц ($X \pm m$, $n = 15$)**

| Показатель | День гипоксической тренировки | | | % изменений |
|---|-------------------------------|------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 7 | 15 | |
| Показатели производительности работы | | | | |
| время выполнения теста, мин | 4,91±0,04 | 4,62±0,12~ | 4,60±0,12* | -6,3 |
| скорость составления «численно-буквенных» пар в мин | 3,8±0,2 | 4,5±0,4 | 4,8±0,3~ | +26,3 |
| Показатели безошибочной работы | | | | |
| число правильно составленных пар | 17,3±1,3 | 18,4±2,0 | 20,1±1,4~ | +16,2 |
| число неправильно составленных пар (число ошибок) | 0,6±0,2 | 1,1±0,7 | 0,3±0,1~ | -50,0 |
| доля ошибок, % | 3,5±0,6 | 8,4±4,6 | 1,0±0,5~ ⁺ | -71,4 |
| Показатели успешности работы | | | | |
| интегральный показатель успешности, усл. ед. | 3,56±0,33 | 4,1±0,5~ | 4,44±0,5* | +24,7 |

Примечание. Достоверность различий с результатами исследования в начале курса НГТ (1-й день): ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$; с результатами исследований в середине курса НГТ (7-й день): + – $p < 0,05$. Процент изменений определен по отношению величин показателей в конце курса НГТ в сравнение с началом курса.

Таким образом, результаты выполнения теста «Черно-красные таблицы» свидетельствуют о положительном влиянии гипоксической тренировки на умственную работоспособность, особенно у лиц с исходно низкими ее показателями.

Таблица 3.14

Динамика показателей умственной работоспособности под влиянием нормобарической гипоксической тренировки по результатам теста «Черно-красные таблицы» в группе с ПФС ($M \pm m$, $n = 20$)

| Показатель | До курса НГТ | В конце курса | % изменений |
|---|--------------|---------------|-------------|
| Показатели производительности работы | | | |
| время выполнения теста, мин | 4,73±0,5 | 4,84±0,7 | +2,2 |
| скорость составления «численно-буквенных» пар в мин | 4,6±0,1 | 4,1±0,2~ | -10,9 |
| Показатели безошибочной работы | | | |
| число правильно составленных пар | 20,9±0,5 | 22,1±0,6 | +5,7 |
| число неправильно составленных пар (число ошибок) | 1,2±0,3 | 0,4±0,2 | -66,7 |
| доля ошибок, % | 8,4±0,3 | 2,3±1,2* | -72,6 |
| Показатели успешности работы | | | |
| интегральный показатель успешности, усл. ед. | 4,63±0,1 | 4,25±0,1 | -8,2 |

Примечание. Достоверность различий с результатами исследования в начале курса НГТ (1-й день): ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$.

Обобщенная оценка умственной работоспособности. Исходя из величин показателей успешности деятельности по тестам «Устный счет», «Установление закономерностей» и «Черно-красные таблицы» для здоровых и лиц с ПФС был рассчитан обобщенный показатель успешности.

До НГТ у здоровых лиц он составлял $1,72 \pm 0,29$, в середине курса — $2,81 \pm 0,57$, а в конце уже $4,10 \pm 0,78$ ($p < 0,05$ и $p < 0,01$). Таким образом, в середине НГТ умственную работоспособность у здоровых лиц можно расценить как высокую, а в конце — очень высокую.

Перед началом курса НГТ лица с пограничными функциональными состояниями имели высокий уровень умственной работоспособности, поскольку значения обобщенного показателя находились в пределах $2,31 \pm 0,35$. В конце курса этот показатель достиг величины $3,39 \pm 0,68$ ($p < 0,05$), что свидетельствует об очень высоком уровне умственной работоспособности.

3.2. Самооценка состояния

Опрос по методике САН не выявил до начала курса НГТ существенных различий в самооценке состояния между здоровыми обследуемыми и испытуемыми с пограничными функциональными состояниями. Динамика самооценки состояния на протяжении курса НГТ у лиц этих групп была однотипной и имела определенную закономерность. Первой особенностью динамики самооценки состояния было выраженное ее ухудшение к 5-му сеансу НГТ, когда содержание кислорода в дыхательной смеси достигало минимальных значений (таблицы 3.15—3.18).

Таблица 3.15

Динамика показателей методики САН под влиянием нормобарической гипоксической тренировки у здоровых лиц (баллы, $\bar{X} \pm m$, $n = 15$)

| Показатель | День гипоксической тренировки | | | |
|----------------------------|-------------------------------|----------|----------------------|-----------|
| | 1 | 5 | 10 | 15 |
| Общая самооценка состояния | 5,4±0,2 | 5,1±0,3 | 5,4±0,2 | 5,6±0,3+ |
| Самочувствие | 5,4±0,2 | 5,1±0,2~ | 5,4±0,2 ¹ | 5,7±0,2++ |
| Активность | 5,1±0,3 | 4,7±0,2~ | 5,1±0,2 | 5,3±0,3+ |
| Настроение | 5,7±0,2 | 5,5±0,2 | 5,6±0,3 | 5,8±0,3 |

Примечание. Различия с показателями: 1-го дня тренировки — ~ – $p < 0,1$; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; 5-го дня тренировки — т – $p < 0,1$; + – $p < 0,05$; ++ – $p < 0,01$.

Таблица 3.16

Динамика показателей опросника самооценки состояния под влиянием нормобарической гипоксической тренировки у здоровых лиц (баллы, $\bar{X} \pm m$, $n = 15$)

| Показатель | День гипоксической тренировки | | | |
|-------------------|-------------------------------|-----------|----------------------|----------------------|
| | 1 | 5 | 10 | 15 |
| Здоровье | 6,0±0,4 | 5,5±0,3 | 5,6±0,4 | 6,0±0,3 |
| Сонливость | 3,9±0,2 | 4,2±0,5 | 3,6±0,3 | 4,1±0,2 |
| Рабочие мотивы | 4,1±0,4 | 3,5±0,5 | 3,8±0,3 | 4,7±0,4 |
| Работоспособность | 6,2±0,2 | 5,4±0,3** | 6,1±0,3 | 6,4±0,3++ |
| Утомление | 2,6±0,2 | 2,9±0,3 | 2,1±0,2 ¹ | 2,2±0,2 ¹ |

| | | | | |
|----------|---------|----------|----------|----------|
| Внимание | 5,4±0,2 | 5,0±0,3 | 5,2±0,3 | 5,5±0,4 |
| Мышление | 5,7±0,3 | 4,6±0,3* | 5,0±0,6* | 5,1±0,4* |

Примечание. Различия с показателями: 1-го дня тренировки — ~ – $p < 0,1$; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; 5-го дня тренировки — т – $p < 0,1$; +, $p < 0,05$; ++ – $p < 0,01$.

Таблица 3.17

Динамика показателей методики САН под влиянием нормобарической гипоксической тренировки в группе с ПФС (баллы, $X \pm m$, $n = 20$)

| Показатель | День гипоксической тренировки | | | |
|----------------------------|-------------------------------|----------|------------|-----------|
| | 1 | 5 | 10 | 15 |
| Общая самооценка состояния | 5,4±0,1 | 5,1±0,2~ | 5,6±0,2*++ | 5,6±0,1~+ |
| Самочувствие | 5,6±0,2 | 5,1±0,1* | 5,7±0,1++ | 5,7±0,2+ |
| Активность | 5,3±0,1 | 4,9±0,2 | 5,5±0,1*+ | 5,4±0,2++ |
| Настроение | 5,3±0,2 | 5,2±0,3 | 5,7±0,1+ | 5,8±0,1*+ |

Примечание. См. табл. 3.15.

Таблица 3.18

Динамика показателей опросника самооценки состояния под влиянием нормобарической гипоксической тренировки в группе с ПФС (баллы, $X \pm m$, $n = 20$)

| Показатель | День гипоксической тренировки | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------|-----------|-----------------------|
| | 1 | 5 | 10 | 15 |
| Здоровье | 6,2±0,2 | 5,9±0,2 | 6,1±0,3 | 6,3±0,2+ |
| Сонливость | 3,1±0,1 | 4,2±0,3~ | 2,7±0,2++ | 3,2±0,2+ |
| Рабочие мотивы | 4,7±0,3 | 3,4±0,4~ | 4,7±0,4+ | 4,2±0,3~ |
| Работоспособность | 5,7±0,2 | 5,3±0,2 | 5,7±0,3 | 5,8±0,3 |
| Утомление | 2,8±0,4 | 2,9±0,3 | 2,0±0,2*+ | 2,1±0,1~+ |
| Внимание | 5,2±0,2 | 5,0±0,3 | 5,5±0,1 | 5,7±0,3~ ¹ |
| Мышление | 5,5±0,3 | 4,5±0,4* | 6,0±0,1+ | 5,9±0,2+ |

Примечание. См. табл. 3.15

В этот период оценка самочувствия имела выраженную тенденцию к уменьшению у здоровых (0,3 балла) и достоверно уменьшалась на 0,5 балла в группе с пограничными функциональными состояниями. Имелась также тенденция к снижению оценки активности у обследованных обеих групп без изменения оценки настроения. В это же время здоровые лица отмечали

снижение работоспособности — ее оценка снизилась на 0,8 балла и, что особенно важно, стала значительно меньше (на 1—1,1 балла) самооценка мышления — стало «трудно соображать».

К 10-му сеансу НГТ самооценка состояния здоровыми лицами достигла исходного уровня. Лица с ПФС на 10-й день НГТ отмечали даже улучшение своего состояния — общая самооценка состояния стала больше исходной на 0,2 балла, а оценка утомления уменьшилась на 0,8 балла. Перед последним сеансом НГТ самооценка состояния здоровых испытуемых и лиц с ПФС мало отличалась от фоновых величин.

Регрессионный анализ показал, что оценка работоспособности у обследованных обеих групп имела выраженную тенденцию к «росту» после 5 сеансов НГТ. У здоровых обследуемых оценка мышления менялась в незначительной степени, в то время как в группе с ПФС во второй половине курса НГТ она значительно увеличивалась. Оценка утомления существенно уменьшалась лишь в последние 3—4 дня НГТ.

До начала курса НГТ испытуемые с пограничными функциональными состояниями предъявляли жалобы на слабость, быструю утомляемость, сонливость, тяжесть в голове, неприятные ощущения в области сердца, сердцебиение. К середине курса лечения число жалоб уменьшилось в 2 раза, а в последние 3 дня курса подобные жалобы отсутствовали. У здоровых лиц до начала курса НГТ подобных жалоб практически не было.

Таким образом, у здоровых лиц и у испытуемых с ПФС при высокой исходной самооценке состояния (в середине курса НГТ) определялся период ухудшения самочувствия, обусловленный, вероятно, стрессовыми воздействиями и увеличением «дозы» тренирующего фактора. Наиболее выраженное тренирующее воздействие оказывает минимальное для выбранного режима содержание кислорода в дыхательной смеси. К концу курса НГТ показатели самооценки состояния не только достигали исходного уровня, но в ряде случаев превышали его. Особо следует подчеркнуть повышение оценки работоспособности и мышления, а также снижение оценки утомления в конце этого курса.

Глава 4

ДИНАМИКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ У ЛИЦ С НОРМАЛЬНЫМИ И ПОГРАНИЧНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ

Время восприятия пятисекундных интервалов. В группе здоровых лиц при фоновом обследовании время восприятия пятисекундных интервалов было в среднем на 0,30 с меньше нормативных величин, находящихся в пределах 4,6—5,0 с. Начиная с 5-го сеанса восприятие времени стало приблизительно равным нормативу (таблица 4.1), что является признаком благоприятного эффекта НГТ и свидетельствует о нормализации баланса процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Некоторое уменьшение показателя в последний день НГТ может быть связано с эмоциональной реакцией «конечного порыва». Динамика средних величин происходила без изменения их индивидуальной вариабельности (таблица 4.2).

Таблица 4.1

**Динамика психофизиологических показателей
под влиянием нормобарической гипоксической тренировки
у здоровых лиц ($X \pm m$, $n = 15$)**

| Показатель | День гипоксической тренировки | | | |
|---|-------------------------------|------------|------------|-------------------------|
| | 1 | 5 | 10 | 15 |
| Восприятие времени (5 с), с | 4,67±0,16 | 5,05±0,18* | 5,08±0,15* | 4,87±0,24 |
| Критическая частота | | | | |
| — слияния световых мельканий, усл. ед. | 45,5±0,5 | 43,5±1,3~ | 44,7±1,1 | 45,9 ⁺ ±1,1 |
| — различия световых мельканий, усл. ед. | 43,4±0,8 | 42,3±1,0 | 42,0±1,3 | 43,1±1,2 |
| Время простой сенсомоторной реакции, мс | 218±11 | 201±8,8~ | 183±8*+ | 173±7**+ |
| Реакция на движущийся объект | | | | |
| величина отклонений: среднее алгебраическое, усл. ед. | 0,43±0,48 | 0,70±0,29 | 0,55±0,40 | 0,32±0,30 |
| среднее арифметическое, усл. ед. | 2,73±0,20 | 2,61±0,28 | 2,22±0,21* | 2,33 ^x ±0,27 |

| | | | | |
|---------------------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| доля точных реакций, % | 12,6±2,6 | 18,5±5,4* | 18,3±6,1* | 16,9±3,8 |
| доля запаздывающих реакций, % | 46,8±7,2 | 45,9±8,3 | 51,1±7,1 | 51,2±7,5 |
| доля преждевременных реакций, % | 40,2±4,9 | 34,9±4,2 | 29,8±7,3* | 31,1±5,0* |
| Интегральный показатель РДО | 0,23±0,44 | 0,06±0,34~ | 0,10±0,27~ | 0,35±0,41+ |
| Обобщенный показатель | 0,34±0,26 | -0,02±0,27 | 0,08±0,32 | 0,62±0,45 ~+ |

Примечание. Различия с показателями: 1-го дня тренировки — ~ — $p < 0,1$; * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; 5-го дня тренировки — т — $p < 0,1$; + — $p < 0,05$; ++ — $p < 0,01$.

Таблица 4.2

Динамика индивидуальной вариабельности (сигма) психофизиологических показателей под влиянием нормобарической гипоксической тренировки у здоровых лиц ($X \pm m$, $n = 15$)

| Показатель | День гипоксической тренировки | | |
|---|-------------------------------|-----------|------------|
| | 1 | 5 | 10 |
| Восприятие времени (5 с), с | 0,55±0,06 | 0,66±0,03 | 0,61±0,05 |
| Критическая частота | | | |
| — слияния световых мельканий, усл. ед. | 3,2±0,3 | 2,3±0,5 | 1,4±0,4*+ |
| — различия световых мельканий, усл. ед. | 2,2±0,1 | 3,0±0,6 | 1,8±0,3+ |
| Время простой сенсомоторной реакции, мс | 22±2 | 20±2 | 18±3 |
| Реакция на движущийся объект | | | |
| величина отклонений: среднее алгебраическое, усл. ед. | 3,25±0,18 | 3,11±0,28 | 2,78±0,32~ |
| среднее арифметическое, усл. ед. | 1,53±0,11 | 1,41±0,11 | 1,26±0,12~ |
| Обобщенный показатель | 1,17±0,24 | 1,05±0,35 | 0,86±0,22* |

Примечание. См. табл. 4.1.

Восприятие времени лицами с пограничными функциональными состояниями при фоновом обследовании было таким же, как и у здоровых лиц, и имело сходную динамику. Под влиянием НГТ оно приближалось к нормативным значениям (таблица 4.3). В первый день НГТ индивидуальная вариабельность воспроизведения временных отрезков оказалась почти в 3 раза больше,

чем у здоровых, но существенно уменьшалась с середины курса НГТ до уровня, характерного для здоровых лиц (таблица 4.4).

Таблица 4.3

**Динамика психофизиологических показателей
в процессе гипоксической тренировки у группы
с ПФС ($X \pm m$, $n = 20$)**

| Показатель | День гипоксической тренировки | | |
|---|-------------------------------|------------|-------------|
| | 1 | 5 | 10 |
| Восприятие времени (5 с), с | 4,68±0,42 | 4,93±0,41* | 4,90±0,43** |
| Критическая частота | | | |
| — слияния световых мельканий, усл. ед. | 41,2±0,7 | 41,4±0,9 | 43,9±1,3**~ |
| — различения световых мельканий, усл. ед. | 42,6±0,9 | 41,5±1,1 | 41,2±1,4 |
| Время простой сенсомоторной реакции, мс | 185±15 | 184±17 | 172±16* |
| Реакция на движущийся объект | | | |
| величина отклонений: среднее алгебраическое, усл. ед. | 0,14±0,59 | 0,56±0,35 | 0,13±0,35 |
| среднее арифметическое, усл. ед. | 2,83±0,29 | 2,14±0,22* | 2,49±0,17~ |
| доля точных реакций, % | 19,2±2,8 | 16,3±2,3* | 14,1±2,3 |
| доля запаздывающих реакций, % | 43,8±3,1 | 52,3±3,8~ | 47,2±4,1 |
| доля преждевременных реакций, % | 37,1±3,8 | 30,5±3,5 | 38,2±3,2 |
| Интегральный показатель РДО | 0,65±0,27 | 0,07±0,14* | 0,51±0,23+ |
| Обобщенный показатель | 0,88±0,25 | 0,34±0,27* | 0,63±0,21+ |

Примечание. Достоверность различий с результатами исследования в начале курса НГТ (1-й день НГТ): ~ – $p < 0,1$; * – $p < 0,05$; с величинами показателей на 5-й день НГТ — + – $p < 0,05$.

Критическая частота слияния световых мельканий. Исследование КЧСМ у группы здоровых лиц показало достаточно большую величину показателя перед началом НГТ, однако к 5-му сеансу КЧСМ имела выраженную тенденцию к уменьшению с дальнейшим восстановлением исходного уровня показателя, начиная с 10-го дня НГТ (см. таблицу 4.1). Индивидуальная вариабельность показателя стала в 2,3 раза меньше к концу курса НГТ (см. таблицу 4.2).

Таблица 4.4

**Динамика индивидуальной variability (сигма)
психофизиологических показателей в процессе гипоксической
тренировки у группы с ПФС ($X \pm m$, $n = 20$)**

| Показатель | День гипоксической тренировки | | |
|---|-------------------------------|-------------|-------------|
| | 1 | 5 | 10 |
| Восприятие времени (5 с), с | 1,57±0,05 | 0,49±0,03* | 0,51±0,03* |
| Критическая частота | | | |
| — слияния световых мельканий, усл. ед. | 1,5±0,2 | 1,0±0,2* | 0,9±0,1* |
| различения световых мельканий, усл. ед. | 1,2±0,07 | 1,0±0,1 | 0,5±0,2+* |
| Время простой сенсомоторной реакции, мс | 25±2 | 23±2 | 24±1 |
| Реакция на движущийся объект | | | |
| величина отклонений: среднее алгебраическое, усл. ед. | 6,02±0,14 | 3,23±0,21* | 4,41±0,19*+ |
| среднее арифметическое, усл. ед. | 3,53±0,07 | 1,41±0,08** | 2,86±0,08* |
| Обобщенный показатель | 1,70±0,16 | 0,88±0,17** | 0,97±0,06** |

Примечание. См. табл. 4.3.

У группы с пограничными функциональными состояниями значение КЧСМ при фоновом обследовании было в среднем на 4,3 усл. ед. меньше, чем у здоровых, что закономерно связано с наличием у них вегетативных расстройств. К концу курса НГТ КЧСМ достоверно увеличивалась, оставаясь, однако, меньше, чем у здоровых лиц (см. таблицу 4.3). Однако индивидуальная variability показателя, несмотря на небольшую исходную величину, сокращалась уже с середины курса с 1,5 до 0,9 усл. ед. (см. таблицу 4.4).

В отличие от КЧСМ значения КЧРМ не изменялись под влиянием НГТ. К концу курса наблюдалось снижение индивидуальной variability показателя у здоровых обследуемых и особенно у испытуемых с пограничными функциональными состояниями.

Простая сенсомоторная реакция. Фоновые значения латентного периода ПЗМР у здоровых лиц оказались немногим больше нормативных величин, но прогрессивно уменьшались на протяжении курса НГТ. В процессе НГТ латентный период ПЗМР уменьшался, достигнув к 15-му сеансу значений, которые были

на 21% меньше нормативных. При этом в течение всего курса НГТ вариабельность латентного периода ПЗМР была стабильной и незначительной.

У лиц с пограничными функциональными состояниями, несмотря на более низкую, чем у здоровых, исходную величину латентного периода ПЗМР, его значения к концу курса НГТ уменьшались без изменения вариабельности показателя.

Реакция на движущийся объект. Средняя алгебраическая величина отклонений при регистрации реакции на движущийся объект у здоровых лиц не изменялась на протяжении курса НГТ. Она имела положительные значения, что определялось преобладанием запаздывающих реакций. Фоновая вариабельность показателя перед НГТ соответствовала нормативу, однако под влиянием гипоксической тренировки стала меньше на 14—18%.

Средняя арифметическая величина отклонений в последние 5 дней НГТ достоверно уменьшалась на 15% также с сокращением индивидуальной вариабельности показателя. С 5 дня НГТ доля точных реакций возросла преимущественно вследствие сокращения доли преждевременных реакций.

Интегральный показатель успешности выполнения методики РДО перед началом НГТ составил в среднем 0,23, что свидетельствует об удовлетворительном балансе основных нервных процессов в ЦНС с тенденцией к преобладанию процессов торможения. В середине курса НГТ (до 10 дня) он был близок к нулевым значениям. В конце периода гипоксической тренировки этот показатель достигал исходных величин.

У лиц с пограничными функциональными состояниями при анализе исходных показателей РДО определено, что средняя алгебраическая величина отклонений близка к нулю, т.е. имеет место баланс преждевременных и запаздывающих реакций. Однако в середине курса лечения в связи с выраженной тенденцией к увеличению числа запаздывающих реакций средняя алгебраическая величина возросла почти в 4 раза, имея положительное значение ($p < 0,2$). Индивидуальная вариабельность показателя перед НГТ составляла очень большую величину — в среднем 6,02 усл. ед., что почти в 2 раза больше нормативных значений и свидетельствует о неуравновешенности основных процессов в ЦНС. Под влиянием НГТ показатель сократился до нормативных

величин. Средняя арифметическая величина отклонений на протяжении НГТ имела динамику, аналогичную средней алгебраической величине. К 5-му сеансу она достоверно уменьшалась наряду с сокращением вариабельности показателя. Исходная доля точных реакций у лиц с пограничными функциональными состояниями была достаточно высокой и не имела динамики на протяжении курса НГТ. Интегральный показатель успешности выполнения методики РДО перед началом НГТ характеризовал хороший баланс процессов возбуждения и торможения в центрах двигательного и зрительного анализаторов. Так же как и в группе здоровых лиц, в середине курса лечения наблюдали значительное уменьшение показателя с восстановлением исходного уровня к концу НГТ.

Обобщенный показатель успешности выполнения психофизиологических методик у здоровых лиц перед началом гипоксической тренировки оценивался в большинстве случаев как удовлетворительный. С 5-го по 10-й сеансы он снизился и был близок к нулю, что отражает фазу формирования адаптивных изменений в ЦНС. К концу курса НГТ этот показатель стал выше исходного уровня и мог быть оценен как хороший. У испытуемых с пограничными состояниями в середине курса лечения наблюдались аналогичные изменения указанного показателя: в начале и конце НГТ он расценивался как хороший, а в середине — как удовлетворительный.

Обобщенный показатель индивидуальной вариабельности психофизических показателей у здоровых мужчин постоянно был в границах норматива. Под влиянием гипоксической тренировки происходило уменьшение данного показателя у обследуемых этой группы. Эти данные свидетельствуют о возрастании уравновешенности основных нервных процессов в ЦНС. Исходная величина обобщенного показателя вариабельности психофизиологических показателей у испытуемых с пограничными функциональными состояниями оказалась весьма значительной и превышала нормативные значения в среднем на 0,50 усл. ед. Уже с середины курса лечения этот показатель сокращался почти в 2 раза, и эти изменения расценивались как уравновешивания основных процессов в ЦНС под влиянием НГТ.

Двухфакторный дисперсионный анализ (таблица 4.5) позволил установить, что основное влияние гипоксическая тренировка оказала на латентный период ПЗМР и долю преждевременных реакций РДО (18 и 16%). Наличие пограничных функциональных состояний определило значительный вклад в дисперсию показателя КЧСМ (18%). Гипоксическая тренировка также существенно влияла на вариабельность психофизиологических показателей (таблица 4.6).

Однофакторный дисперсионный анализ показал, что у здоровых лиц наиболее благоприятное влияние гипоксическая тренировка оказала на латентный период ПЗМР и долю преждевременных реакций РДО (57 и 75%), а у лиц с пограничными функциональными состояниями — на вариабельность практически всех психофизиологических показателей.

Таблица 4.5

Сила влияния фактора гипоксической тренировки (А) и фактора здоровья (В) на величины психофизиологических показателей у здоровых и лиц с ПФС в период нормобарической тренировки ($X \pm m$, %, $n = 35$)

| Показатели | Фактор А | Фактор В | Взаимовлияние, АВ | Общее влияние, X |
|---|----------|----------|-------------------|------------------|
| Восприятие времени | 3,1 | 0,7 | 0,3 | 3,7 |
| Критическая частота | | | | |
| — слияния световых мельканий | 3,9 | 17,8* | 2,6 | 24,7* |
| — различения световых мельканий | 0 | 0,8 | 0,8 | 1,7 |
| Время простой сенсомоторной реакции, мс | 17,8** | 5,7 | 9,1~ | 35,6** |
| Реакция на движущийся объект | | | | |
| величина отклонений: среднее алгебраическое | 0,1 | 1,2 | 0 | 1,3 |
| среднее арифметическое | 5,1 | 0,2 | 0 | 5,3 |
| доля точных реакций | 0 | 0,5 | 3,4 | 4,5 |
| доля запаздывающих реакций | 1,2 | 0,7 | 0 | 1,8 |
| доля преждевременных реакций | 15,6* | 3,6 | 7,9 | 27,3* |

Примечание. Достоверность влияния по данным двухфакторного дисперсионного анализа: ~ – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

Таблица 4.6

Степень влияния фактора гипоксической тренировки (А) и фактора здоровья (В) на вариабельность психофизиологических показателей в группе здоровых и группе с ПФС в период нормобарической гипоксической тренировки ($X \pm m$, %, $n = 35$)

| Показатели | Фактор А | Фактор В | Взаимовлияние, АВ | Общее влияние, X |
|--|----------|----------|-------------------|------------------|
| Восприятие времени | 13,8* | 9,3* | 18,1** | 45,0** |
| Критическая частота | | | | |
| — слияния световых мельканий | 0,1 | 3,25 | 19,3* | 27,9** |
| — различения световых мельканий | 11,8* | 7,5 | 6,3 | 21,8* |
| Время простой сенсомоторной реакции, мс | 0,5 | 6,8 | 1,8 | 9,6 |
| Реакция на движущийся объект | | | | |
| величина отклонений: среднее алгебраическое | 19,8*** | 20,7*** | 7,7* | 49,4** |
| среднее арифметическое | 14,9** | 37,7*** | 6,9* | 61,5** |

Примечание. Достоверность влияния по данным двухфакторного дисперсионного анализа: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Глава 5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЕРЕНОСИМОСТИ ФАКТОРОВ ПОЛЕТА

5.1. Оценка переносимости авиационного шума

Анализ эффективности использования нормобарической гипоксической тренировки для коррекции операторской работоспособности в условиях шума осуществлен в процессе экспериментального исследования с участием 31 мужчины в возрасте от 19 до 23 лет с изменениями функционального состояния на уровне пограничных.

Курс НГТ состоял из 15 сеансов, проводимых ежедневно, кроме выходных дней. Продолжительность каждого сеанса составила 30 минут. При первом сеансе испытуемый дышал гипоксической газовой смесью с содержанием кислорода 17,2% ($pO_2 = 132,8$ мм рт. ст., соответствует высоте 1500 м). В последующие четыре сеанса концентрация кислорода постепенно понижалась, так что во время пятого и последующих сеансов смесь содержала 13,1% кислорода ($pO_2 = 103,3$ мм рт. ст., соответствует высоте 3500 м).

Операторская деятельность моделировалась в относительно изолированном помещении при температуре воздуха $+20,0 \pm 0,5$ °С и влажности $60 \pm 5\%$. Испытуемые дважды — за 1—2 сут до начала и через 1 сут после окончания курса гипоксической тренировки — в течение 2 ч в условиях воздействия широкополосного шума интенсивностью 100 ± 5 дБА выполняли операторскую работу, моделирующую деятельность летчика по управлению летательным аппаратом, состоящую из чередующихся циклов двухмерного компенсаторного слежения и сложной сенсомоторной реакции на равновероятностные световые сигналы. Продолжительность каждого цикла составляла 3 мин. В процессе работы осуществлялась постоянная регистрация ЧСС, ЧД, МОД, ошибок слежения по крену и тангажу, количества предъявленных световых сигналов и числа правильных реакций.

Аналізу подвергались данные, полученные до работы, через каждые 30 мин операторской деятельности и после ее окончания.

До начала основного этапа исследования проводилась тренировка операторской деятельности с использованием методик двухмерного компенсаторного слежения и сложной сенсомоторной реакции (аппарат «Физиолог-М», I программа) до получения стабильных результатов.

Параметры шумового воздействия были выбраны в соответствии со средним уровнем шума в кабинах летательных аппаратов. Шум создавался при помощи установки радиопомех ПРП-5М и усилителя У-100У4.2. Уровень шума измерялся шумомером Ш-3М.

Применялась установка, созданная на базе комплекса АВК-3. С ее помощью моделировались элементы управления самолетом в полете за счет использования в качестве индикаторного устройства прибора слепой посадки и двухкоординатной самолетной ручки управления с безлюфтовой передачей управляющих воздействий. Обследуемому по двум каналам (крен и тангаж) предъявлялись сигналы в виде отклонения стрелок прибора с постоянной частотой, равной 0,3 Гц. Задача обследуемого состояла в том, чтобы с помощью ручки управления удерживать горизонтальную и вертикальную стрелки ПСП в нулевом положении. Оценка качества слежения осуществлялась по интегралу рассогласования (отн. ед.) за 3 мин непрерывной следящей деятельности.

Сложная сенсомоторная деятельность выполнялась с помощью блока «Резервы» системы «Физиолог-М» (I программа). Оценивались скорость восприятия и переработки информации по интегральному показателю, отражающему количественные и качественные характеристики пропускной способности (бит/с). Степень нервно-эмоционального напряжения при выполнении операторской деятельности оценивали по индексу напряженности.

В процессе выполнения операторской деятельности на фоне шумового действия до гипоксической тренировки у обследуемых наблюдалось увеличение интегральной ошибки слежения к 30-й мин на 8%, к 60-й мин — на 14%, к концу работы — на 16% (таблица 5.1).

Пропускная способность зрительного анализатора оператора в процессе работы снижалась с такой же закономерностью: к 30-й мин — на 4%, к 60-й мин — на 9%, в конце работы — на 14% от фоновых показателей (таблица 5.1). Ухудшение качест-

ва операторской деятельности сопровождалось напряжением физиологических функций, что проявлялось увеличением на 5% ЧСС, на 4% — ЧД и на 13% — МОД (таблица 5.2). Индекс напряженности, рассчитываемый по этим показателям, также повышался. На 30-й мин он увеличился на 4% от фоновых данных, к 60-й мин — на 6%, а к концу работы — на 9%.

После окончания операторской работы ухудшилась субъективная оценка состояния операторов: самочувствие — на 10%, активность — на 12%.

Таблица 5.1

Динамика показателей качества операторской деятельности в условиях авиационного шума до и после курса гипоксической тренировки у лиц с ПФС ($X \pm m$, $n = 31$)

| Этап обследования | До курса | | После курса | |
|--------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|
| | Интегральная ошибка слежения, отн. ед. | Пропускная способность, бит/с | Интегральная ошибка слежения, отн. ед. | Пропускная способность, бит/с |
| Исходное состояние | 66,3±2,1 | 1,83±0,03 | 61,4±1,2 | 1,80±0,03 |
| В процессе работы | | | | |
| 30-я мин | 72,2±2,3 | 1,75±0,03 | 64,4±2,3 | 1,83±0,01 |
| 60-я мин | 75,4±2,4* | 1,66±0,07* | 66,0±2,2* | 1,79±0,03 |
| 90-я мин | 75,3±2,2* | 1,65±0,04* | 67,8±1,6 | 1,74±0,02 |
| 120-я мин | 77,0±1,9* | 1,58±0,05* | 67,4±1,4 | 1,71±0,03 |
| После работы | 70,2±3,9 | 1,67±0,06* | 64,2±1,1 | 1,78±0,03 |

Примечание. Различия по сравнению с показателями исходного состояния: * – $p < 0,05$.

Таблица 5.2

Динамика показателей кровообращения и внешнего дыхания лиц с ПФС в условиях авиационного шума до и после курса ($X \pm m$, $n = 31$)

| Этап обследования | До курса | | После курса | |
|--------------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | ЧСС, уд./мин | МОД, л/мин | ЧСС, уд./мин | МОД, л/мин |
| Исходное состояние | 68,1±0,8 | 10,5±0,1 | 65,7±0,2 | 11,0±0,2 |
| В процессе работы | | | | |
| 30-я мин | 67,7±1,4 | 11,0±0,2 | 67,01±0,9 | 10,6±0,3 |

| | | | | |
|--------------|-----------|-----------|----------|----------|
| 60-я мин | 71,4±1,6 | 11,5±0,2* | 67,9±0,9 | 10,5±0,3 |
| 90-я мин | 70,7±1,5 | 11,6±0,3* | 69,1±1,6 | 10,7±0,4 |
| 120-я мин | 71,5±1,4* | 11,9±0,4* | 68,8±0,8 | 10,3±0,4 |
| После работы | 70,8±1,3* | 11,2±0,2* | 69,1±1,0 | 10,5±0,2 |

Примечание. Различия по сравнению с показателями исходного состояния: * – $p < 0,05$.

По результатам тональной аудиометрии после окончания воздействия шума отмечалось повышение порога восприятия тона в диапазоне от 500 до 6000 Гц на 18—71% (таблица 5.3).

Таблица 5.3

Динамика порогов восприятия тона под воздействием шума до и после курса гипоксической тренировки у лиц с ПФС (X±m, n = 31), дБ

| Частота, Гц | До гипоксической тренировки | | После гипоксической тренировки | |
|-------------|-----------------------------|-------------|--------------------------------|------------|
| | До шума | после шума | До шума | После шума |
| 500 | 23,7±1,8 | 42,5±2,1** | 21,8±1,7 | 28,5±2,1 |
| 1000 | 28,6±1,3 | 50,0±1,3*** | 28,0±1,6 | 37,0±1,6* |
| 2000 | 36,7±2,3 | 62,6±1,9*** | 36,3±2,2 | 41,8±2,0 |
| 4000 | 35,0±1,1 | 57,4±1,2*** | 31,3±1,1 | 36,6±1,2 |
| 6000 | 31,0±1,2 | 49,5±1,1*** | 26,1±1,4 | 28,9±1,8 |

Примечание: различия по сравнению с показателями до воздействия шума: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

После курса НГТ отмечено улучшение функционального состояния обследуемых. Выявлено уменьшение ЧСС на 4%, увеличение МОД — на 5%, тенденция к снижению интегральной ошибки слежения и к увеличению пропускной способности зрительного анализатора испытуемых, а также незначительное повышение порога восприятия тона в речевом диапазоне частот.

Анализ исследуемых показателей в условиях воздействия широкополосного шума после курса НГТ показал, что расширение функциональных резервов организма повлияло и на качество операторской деятельности (см. таблицу 5.1). Достоверное увеличение интегральной ошибки слежения на 7% по сравнению с фоновыми данными произошло только к окончанию первого

часа работы, через 2 ч операторской деятельности ошибка слежения увеличилась на 9%, что почти в 2 раза меньше, чем при выполнении аналогичной работы до курса НГТ ($p < 0,05$). Пропускная способность недостоверно уменьшилась на 5% только к окончанию второго часа работы, что также более чем в 2 раза меньше по сравнению с аналогичными результатами, полученными до курса НГТ ($p < 0,05$).

Операторская деятельность, выполняемая после курса НГТ, не требовала существенного напряжения кардиореспираторной системы. В частности, индекс напряженности в течение 2 ч работы в условиях воздействия шума достоверно не изменялся. Тональная аудиометрия (таблица 5.3) выявила повышение порога восприятия тона в диапазоне от 500 до 6000 Гц на 11—31%, что в два раза меньше, чем при аналогичных измерениях, проведенных до курса НГТ ($p < 0,01$).

Таким образом, гипоксическая тренировка, расширяя функциональные возможности организма, повышает качество следящей и сложной сенсомоторной деятельности у лиц с ПФС в условиях авиационного шума, что проявляется в уменьшении количества ошибок слежения, возрастании пропускной способности зрительного анализатора, снижении физиологической «цены» операторской деятельности, уменьшении выраженности изменений порога восприятия тона в речевом диапазоне.

5.2. Оценка переносимости статокINETических воздействий

Полеты на современной авиационной технике сопровождаются сложными вращательными движениями летательных аппаратов в пространстве. Вследствие этого на летчика оказывают влияние механические силы (угловые, линейные, центростремительные ускорения и ускорения Кориолиса), которые воспринимаются вестибулярным аппаратом и рядом других гравитационно-зависимых органов и систем организма. При этом возникают такие явления, как нистагм, вестибулосоматические реакции, вестибулосенсорные реакции и вестибуловегетативные расстройства, сопровождающиеся ухудшением общего самочувствия и снижением работоспособности.

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). 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 летательного аппарата, 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 актуальна у курсантов начальных курсов авиационных институтов, 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 лётной работе (Лапаев Э.В. с соавт., 1982; Воробьев О.А. с соавт., 1993). Особенно остро эта проблема выявляется при выполнении длительных космических полетов, как правило, в начальный период адаптации.

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

Для определения эффективности гипоксической тренировки как метода повышения неспецифической резистентности организма человека к вестибулярным нагрузкам и усиления компенсаторных резервов его жизненно важных систем сначала были обследованы 56 мужчин в возрасте 18—28 лет. При проведении вестибулярного отбора с помощью метода прерывистой кумуляции ускорений Кориолиса было выделено 25 человек, у которых наблюдались вестибуловегетативные реакции III степени (тошнота, холодный пот, тахикардия, рвота), развивающиеся в течение 3 мин воздействия. Эти лица были разделены на контрольную (12 человек) и основную (13 человек) группы.

Лица основной группы проходили курс НГТ, который состоял из 15 сеансов. Комплексное обследование испытуемых проводилось до, через 10 сеансов и после курса НГТ. Оценивались время переносимости пробы ПКУК, время и характер пострвращательного нистагма, показатели кардиореспираторной системы (ЧСС, АД, ЧД, проба Штанге), пропускная способность зрительного анализатора при работе по I и II программам блока «Резервы» системы «Физиолог-М». В контрольной группе вместо курса НГТ проводилось 15 «ложных» сеансов.

В процессе курса НГТ все обследуемые отмечали, что у них повысилась активность и общий тонус организма, улучшились самочувствие и настроение. Через 10 сеансов НГТ 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 НГТ время переносимости ПКУК возросло в 2,7 раза по сравнению с фоновыми данными (таблица 5.4).

Таблица 5.4

Время переносимости ПКУК, мин

| Группа | Фон | 10 сеансов | 15 сеансов |
|---------------------|---------------|-----------------|------------------|
| Контрольная, n = 12 | 2,7 \pm 0,4 | 2,80 \pm 0,5 | 2,60 \pm 0,2 |
| Основная, n = 13 | 2,6 \pm 0,5 | 4,24 \pm 0,2* | 7,14 \pm 0,13* |

Примечание. * — различия по отношению к контролю $p < 0,001$.

Одновременно с увеличением времени переносимости ПКУК наблюдались выраженные изменения характеристик поствращательного нистагма. Через 10 сеансов НГТ продолжительность нистагма уменьшилась на 9%, а после курса НГТ — на 51%. Уменьшение времени поствращательного нистагма происходило на фоне незначительного увеличения его частоты и амплитуды (таблица 5.5).

Таблица 5.5

Изменение показателей нистагмограммы

| Показатель нистагма | Фон | 10 сеансов | 15 сеансов |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Контрольная группа, n = 12 | | | |
| Время, с | 28,0 \pm 3,31 | 29,3 \pm 3,22 | 27,8 \pm 3,91 |
| Частота, с ⁻¹ | 1,12 \pm 0,24 | 1,19 \pm 0,16 | 1,16 \pm 0,81 |
| Амплитуда, мм | 21,5 \pm 0,57 | 19,2 \pm 1,92 | 20,6 \pm 2,86 |
| Основная группа, n = 13 | | | |
| Время, с | 24,3 \pm 1,10 | 22,3 \pm 1,15 | 12,5 \pm 1,12* |
| Частота, с ⁻¹ | 0,76 \pm 0,13 | 0,84 \pm 0,05 | 0,96 \pm 0,16 |
| Амплитуда, мм | 18,4 \pm 3,92 | 23,5 \pm 3,67 | 23,1 \pm 3,54 |

Примечание. * — различия по отношению к контролю; p < 0,001.

В процессе курса НГТ 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 (таблицы 5.6).

Таблица 5.6

Изменение показателей кардиореспираторной системы при проведении пробы ПКУК в контрольной и основной группах

| Показатель | Фон | 10 сеансов | 15 сеансов |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Контрольная группа, n = 12 | | | |
| ЧСС, уд/мин | | | |
| До вращения | 72,5 \pm 3,1 | 72,2 \pm 3,2 | 72,1 \pm 2,1 |
| После вращения | 66,7 \pm 2,3 | 67,5 \pm 1,9 | 71,4 \pm 1,5 |
| АДс, мм рт. ст. | | | |
| До вращения | 117,4 \pm 2,8 | 120,3 \pm 2,3 | 116,3 \pm 2,2 |
| После вращения | 126,3 \pm 2,1* | 127,8 \pm 2,9* | 125,2 \pm 2,0** |

| АДд, мм рт. ст. | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| До вращения | 73,9±1,5 | 75,5±1,4 | 72,9±1,6 |
| После вращения | 78,8±1,6* | 77,9±2,2 | 78,6±1,8* |
| ЧД, дых/мин | | | |
| До вращения | 14,1±1,0 | 14,1±1,0 | 13,7±1,1 |
| После вращения | 16,5±1,8 | 17,2±1,2* | 16,3±1,3* |
| Основная группа, n = 13 | | | |
| ЧСС, уд/мин | | | |
| До вращения | 71,2±3,7 | 69,8±4,8 | 67,6±3,8 |
| После вращения | 75,3±3,3 | 73,2±3,1 | 69,1±3,5 |
| АДс, мм рт. ст. | | | |
| До вращения | 120,7±2,6 | 117,5±2,8 | 112,4±2,1 |
| После вращения | 127,4±2,7 | 119,8±2,9 | 114,2±2,3 |
| АДд, мм рт. ст. | | | |
| До вращения | 76,6±1,6 | 73,2±2,9 | 66,1±3,1 |
| После вращения | 81,7±1,7 | 74,8±2,0 | 65,3±2,6 |
| ЧД, дых/мин | | | |
| До вращения | 11,2±1,5 | 13,4±1,3 | 16,3±1,3 |
| После вращения | 16,0±1,6 | 14,2±1,4 | 17,5±1,5 |

Примечание. Различия достоверны по сравнению с этапом до вращения: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

В результате таких позитивных изменений у обследуемых при проведении пробы ПКУК снижалась выраженность вегетативных реакций.

Расширение физиологических резервов организма, уменьшение выраженности вестибуловегетативных реакций приводило к повышению операторской работоспособности во время укачивания. Если у лиц контрольной группы пропускная способность при выполнении I и II программ блока «Резервы» системы «Физиолог-М» во время пробы ПКУК снижалась на 18—40%, то у лиц экспериментальной группы после курса НГТ пропускная способность во время укачивания не ухудшалась (таблица 5.7).

Таблица 5.7

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

| Показатель | Фон | 10 сеансов | 15 сеансов |
|----------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Контрольная группа, n = 12 | | | |
| I программа | | | |
| До вращения | 2,187±0,07 | 2,108±0,08 | 2,014±0,07 |
| После вращения | 1,912±0,09* | 1,898±0,08 | 1,654±0,07** |
| II программа | | | |
| До вращения | 1,253±0,05 | 1,192±0,06 | 1,245±0,08 |
| После вращения | 1,110±0,06* | 0,849±0,08* | 0,750±0,05** |
| Основная группа, n = 13 | | | |
| I программа | | | |
| До вращения | 2,130±0,08 | 2,149±0,10 | 2,184±0,07 |
| После вращения | 1,851±0,06* | 2,159±0,09 | 2,174±0,07 |
| II программа | | | |
| До вращения | 1,229±0,05 | 1,115±0,05 | 1,284±0,08 |
| После вращения | 1,224±0,12 | 1,157±0,09 | 1,239±0,09 |

Примечание. Различия по сравнению с этапом до вращения:
* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Таким образом, проведение курса НГТ приводило к нормализации вегетативных функций, оптимизации деятельности кардиореспираторной системы, повышению кислородного бюджета, 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 гипоксическую тренировку как эффективный метод повышения неспецифической резистентности человека к действию статокинетических раздражителей.

РЕЗЮМЕ

Установлено, что гипоксическая тренировка приводит к улучшению функционального потенциала сенсорных систем. Показано, что динамика психофизиологического показателя зависит от его исходной величины — чем больше его значения отличаются от норматива, тем более значительны положительные сдвиги под влиянием НГТ. Выявлено, что индивидуальная вариабельность показателей является высокоинформативным критерием, и ее динамика иная, нежели изменения средних величин.

Чем более выражено гипоксическое воздействие (меньше кислорода в дыхательной смеси при выходе на стационарный уровень гипоксии), тем более существенна «компенсаторная» фаза отклонений психофизиологических показателей от нормативных значений. Обобщенные показатели успешности выполнения психофизиологических тестов и их вариабельности позволяют интегрально оценить состояние сенсорных систем в процессе гипоксической тренировки.

Результаты исследований, свидетельствующие об эффективности применения НГТ:

1) приближающееся к реальному восприятие пятисекундных временных интервалов как испытываемыми с пограничными функциональными состояниями, так и здоровыми лицами. В группе с ПФС также снижается индивидуальная вариабельность показателей;

2) увеличение показателей КЧСМ у обследуемых обеих сравниваемых групп параллельно со снижением вариабельности КЧСМ и КЧРМ;

3) уменьшение латентного периода ПЗМР у здоровых лиц и лиц с пограничными функциональными состояниями (без изменения индивидуальной вариабельности);

4) у обеих групп обследуемых уменьшение (в той или иной мере) средней алгебраической и средней арифметической теста РДО со снижением индивидуальной вариабельности этих показателей, а также уменьшение числа запаздывающих реакций (у всех обследуемых).

В целом гипоксическая тренировка «восстанавливала» нарушенный баланс процессов торможения и возбуждения в центрах

зрительного и двигательного анализаторов, усиливала координацию функций указанных анализаторов и устраняла неуравновешенность нервных процессов.

Гипоксическая тренировка испытуемых с пограничными функциональными состояниями приводила к позитивным сдвигам состояния когнитивных психических процессов даже при исходно высоком их уровне. Так, при выполнении теста «Устный сложный арифметический счет» число правильно решенных примеров увеличилось по сравнению с первым днем курса с $54,1 \pm 9,8$ до $62,2 \pm 10,9$, число ошибок расчета снизилось с $4,3 \pm 1,1$ до $2,6 \pm 0,2$, доля ошибок — с $7,2 \pm 1,6$ до $5,1 \pm 1,4\%$, а интегральный показатель успешности деятельности повысился с $9,58 \pm 2,3$ до $17,3 \pm 0,5$.

По результатам выполнения теста «Установление закономерностей» после гипоксической тренировки число правильно отмеченных слов возросло на 25% — с $13,8 \pm 1,5$ до $17,3 \pm 0,8$. Общее число ошибок к концу курса уменьшилось в 2,7 раза — с $4,8 \pm 1,1$ до $1,73 \pm 0,6$. Под влиянием гипоксической тренировки суммарная доля ошибок уменьшилась в 3,5 раза — с $34,8 \pm 7,9$ до $9,5 \pm 2,8$ и в ее структуре по-прежнему преобладала доля пропусков значимых слов. Интегральный показатель успешности по тесту «Установление закономерностей» увеличился в 1,5 раза — с $1,51 \pm 0,28$ до $2,3 \pm 0,11$: у 7 из 10 лиц с ПФС он был оценен как высокий.

У большинства из группы с пограничными функциональными состояниями при выполнении теста «Черно-красные таблицы» до начала курса НГТ умственная работоспособность оценивалась как высокая. Влияние гипоксической тренировки сказалось на доле ошибок — она сократилась почти в 3 раза. Другие показатели умственной работоспособности изменений не претерпевали. Отсутствие динамики интегрального показателя успешности по результатам выполнения теста «Черно-красные таблицы» объясняется изменением тактики — обследуемые тратили несколько больше времени на работу, но были более внимательны и допускали меньше ошибок.

Обобщенный показатель умственной работоспособности у 6 обследованных до курса оценивался как средний, у 4-х — как высокий. О значительном повышении умственной работоспособ-

ности в результате лечения свидетельствует увеличение обобщенного показателя в среднем в 1,5 раза, что происходило, главным образом, вследствие сокращения числа ошибочных действий. У большинства лиц (у 7 человек) его уровень стал оцениваться как высокий, а у 3-х — как очень высокий.

Выявлена эффективность использования нормобарической гипоксической тренировки для коррекции операторской работоспособности у лиц с пограничными функциональными состояниями. До гипоксической тренировки 2-часовое шумовое воздействие вызывало ухудшение операторской работоспособности, что проявлялось к концу работы в увеличении интегральной ошибки на 16%, снижении пропускной способности зрительного анализатора на 14%. Это сопровождалось увеличением на 5% ЧСС, на 4% — ЧД и на 13% — МОД, т.е. напряжением физиологических функций. Соответственно повышался и индекс напряженности, рассчитываемый по этим показателям, на 9%. После воздействия шума повышался порог восприятия тона по данным тональной аудиометрии в диапазоне от 500 до 6000 Гц на 18—71%. После курса гипоксической тренировки наблюдалось уменьшение количества ошибок слежения, возрастание пропускной способности зрительного анализатора (эти показатели оказались достоверно почти в 2 раза лучше, чем до курса НГТ), не было достоверных изменений ЧСС, ЧД и МОД, что указывает на снижение физиологической «цены» операторской деятельности. После курса НГТ у лиц с пограничными функциональными состояниями улучшается функция слухового анализатора, что проявляется в уменьшении выраженности изменений порога восприятия тона в речевом диапазоне (на 11—31%). Это в два раза меньше, чем при аналогичных измерениях, проведенных до курса НГТ ($p < 0,01$).

В работе производилась оценка переносимости статокINETических воздействий.

После курса НГТ время переносимости пробы ПКУК достоверно возросло в 2,7 раза по сравнению с фоновыми данными, продолжительность нистагма уменьшилась на 51%, увеличилось время задержки дыхания на 67% по сравнению с исходными данными, снизилась ЧСС (с $75,3 \pm 3,3$ до $69,1 \pm 3,5$ уд/мин), понизилось систолическое АД (с $127,4 \pm 2,7$ до $114,2 \pm 2,3$ мм рт. ст.) и диастолическое АД (с $81,7 \pm 1,7$ до $65,3 \pm 2,6$ мм рт. ст.) после

вращения. Пропускная способность зрительного анализатора у лиц основной группы после пробы ПКУК не ухудшалась, тогда как в контрольной группе снижалась на 18—40%.

Таким образом, проведение курса НГТ приводило к нормализации вегетативных функций, оптимизации деятельности кардиореспираторной системы, повышению кислородного бюджета, что в целом позволяло повысить функциональные резервы жизненно важных систем, неспецифическую резистентность организма к вестибулярным нагрузкам и улучшить качество операторской деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Деятельность летного состава в настоящее время связана с продолжающимся закономерным усилением неблагоприятного действия факторов полета и внешней среды. Тактико-технические характеристики современной авиационной техники вынуждают человека работать на пределе психофизиологических возможностей (Ступаков Г.П., Ушаков И.Б., 1993; Пономаренко В.А., 1993; Хоменко Н.Н. с соавт., 1993; Новиков В.С., 2001; Ушаков И.Б. с соавт. 2004). Действие экстремальных факторов полета, большие психофизиологические нагрузки, высокая интенсивность труда, сложные социально-бытовые условия и другие причины приводят к отрицательным функциональным сдвигам в организме летчика, увеличению числа ошибочных действий, к развитию утомления и переутомления.

Целым рядом авторов (Новиков В.С., Горанчук В.В., 1994; Боченков А.А., Благинин А.А., 1994; Благинин А.А., 1997, 2005 и др.) было показано, что при использовании современных методик диагностики у авиационных специалистов выявляются разнообразные нарушения, не позволяющие отнести этих лиц к какой-либо из двух ныне принятых групп — здоровым или больным, поэтому было обосновано выделение пограничных функциональных состояний.

ПФС могут сопровождаться ухудшением качества выполняемой деятельности (Новиков В.С., Горанчук В.В., 1994), а также приводить к снижению профессиональной работоспособности (Вахов В.П., Лопушанская Н.А., Кулиш И.С., 1997; Лустин С.И. с соавт., 1995; Пономаренко В.А., 1993).

Поскольку труд летчика — это высокоинтеллектуальный сложный вид операторской деятельности, для которого характерны работа в условиях дефицита времени, большой объем и высокая динамичность поступающей информации, насыщенность нестандартными ситуациями, высокое нервно-эмоциональное напряжение (Козлов В.П., 1997; Лустин С.И. с соавт., 1995) особое значение приобретают исследования умственной работоспособности.

До настоящего времени весьма актуальной остается разработка способов повышения умственной работоспособности человека, в том числе при выполнении умственной работы в экстремальных

режимах и условиях труда. В повседневной и боевой деятельности авиационных специалистов возможность успешного выполнения поставленной задачи и высокая военно-профессиональная работоспособность базируются на принципе сохранения и повышения функциональных резервов организма.

В работах С.И.Лустина (1994), И.Н.Чернякова, А.А.Шишова (1997) показана высокая эффективность адаптации к гипоксической гипоксии для коррекции измененного функционального состояния организма летчиков. В результате гипобарической гипоксической тренировки повышается неспецифическая резистентность и в значительной мере расширяются физиологические резервы организма. Именно это определяет высокий интерес к методике гипоксической тренировки, т.к., исходя из концепции профессионального здоровья, психофизиологические резервы выступают «истинным потенциалом высокой профессиональной активности летного состава» (Пономаренко В.А., 1993).

Высокая эффективность адаптации к гипоксии для коррекции функционального состояния организма, необходимость дальнейших исследований по расширению сферы возможного применения гипоксической тренировки в практике авиационной медицины, эффективность ее использования для повышения профессиональной работоспособности у летного состава с пограничными функциональными состояниями послужили основанием, определившим направление исследований в нашей работе.

Прежде всего было исследовано влияние нормобарической гипоксической тренировки на умственную работоспособность авиационных специалистов с пограничными функциональными состояниями. Подобные исследования проводились рядом авторов (Лагошняк А.Р., 1999; Горанчук с соавт., 2003; Благинин А.А., 2005; и др.), но они касались или операторов командно-измерительного комплекса, чей труд отличается от деятельности летного состава, или здоровых и больных людей, или использовался метод барокамерной гипоксической тренировки.

Большое значение имеет установленный в наших исследованиях факт эффективности НГТ в целях коррекции умственной работоспособности авиационных специалистов с изменениями функционального состояния организма на уровне пограничных и в частности вегетативных дисфункций, которые наиболее часто

встречаются у летчиков (Благинин А.А., 1998). Согласно современным представлениям (Вейн А.М. с соавт., 1981) их следует относить к нарушениям адаптации или дисрегуляторным висцеропатиям. В их формировании большую роль играют хронические и острые психоэмоциональные воздействия, физическое перенапряжение, несоразмерность режима труда и отдыха, влияние внешней среды и др. Неблагоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему этих факторов реализуется через вегетативную нервную систему, при этом появляется преобладание влияния симпатического или парасимпатического отделов в сочетании с нарушением обмена катехоламинов.

Учитывая, что коррекция пограничных функциональных состояний представляет нелегкую задачу, положительные результаты, полученные в нашей работе, позволяют рассматривать НГТ как перспективный метод повышения операторской работоспособности. Анализ литературных данных показывает, что адаптация к гипоксии закономерно приводит к развитию в регуляторных системах положительных изменений (Nordahl S.H. et al., 1998). Снижается активность парасимпатической нервной системы и активность функций щитовидной железы (Красновская И.А., 1974). Нормализуется обмен катехоламинов (Меерсон Ф.З., 1993). Увеличивается мощность и, одновременно, экономичность функционирования сердечно-сосудистой и дыхательных систем, нормализуется кислотно-щелочное равновесие (Малкин В.Б., Гиппенрейтер Е.Б., 1977, Katayama K. et al., 1998). Одновременно с этим, как показывают наши исследования, повышается самооценка состояния, происходит улучшение когнитивных психических функций, психофизиологических показателей умственной работоспособности.

Для оценки эффективности гипоксической тренировки при коррекции умственной работоспособности были выбраны сложные тесты, позволяющие оценить внимание, память и мышление. Оценка состояния когнитивных процессов осуществлялась (при многократных замерах) как по средним значениям, так и для характеристики разных аспектов функционирования сенсорных систем по индивидуальной вариабельности показателей, диагностическая ценность которых была показана в работах Горанчука с соавторами (2003), Н.И.Саповой с соавторами (1999).

Динамика показателей теста УС свидетельствует о значительном положительном влиянии НГТ на умственную работоспособность. При этом она повышается не только в нормоксических условиях, но и в гипоксических. Значимые изменения касаются безошибочности умственной работы. Причем наиболее существенно она повышается у лиц с исходно средним и высоким уровнем интегрального показателя успешности. Вероятным механизмом выявленного феномена является увеличение структурно-функциональных возможностей нейронов и оптимизации снабжения их кислородом (Леутин В.П., Николаева Н.И., 1988; Leiffen D., et al., 1977).

Регрессионный анализ показывает, что после НГТ у здоровых лиц число ошибок не только меньше, чем в контрольной группе, но и имеет тенденцию к сокращению после 10 сеансов НГТ даже в условиях гипоксии при малых отличиях в производительности работы. Чем больше продолжительность НГТ, тем существеннее различия интегрального показателя успешности по сравнению с таковыми у лиц контрольной группы.

В группе с пограничными функциональными состояниями число ошибок сокращается уже после 5 дней гипоксической тренировки при таком же, как в контрольной группе, небольшом увеличении числа решенных примеров. Доля ошибок у испытуемых с ПФС весьма незначительна и сокращается с увеличением длительности НГТ. Интегральный показатель успешности имеет тенденцию к прогрессирующему росту с увеличением числа сеансов НГТ.

Исследование умственной работоспособности по результатам выполнения теста на логическое мышление («Установление закономерностей») показало, что в результате гипоксической тренировки она повышается в основном за счет уменьшения количества ошибок. Положительная динамика выполнения теста в процессе НГТ характерна как для здоровых лиц, так и для группы с пограничными функциональными состояниями.

В целом сила влияния фактора гипоксической тренировки более существенна в группе с пограничными состояниями (32,6%), тогда как в группе здоровых лиц составляет 18,2%.

Оценка переключаемости и устойчивости внимания, оперативной памяти (методика «Черно-красные таблицы») выявила,

что интегральный показатель успешности у здоровых лиц увеличился к 15 дню НГТ на 25%. Поскольку этот показатель у испытуемых с ПФС изначально был высоким, его динамика была незначительна, однако доля ошибок у них сократилась на 73%.

Обобщенная оценка умственной работоспособности по всем трем рассмотренным тестам свидетельствует о существенном достоверном увеличении умственной работоспособности и у здоровых лиц, и в группе с пограничными функциональными состояниями.

Умственная работоспособность зависит как от функционального состояния организма человека, так и от его личностных качеств, от мотивов деятельности, от предшествующего опыта, от наличия помех при работе. Считается, что умственная работа сама по себе не вызывает существенных изменений физиологических показателей (Сапова Н.И., Павлова Т.А., 1983; Горанчук В.В. с соавт., 2003). Она «обеспечивается», главным образом, перераспределением кровотока преимущественно в коре головного мозга, а вегетативные реакции обусловлены эмоциями, сопровождающими умственную деятельность.

Хорошо известно, что умственная работоспособность в экстремальных условиях, в том числе при гипоксии, ухудшается, а ее вегетативное (энергетическое) обеспечение возрастает (Ward M., 1975). Однако гипоксия как функциональное состояние организма человека повсеместно встречается в процессе жизнедеятельности и ее тренирующий и оздоравливающий эффект можно использовать в интересах практической медицины.

Очевидным проявлением оздоравливающего действия НГТ является повышение испытуемыми самооценки состояния. До начала курса НГТ лица с ПФС предъявляли жалобы на слабость, быструю утомляемость, сонливость, тяжесть в голове, неприятные ощущения в области сердца, сердцебиение. К середине курса число жалоб уменьшилось в 2 раза, а в конце подобные жалобы отсутствовали. У здоровых лиц до начала курса НГТ подобных жалоб практически не было.

Однако в середине курса НГТ у всех обследуемых определяется период ухудшения самочувствия, обусловленный, вероятно, увеличением «дозы» тренирующего фактора. К концу курса НГТ показатели самооценки состояния не только достигают, но и

превышают исходный уровень. Особо следует подчеркнуть повышение самооценки работоспособности и мышления, а также снижение оценки утомления в конце этого курса.

Следующей задачей работы стояло исследование динамики психофизиологических показателей в процессе гипоксической тренировки у лиц с нормальными и пограничными функциональными состояниями.

Оценку состояния сенсомоторных качеств проводили с целью выявления возможных положительных эффектов гипоксической тренировки на подвижность и координированность нервных процессов в высших отделах зрительного, слухового и проприоцептивного анализаторов.

Давно известно, что в начальный период адаптации к условиям гор, начиная с высоты 2500 м (15,5% кислорода), снижается интеллектуальная работоспособность. При этом отмечается ухудшение памяти, внимания, способности к логическому мышлению. Однако по мере развития адаптации к гипоксии умственная работоспособность становится такой же, как и до подъема в горы, что связывают с восстановлением баланса основных нервных процессов. Однако на высотах более 5000—5500 м (менее 11% кислорода) полного восстановления умственной работоспособности не происходит. При острой гипоксии (подъемах в барокамере на высоту 5000—6000 м) также обнаруживаются признаки ухудшения умственной работоспособности и снижения подвижности нервных процессов (Малкин В.Б., Гиппенрейтер Е.Б., 1977).

В результате применения метода нормобарической гипоксической тренировки выявлено улучшение функционирования анализаторных систем исследуемых. Об этом свидетельствует оптимизация восприятия пятисекундных временных интервалов здоровыми и лицами с ПФС, нормализация баланса процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Причем если у здоровых динамика средних величин происходила без изменения их индивидуальной вариабельности, то у лиц с ПФС исходная индивидуальная вариабельность воспроизведения временных отрезков была почти в 3 раза больше, чем у здоровых, но к концу курса НГТ снижалась до уровня, характерного для здоровых лиц.

Критическая частота слияния световых мельканий в начальном периоде адаптации к гипоксии закономерно имела выраженную тенденцию к уменьшению к 5-му сеансу с дальнейшим восстановлением исходного уровня показателя при снижении его индивидуальной вариабельности к концу курса НГТ.

КЧСМ у группы с ПФС при фоновом обследовании была значительно меньше, чем у здоровых, что очевидно связано с наличием у них вегетативных расстройств. После курса НГТ показатель достоверно улучшился, сократилась и его вариабельность.

Уменьшились латентный период простой сенсомоторной реакции, величины отклонений алгебраической и средней арифметической и числа запаздывающих ответов при выполнении теста РДО у всех обследованных.

Динамика обобщенного показателя успешности выполнения психофизиологических методик отражает процесс формирования адаптивных изменений в ЦНС. К середине курса наблюдается его ухудшение, а к концу — улучшение в обеих группах.

Динамика обобщенного показателя индивидуальной вариабельности психофизических показателей указывает на возрастание уравновешенности основных нервных процессов в ЦНС. Однако если у здоровых лиц он постоянно был в пределах норматива, то в группе с ПФС его исходная величина оказалась весьма значительной и превышала нормативные значения в среднем на 0,50 усл. ед., но уже с середины курса НГТ этот показатель сокращался почти в 2 раза.

Полученные результаты нашли подтверждение и при дисперсионном анализе, который показал, что основное влияние гипоксическая тренировка оказала на латентный период ПЗМР и долю преждевременных реакций РДО (18 и 16%). Наличие пограничных функциональных состояний определило значительный вклад в дисперсию показателя КЧСМ (18%). Гипоксическая тренировка также существенно влияет на вариабельность психофизиологических показателей (от 22 до 62%).

Таким образом, исследование психофизиологических показателей в процессе гипоксической тренировки выявило постепенное повышение функционального потенциала сенсорных систем. Важным представляется факт снижения вариабельности психофизиологических показателей, отражающий восстановление

уравновешенности процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Очевидно, вследствие указанных изменений существенно возрастают показатели когнитивных процессов, что проявляется улучшением качества мышления, памяти, внимания. В результате увеличивается производительность и безошибочность умственной работы.

Другим важным результатом работы является оценка эффективности гипоксической тренировки для повышения переносимости таких факторов полета, как шум и статокINETические воздействия.

Анализ литературных источников показал, что адаптация гипобарической гипоксии (Лустин С.И., 1994), к интервальной гипоксической тренировке (Чернякова И.Н., Шишова А.А. и Оленева Н.И., 1997), периодической гипоксической тренировке (Горанчук В.В. с соавт., 2003) повышает устойчивость организма человека к некоторым факторам полета. Причем С.И.Лустиним (1994) отмечено, что сформировавшееся в процессе адаптации к гипоксии новое функциональное состояние в большей или в меньшей степени охватывает все органы и ткани организма и обеспечивает повышение резистентности ко многим другим факторам.

Эффективность применения нормобарической гипоксической тренировки для повышения переносимости авиационного шума у лиц с ПФС исследовалась при моделировании операторской деятельности на тренажере ДКС и аппарате «Физиолог-М» в условиях 2-часового воздействия широкополосного шума интенсивностью 100 ± 5 дБА до и после курса НГТ. Интенсивность шумового воздействия была выбрана эквивалентной среднему уровню шума в кабине отечественного летательного аппарата (Ушакова И.Б. с соавт., 2006).

В процессе выполнения операторской деятельности на фоне шумового воздействия до гипоксической тренировки у обследуемых наблюдалось ее ухудшение, что вероятно связано с его раздражающим действием на высшие отделы ЦНС (Суворов Г.А. с соавт., 1986). Это проявилось к концу работы в увеличении интегральной ошибки на 16%, снижении пропускной способности зрительного анализатора на 14%. Ухудшение качества операторской деятельности сопровождалось напряжением физиологических

функций (увеличение на 5% ЧСС, на 4% — ЧД и на 13% — МОД). Соответственно повышался и индекс напряженности, рассчитываемый по этим показателям, на 9%. По результатам точной аудиометрии после окончания воздействия шума отмечалось повышение порога восприятия тона в диапазоне от 500 до 6000 Гц на 18—71%. Это согласуется с данными, полученными И.В.Синькевичем (1998) в аналогичных условиях.

После курса НГТ расширение функциональных резервов организма повлияло и на качество следящей и сложной сенсомоторной деятельности операторов в условиях авиационного шума. После курса гипоксической тренировки наблюдается уменьшение количества ошибок слежения, возрастание пропускной способности зрительного анализатора (эти показатели оказались достоверно почти в 2 раза лучше, чем в аналогичных условиях до курса НГТ), снижается физиологическая «цена» операторской деятельности. Проведение курса НГТ положительно сказывается на функциональном состоянии слухового анализатора, что проявляется в уменьшении выраженности изменений порога восприятия тона в речевом диапазоне. Как пишет В.В.Горанчук с соавторами (2003), базируясь также на работах Р.Клинке (1984), гипоксическая тренировка существенно повышает уровень функционирования слухового анализатора, видимо, за счет перестройки кровоснабжения кортиева органа и нейронов слухового пути.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют заключить, что повышение функциональных возможностей организма, развивающееся в результате гипоксической тренировки, оказывает положительное влияние на переносимость авиационного шума у лиц с ПФС.

Другим важным неблагоприятным фактором полета на современной авиационной технике являются статокINETические воздействия. Они связаны со сложными вращательными движениями летательных аппаратов в пространстве и, как следствие этого, влиянием на летчика механических сил (угловых, линейных, центростремительных ускорений и ускорений Кориолиса), которые оказывают воздействие на вестибулярный аппарат и ряд других гравитационно-зависимых органов и систем организма, воспринимающих пространство и осуществляющих функцию равновесия тела. Повышение статокINETической устойчивости является

ся одной из актуальных проблем современной авиационной медицины.

С целью определения эффективности гипоксической тренировки для повышения переносимости статокINETических воздействий была отобрана группа из 25 человек, у которых наблюдались вестибуловегетативные реакции III степени (тошнота, холодный пот, тахикардия, рвота), развивающиеся при пробе ПКУК. Эти лица были разделены на контрольную (12 человек) и опытную (13 человек) группы. В контрольной группе вместо курса НГТ проводилось 15 «ложных» сеансов НГТ.

В процессе курса НГТ все обследуемые основной группы отмечали, что у них повысилась активность и общий тонус организма, улучшились самочувствие и настроение. После курса НГТ время переносимости пробы ПКУК достоверно возросло в 2,7 раза по сравнению с фоновыми данными, продолжительность нистагма уменьшилась на 51% на фоне незначительного увеличения его частоты и амплитуды. 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. Это согласуется с данными, полученными С.И.Лустиным (1994) при барокамерной гипоксической тренировке.

Пропускная способность зрительного анализатора у лиц основной группы после пробы ПКУК не ухудшалась по завершению курса НГТ, тогда как в контрольной группе снижалась на 18—40%.

Результаты исследования, свидетельствующие о положительном влиянии НГТ на вестибулярную устойчивость человека, согласуются с данными В.Б.Малкина с соавторами (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. В нашем исследовании повышение устойчивости при НГТ достигалась за более короткое время.

Возникающие в полете ускорения воспринимаются всеми механорецепторами организма: отолитовыми и купулярными, проприо-, интерорецепторами, 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., 1970; Лапаев Э.В., Воробьев О.А., 1986), возникают элементы так называемого сенсорного конфликта, при котором представление о динамике перемещения в воздушной среде не соответствует сформированной в земных условиях нервной модели. Прежде всего специалисты уделяют внимание нарушению зрительно-вестибулярных взаимодействий (Reason J.T., 1976). Предрасположенность к укачиванию зависит от уровня возбудимости вестибулярного анализатора, от состояния вегетативных центров, особенностей индукционных корково-подкорковых взаимоотношений (Хилов К.Л., 1969). Развитию воздушной болезни способствует воздействие на организм неблагоприятных внешних факторов, таких как гипоксия, шум, высокая температура, резкие запахи и др.

Существует 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.

Результаты нашего исследования, в сопоставлении с имеющимися литературными данными, позволяют рекомендовать НГТ в качестве методики, входящей в программу психофизиологической подготовки летного состава высокоманевренных самолетов и тренировки летчиков с низкой устойчивостью к статокINETическим воздействиям.

Существует необходимость дальнейшего проведения исследования по изучению физиологических механизмов положительных эффектов нормобарической гипоксии. К важным направлениям дальнейших исследований следует отнести изучение комбинированного

действия гипоксической тренировки и ряда химических и физических воздействий. Такие комбинации, по нашему мнению, могут оказаться весьма эффективными.

Кроме летного состава, есть немалый круг специалистов, подверженных стрессорному воздействию факторов внешней среды. К этой категории лиц относятся космонавты, моряки, подводники, операторы различного профиля и многие другие. Несомненно целесообразность проведения исследований по использованию методов НГТ для коррекции функционального состояния организма этих специалистов, поддержания у них высокой работоспособности и продления профессионального долголетия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеменова Г.Д., Воляник М.Н., Твердохлиб В.П. Клиническая оценка показателей липидного обмена у детей, больных бронхиальной астмой, при адаптации к периодическому действию гипоксии в условиях барокамеры // *Hypoxia Medical J.* 1996. № 2. Р. 98.
2. Алешин И.А. Адаптация к периодической барокамерной гипоксии при лечении больных гипертонической болезнью // *Hypoxia Medical J.* 1994. № 2. Р. 71.
3. Альбицкий П.М. О влиянии кислородного голодания на азотистый обмен веществ в животном организме: Дис. ... д-ра медицины. СПб., 1884. 119 с.
4. Армстронг Г. Авиационная медицина / Пер. с англ. М., 1954. 552 с.
5. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М., 1979. 295 с.
6. Баевский Р.М. Состояние и перспективы развития проблемы прогнозирования адаптационных возможностей здорового человека // Проблемы оценки и прогнозирования функциональных состояний организма в прикладной физиологии. Фрунзе, 1988. С. 16—18.
7. Барбашова З.И. Акклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы. М.; Л., 1960. 216 с.
8. Березовский В.А., Бойко К.А., Клименко К.С. и др. Гипоксия и индивидуальные особенности реактивности. Киев, 1978. 215 с.
9. Бехтерев В.М. Психопатия (психонервная, раздражительная слабость) и ее отношение к вопросу о вменянии. Казань, 1886. 31 с.
10. Бизюк А.П., Рябинин И.Ф. Психическая адаптация на полярных станциях // Биол. пробл. Севера. Кировск, 1979. С. 212—213.
11. Благинин А.А. Психофизиологическое обеспечение надежности профессиональной деятельности операторов сложных эргатических систем: Дис. ... д-ра психол. наук. СПб., 2005. 350 с.
12. Благинин А.А., Торчило В.В. Математические методы в психологии и педагогике: Учеб. пособие. СПб., 2006. 84 с.
13. Благинин А.А. Физиологическое обоснование системы повышения профессиональной работоспособности специалистов управления космическими аппаратами: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1997. 436 с.
14. Благинин А.А., Точило В.В., Жильцова И.И., Благинина Е.А. Динамика физиологических и психофизиологических показателей организма при гипоксической тренировке // Актуальные вопросы взаимодействия медицинских служб вооруженных сил в условиях современных вызовов и угроз: Сб. науч. трудов. Светлогорск, 2009. С. 38—41.
15. Благинина Е.А. Психофизиологические особенности специалистов авиакосмического профиля с функциональными расстройствами

вегетативной нервной системы и их коррекция методом гипоксической тренировки: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2011. 112 с.

16. Богомолов А.Ф. Динамика содержания и синтеза нуклеиновых кислот и белков в легких при адаптации к гипоксии // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 1975. № 3. С. 33—35.

17. Бодров В.А. Методы и средства повышения работоспособности летного состава // Воен.-мед. журнал. 1983. № 11. С. 40—44.

18. 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. науч. тр. СПб., 1994. С. 94—97.

19. Бресткин М.П., Пономаренко В.А. Функции организма в условиях измененной газовой среды. Л., 1964. 265 с.

20. Бугров С.А. Медико-психологические вопросы обеспечения безопасности полетов в современных условиях // Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1987. Т. 21. № 5. С. 4—9.

21. Васильев П.В., Малкин В.Б., Воложин А.И. и др. Влияние измененной газовой среды на некоторые физиологические эффекты длительной гипокинезии // Вестн. АМН СССР. 1971. № 9. С. 78—83.

22. Вахов В.П., Лопушанская Н.А., Кулиш И.С. Использование анализа преморбидных особенностей сотрудников органов внутренних дел для прогноза психического реагирования в экстремальных ситуациях // Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения учебно-боевой деятельности личного состава Вооруженных Сил. М., 1997. С. 48—49.

23. Вейн А.М. Синдром вегетативной дистонии // Журнал невропатологии и психиатрии. 1989. Т. 89. Вып. 10. С. 13—19.

24. Вейн А.М., Соловьева А.Д., Колосова О.А. Вегетосудистая дистония. М., 1981. 318 с.

25. Владимиров Г.Е., Горюхина Т.А. Дальнейшие материалы к вопросу об использовании пребывания в горах для целей высотной тренировки летчиков // Кислородное голодание и борьба с ним: Вопросы патогенеза, тренировки и питания. Л., 1940. С. 153—161.

26. Вогралик В.Г. Клинические лекции по внутренним болезням. Горький, 1964. 743 с.

27. 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—29.

28. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. 2-е изд., доп. Ростов н/Д, 1979. 126 с.

29. Ганнушкин П.Б. Постановка вопроса о границах душевного здоровья // Современная психиатрия. 1908. № 2. С. 49—61.
30. Геппе Н.А., Урбах В.А., Даирова Р.А. Состояние иммунитета у детей с астмой, леченных методом нормобарической гипоксической стимуляции // Нурохиа Medical J. 1994. № 2. Р. 60.
31. Горфинкель Э.И., Келейников И.К. Ранняя диагностика психической дезадаптации малых групп // Вопросы психической адаптации. Новосибирск, 1974. С. 125—139.
32. Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. Гипокситерапия. СПб., 2003. 535 с.
33. Граве П.С., Шнейдман М.Р. Реактивные состояния в психиатрии с позиции теории адаптации // Адаптивные системы. Рига, 1972. Т. 1. С. 34—38.
34. Гурвич Г.И. О приспособительных реакциях в условиях кислородной недостаточности: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1961. 34 с.
35. Денисова Н.С., Тиньков А.Н., Алешин И.А. Вегетативная регуляция сердечной деятельности у больных постинфарктным кардиосклерозом в процессе адаптации к барокамерной гипоксии // Нурохиа Medical J. 1996. № 2. Р. 102—103.
36. Деряпа Н.Р., Хаснулин В.И. Принципы донозологической (профилактической) диспансеризации населения // Современные аспекты физиологии, адаптации и патологии. Новосибирск, 1979. С. 5—12.
37. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Стронгина О.М., Шарай В.Б. Психологический тест «САН» применительно к исследованиям в области физиологии труда // Гигиена труда. 1975. № 5. С. 28—32.
38. Драгузя М.Д., Копанев В.И., Лустин С.И. Функциональное состояние и работоспособность человека при дыхании кислородом и гипоксическими смесями под избыточным давлением // Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1984. Т. 18. № 3. С. 57—60.
39. Егоров В.А., Соколов В.А., Францен Б.С. Методы медицинского контроля за психофизиологическим состоянием летчика с помощью системы «Физиолог-М» при тренировках на пилотажном тренажере. Л., 1981. 49 с.
40. Егоров П.И. Влияние высотных полетов на организм летчика. М., 1937. 177 с.
41. Жильцова И.И., Кагарлицкий А.Н., Калтыгин М.В., Благинина Е.А. Оценка эффективности нормобарической гипоксической тренировки для обеспечения высокой работоспособности авиационных специалистов // Материалы VII Международного конгресса «Человек в экстремальных условиях: клинико-физиологические, психологические, санитарно-эпидемиологические проблемы профессиональной деятельности». М., 2010. С. 293—294.

42. Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К. Методы исследования в физиологии труда. Л., 1991. 110 с.
43. Зинкин В.Н., Шешегов П.М. Проблемы экспертизы воздействия высокоинтенсивного авиационного шума на специалистов военно-воздушных сил // Воен.-мед. журнал. 2012. № 1. С. 45—50.
44. Иванов Д.И. Использование барокамеры во врачебно-лётной экспертизе // Воен.-мед. журнал. 1948. № 10. С. 52.
45. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск, 1980. 191 с.
46. Калтыгин М.В. Эффективность сочетанного использования гипоксической тренировки, электроимпульсной нейрорегуляции и музыкального кондиционирования для коррекции функционального состояния организма операторов авиационного профиля: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2007. 134 с.
47. Караш Ю.М., Стрелков Р.Б., Чижов А.Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактике и реабилитации. М., 1988. 351 с.
48. Карташевский Е.А. О влиянии недостатка кислорода на обмен веществ и теплопроизводство в живом организме // Изв. Воен.-мед. акад. 1904. Т. 8. № 5. С. 259—268.
49. Киколов А.И. Умственный труд и эмоции. М., 1978. 368 с.
50. Китаев-Смык Л.А. Психология стресса. М., 1983. 368 с.
51. Клинке Р. Физиология слуха // Основы сенсорной физиологии. М., 1984. С. 198—223.
52. Корсаков С.С. Курс психиатрии. М., 1913. 437 с.
53. Коваленко Е.А., Черняков И.Н. Кислород тканей при экстремальных факторах полета. М., 1972. 263 с.
54. 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.
55. Колчинская А.З. Недостаток кислорода и возраст. Киев, 1964. 336 с.
56. Копанев В.И. Скрытая форма укачивания // Воен.-мед. журнал. 1970. № 10. С. 62—64.
57. Красновская И.А. Изменения гипоталамо-гипофизарной нейроэндокринной системы крыс в условиях длительной гипоксии // Пробл. эндокринологии. 1974. Т. 20. № 2. С. 53—57.
58. Кулагин В.К., Петленко В.П., Царегородцев Г.И. Диалектика нормы и патологии // Тез. докл. XVIII Всесоюз. съезда терапевтов. М., 1981. Ч. 1. С. 56—59.
59. Кулешов В.И., Охотников С.В., Шевченко С.Б. Актуальные проблемы баротерапии // Материалы V Всеарм. науч.-практ. конф.

с международным участием «Баротерапия в комплексном лечении и реабилитации раненых, больных и пораженных — 2003». СПб., 2003. С. 24—28.

60. Курашвили А.Е., Бабияк В.И. Физиологические функции вестибулярной системы. Л., 1975. 279 с.

61. Курашвили А.Е., Бабияк В.И. Электронистагмография. Методика, техника и принципы применения. Л., 1970. 95 с.

62. Лагошняк А.Р. Эффективность сочетанного использования методов коррекции пограничных функциональных состояний операторов авиакосмического профиля: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1999. 152 с.

63. Латышкевич Л.А., Закусило М.П., Савченко Ж.П. Интервальная гипоксическая тренировка волейболистов // *Nuroxia Medical J.* 1994. № 2. P. 58—59.

64. Левшин И.В. Принципы выбора режимов гипоксического воздействия в спорте // Материалы VII Всеарм. науч.-практ. конф. с международным участием «Баротерапия в комплексном лечении и реабилитации раненых, больных и пораженных — 2009». СПб., 2009. С. 105.

65. Леонова А.Б. Психологическая саморегуляция и профилактика неблагоприятных функциональных состояний // *Психол. журнал.* 1988. Т. 9. № 3. С. 43—52.

66. Леутин В.П., Николаева Е.И. Психофизиологические механизмы адаптации и функциональная асимметрия мозга. Новосибирск, 1988. 192 с.

67. Лобзин В.С. Клинико-патогенетические варианты физиогенных астений // IV Всерос. съезд невропатологов и психиатров. М., 1980. Т. 1. С. 244—246.

68. Ломов Б.Ф. Психологические проблемы деятельности в особых условиях. М., 1985. 231 с.

69. Лопаев Э.В., Накапкин О.А., Воробьев О.А. К оценке вестибулярной функции у летного состава с хроническими заболеваниями в период стойкой ремиссии // *Воен.-мед. журнал.* 1982. № 5. С. 44—46.

70. 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.

71. Лустин С.И. Физиологическое обоснование повышения устойчивости к гипоксии для коррекции функционального состояния организма: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1994. 345 с.

72. 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., 1995. С. 242—243.

73. Малкин В.Б., Гиппенрейтер Е.Б. Острая и хроническая гипоксия. М., 1977. 319 с.
74. Малкин В.Б., Юхновский Г.Д., Маркарян С.С. Влияние адаптации к высокогорью на устойчивость человека к острой гипоксии, высокой температуре и вестибулярным раздражителям // Проблемы космической биологии. М., 1968. Т. 8. С. 57—65.
75. Манаенкова А.М. Методические подходы к выявлению и оценке ранних признаков неблагоприятного влияния профессиональных факторов на здоровье // Гигиена труда и проф. заболевания. 1988. № 10. С. 1—5.
76. Маршак М.Е. Дыхание при пониженном барометрическом давлении // Авиационная медицина. М., 1953. С. 31—45.
77. Медведев В.И. Функциональные состояния головного мозга человека // Механизмы деятельности человека. Л., 1988. С. 300—357.
78. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М., 1993. 331 с.
79. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М., 1981. 278 с.
80. Меерсон Ф.З., Твердохлиб В.П., Боев В.М., Фролов Б.А. Адаптация к периодической гипоксии в терапии и профилактике. М., 1989. 70 с.
81. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем: Десятый пересмотр: В 3 т. / ВОЗ. Женева, 1995.
82. Менделевич Д.М., Яхин К.К. Некоторые актуальные проблемы пограничной психиатрии на современном этапе // Реабилитация в психиатрии на современном этапе. Горький, 1986. С. 51—57.
83. Методы исследования в физиологии военного труда. Руководство / Под ред. В.С.Новикова. М., 1993. 239 с.
84. Милованова Г.Б. Оценка надежности штатной деятельности // Методич. и технич. обесп. эксперимента. М., 1993. С. 47—51.
85. Миролубов А.В. Использование искусственных функциональных связей мозга для регуляции психофизиологического состояния человека: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб, 1996. 29 с.
86. Миролубов В.Г. Кровообращение на высоте // Авиационная медицина. М.; Л., 1941. С. 42.
87. Миррахимов М.М. Лечение внутренних болезней горным климатом. Л., 1977. 208 с.
88. Миррахимов М.М., Гольдберг П.Н. Горная медицина. Фрунзе, 1978. 182 с.
89. Миррахимов М.М., Успенская Е.П., Федосеев Г.Б. Бронхиальная астма и ее лечение гипобарической гипоксией. Л., 1983. 197 с.
90. Молчанов Н.С. Кислородная терапия при заболеваниях легких // Советский врачебный журнал. 1940. № 5. С. 14.

91. Нечипоренко В.В., Литвинцев С.В. Задачи по сохранению и укреплению психического здоровья военнослужащих // Воен.-мед. журнал. 1996. № 3. С. 11—15.
92. Новиков В.С. Принципы оценки и прогнозирования донологических состояний организма // Проблемы донологической гигиенической диагностики. Л., 1989. С. 43—44.
93. Новиков В.С., Горанчук В.В. Психофизиологическая характеристика и коррекция экстремальных состояний информационно-семантического генеза // Воен.-мед. журнал. 1994. № 9. С. 53—58.
94. Новиков В.С., Ушаков И.Б. Сохранение работоспособности летного состава // Физиология летного труда: Учебник. СПб., 1997. С. 282—306.
95. Новиков В.С., Чепрасов В.Ю. Функциональные состояния летчика. СПб., 1993. 48 с.
96. Новиков В.С., Шустов Е.Б., Горанчук В.В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб., 1998. 544 с.
97. Новиков В.С., Шустов Е.Б., Благинин А.А., Горанчук В.В., Сапова Н.И. Способы оптимизации функционального состояния и работоспособности человека в экстремальных и субэкстремальных условиях. СПб., 2001. 36 с.
98. Облапенко П.В. О роли рефлексов с верхних дыхательных путей в реакциях дыхания и кровообращения при повышении внутригрудного давления // Тр. Воен.-мед. акад. Л., 1962. Т. 136. С. 87—91.
99. Орбели Л.А. Нервная система при пониженном давлении // Сов. наука. 1940. № 10. С. 66—71.
100. Павленко С.Н. Об основных направлениях и путях развития современной медицины // Клинич. медицина. 1973. Т. 51. № 10. С. 3—9.
101. Панин А.Ф. Условнорефлекторные изменения обмена веществ у собак при дыхании воздухом с пониженным парциальным давлением кислорода // Тр. Воен.-мед. акад. Л., 1958. Т. 87. С. 161.
102. Панов А.Г., Команденко Н.И. Нейрофизиологические сдвиги при летных нагрузках // Психофизиологические и клинические методы динамического контроля за состоянием здоровья и работоспособностью летного состава. Л., 1974. С. 116.
103. Пашутин В.В. Лекции общей патологии (патологической физиологии). СПб., 1881. Ч. 2: Патология систем тела. Патология системы органов дыхания. С. 116—225.
104. Петров И.Р. Кислородное голодание головного мозга. Л., 1949. 211 с.
105. Пономаренко В.А. Близкие и далекие перспективы практических приложений науки авиационной медицины // Теоретические

и прикладные основы повышения устойчивости организма к факторам полета. СПб., 1993. С. 28—29.

106. Пономаренко В.А. Концепция профессионального здоровья и перспективы практики военной авиационной медицины // Воен.-мед. журнал. 2006. № 7. С. 63—66.

107. Пономаренко В.А. Размышления о здоровье. М., 2001. 420 с.

108. Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия: Учебник. СПб., 1998. 256 с.

109. Пшенникова М.Г. Адренергическая регуляция сердца при адаптации к высотной гипоксии и непрерывной большой нагрузке: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1980. 43 с.

110. Пшенникова М.Г. Роль опиоидных пептидов в реакции организма на стресс // Патол. физиология и эксперим. терапия. 1987. Вып. 3. С. 85—90.

111. Пшенникова М.Г., Кузнецова Б.А., Копылов Ю.Н. и др. Роль системы простагландинов в кардиопротекторном действии адаптации к гипоксии при стрессе // Кардиология. 1992. № 3. С. 61—64.

112. Раннее выявление профессиональных болезней / Пер. с англ. ВОЗ. М., 1988. 298 с.

113. Розенблюм Д.Е. Кислородная недостаточность организма на высотах и высотная болезнь // Авиационная медицина. М., 1953. С. 150.

114. Савченко С.В. Психофизиологическая коррекция психосоматических нарушений у военнослужащих: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2006. 40 с.

115. Сапов И.А. Некоторые физиологические и медицинские аспекты адаптации // Морской мед. журнал. 1998. № 6. С. 24—29.

116. Сапов И.А., Солодков А.С. Состояние функций организма и работоспособность моряков. Л., 1980. 192 с.

117. Сапова Н.И., Павлова Т.А. Динамика психофизиологических и сердечно-сосудистых показателей при работе в режиме ожидания и слежения // Физиология человека. 1981. Т. 7. № 1. С. 86—80.

118. Сапова Н.И., Советов В.И. Результаты использования новой методики устного счета у здоровых и больных // Морской мед. журнал. 1999. Т. 6. № 1. С. 14—16.

119. Семичов С.Б. Концепция предболезни в клинической психиатрии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1982. 42 с.

120. Сеченов И.М. К вопросу о дыхании разреженным воздухом // Врач. 1880. Т. 1. № 21. С. 423—425; № 22. С. 357—358.

121. Сидоров О.Ю. Изменение возбудимости и лабильности оптического анализатора в условиях пониженного барометрического давления: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1958. 17 с.

122. Синькевич И.В. Применение гипо- и нормобарической гипоксии для коррекции функционального состояния организма операторов авиационного профиля: Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1998. 132 с.
123. Сиротинин Н.Н. Влияние адаптации к гипоксии и акклиматизации к высокогорному климату на устойчивость животных к некоторым экстремальным воздействиям // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 1964. № 5. С. 12—15.
124. Сиротинин Н.Н. Влияние гипер- и гипоксии на резистентность организма к *Clostr. Welchii* // Архив патологии. 1947. Т. 3. Вып. 1. С. 44—47.
125. Сиротинин Н.Н. Жизнь на высотах и болезнь высоты. Киев, 1939. 226 с.
126. Сиротинин Н.Н. О лечебном и профилактическом действии высокогорного климата // Труды конф. по высокогорью и холодовой травме. Фрунзе, 1962. С. 3—10.
127. Сиротинин Н.Н. Об акклиматизации и тренировке спортсменов в условиях высокогорья // Акклиматизация и тренировка спортсменов в горной местности. Алма-Ата, 1965. С. 81—83.
128. Сиротинин Н.Н. Эволюция резистентности и реактивности организма. М., 1981. 235 с.
129. Сиротинин Н.Н., Антоненко В.Т., Романова А.Ф. и др. Влияние высокогорья на гематологические показатели больных хроническим лейкозом // Врачебное дело. 1973. № 7. С. 40—42.
130. Снежневский А.В. Шизофрения (мультидисциплинарное исследование). М., 1972. С. 5—15.
131. Спивак Л.И. О некоторых факторах повышенного риска возникновения неврозов // Тез. докл. IV Всерос. съезда невропатологов и психиатров. М., 1980. Т. 1. С. 347—349.
132. Стрельцов В.В. К вопросу о влиянии пониженного барометрического давления на организм // Воен.-сан. дело. 1933. № 5. С. 11—17.
133. Стручков П.В., Виницкая Р.С., Александров О.В. Проблемы гипокситерапии в пульмонологической практике // *Nuroxia Medical J.* 1994. № 2. Р. 61—62.
134. Стукалова Л.И., Алексеева Ю.Н., Жизяковский В.М. К вопросу о субклинических нервно-психических расстройствах // Тез. докл. IV Всерос. съезда невропатологов и психиатров. М., 1980. Т. 1. С. 244—246.
135. Ступаков Г.П., Ушаков И.Б. Концепция каскадного повышения устойчивости организма к действию факторов полета // Теоретические и прикладные основы повышения устойчивости организма к факторам полета. СПб., 1993. С. 96—97.

136. Суворов Г.А., Брюкнер К., Мюллер В. и др. Влияние на некоторые физиологические функции организма непостоянных шумов различных временных структур // Гигиена труда и проф. заболевания. 1986. № 4. С. 1—5.
137. Телешевская М.Э. Неврастения. Киев, 1988. 168 с.
138. Тигранян П.А., Вакулина О.П. Содержание опиоидных пептидов в тканях крыс при длительном ограничении двигательной активности // Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1984. Т. 18. № 6. С. 83—85.
139. Тополянский В.Д., Струковская М.В. Психосоматические расстройства. М., 1986. 384 с.
140. Торчило В.В. Оценка и прогнозирование эффективности гипобарической гипоксии для оптимизации работоспособности операторов авиационного профиля: Дис. ... канд. мед. наук. СПб, 2001. 137 с.
141. Усов И.Н. Пограничные состояния и предрасположенность к заболеваниям у детей // Педиатрия. 1983. № 8. С. 69—71.
142. Ушаков И.Б. Манифест экологии человека опасных профессий: Оценка риска и охрана здоровья // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. 2000. № 6. С. 3—7.
143. Ушаков И.Б., Богомолов Л.А., Гридин Ю.А., Кукушкин А.В. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля. М., 2004. 136 с.
144. Ушаков И.Б., Ромасюк С.И., Зинкин О.Н. и др. Действие авиационного шума на орган слуха специалистов инженерно-технического состава // Воен.-мед. журнал. 2006. Т. 327. № 7. С. 59—66.
145. Фарбер В.Б. Влияние гипоксемии на морфологический состав крови и пунктата грудины: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1939. 23 с.
146. Фролов Б.С., Воробьев В.М., Кузнецов О.Н., Чебаков В.П. Анализ суточной периодики физиологических функций при дезадаптации высшей нервной деятельности // Физиология человека. 1980. Т. 6. № 3. С. 478—485.
147. Хананашвили М.М. Экспериментальная патология высшей нервной деятельности. М., 1978. 367 с.
148. Хилов К.Л. Функция органа равновесия и болезнь передвижения. Л., 1969. 279 с.
149. Хоменко М.Н., Мигачев С.Д., Малащук Л.С. Специальная подготовка летчиков в целях повышения переносимости больших пилотажных перегрузок // Теоретические и прикладные основы повышения устойчивости организма к факторам полета. СПб., 1993. С. 99—101.

150. Чапек А.В. Некоторые вопросы медицинского обследования пассажиров, летающих на газотурбинных самолетах // Вопросы авиационной медицины гражданской авиации. М., 1967. С. 76—84.

151. Чарный А.М. Патофизиология гипоксических состояний. 2-е изд., посмертно перераб. М., 1961. 343 с.

152. Чернух А.М. Предболезнь, начало болезни и выздоровление (Общепатологические аспекты проблемы) // Тез. докл. XVIII Всесоюз. съезда терапевтов. М., 1981. Ч. 1. С. 118—120.

153. Черняков И.Н., Шишов А.А., Воробьев О.А. и др. Опыт и перспектива применения гипобарической интервальной гипоксии в авиационной и клинической медицине // Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения учебно-боевой деятельности личного состава вооруженных сил: Материалы научно-практической конференции. М., 1997. С. 218—219.

154. Черняков И.Н., Шишов А.А., Оленев Н.И. Эффективность гипобарической интервальной гипоксии как средства повышения устойчивости к факторам полета и лечения заболеваний // Тезисы докладов XXX Научных чтений, посвященных разработке творческого наследия К.Э. Циолковского. М., 1996. С. 77—78.

155. Чижов А.Я., Караш Ю.М., Филимонов В.Г. и др. Способ повышения компенсаторных возможностей организма. Авт. свид. на изобр. № 950406. Бюл. изобрет. 1982. № 30. С. 33—34.

156. Эренбург И.В. Адаптация к интервальной гипоксии уменьшает частоту желудочковой экстрасистолии у больных ишемической болезнью сердца // *Hypoxia Medical J.* 1994. № 2. P. 52.

157. Armstrong H.G. Principles and practice of aviation medicine. Baltimore, 1952. 476 p.

158. Banister E.W., Woo W. Training in hypoxia: effects on exercise tolerance in normoxia and hypoxia // *J. Physiol.* 1976. Vol. 263. № 1. P. 228—229.

159. Barcroft J. Anoxemia // *Lancet.* 1920. Vol. 199. № 5062. P. 485—489.

160. Emonson D.L., Aminuddin A.H., Wight R.L. et. al. Training-induced increases in sea level VO₂max and endurance are not enhanced by acute hypobaric exposure // *Eur-J-Appl-Physiol.* 1997. Vol. 76. № 1. P. 8—12.

161. Haldane J.S., Priestley J.G. Respiration / New ed. New Haven; L., 1935. 507 p.

162. Hartmann H., Hepp G., Luft U.C. Physiologische Beobachtungen am Nanga Parbat 1937/38. Luftfahrtmedizin. 1942. 6. S. 1.

163. Henderson Y. Adventures in respiration. Baltimore, 1938. 138 p.

164. Hochachka P.W. Mechanism and evolution of hypoxia-tolerance in humans // *J. of Exp. Biol.* 1998. № 201. P. 1243—1254.

165. Hypoxia: The adaptations / [Ed. by] J.R. Sutton et al. Toronto; Philadelphia, 1990. XV. 304 p.: ill.
166. Katayama K., Sato Y., Ishida K. et. al. The effects of intermittent exposure to hypoxia during endurance exercise training on the ventilatory responses to hypoxia and hypercapnia in humans // *Eur-J-Appl-Physiol.* 1998. Vol. 78. № 3. P. 189—194.
167. Leifflen D., Poquin D., Savourey G. et. al. Cognitive performance during short acclimation to severe hypoxia // *Aviat-Space-Environ-Med.* 1997. Vol. 68. № 11. P. 993—997.
168. Luft U.C. Acute Hypoxia and natural acclimatization // *German Aviation Medicine World War II. V. I. Ch. IV—V.* Washington. 1950. P. 409.
169. Mayfield K.P., D'Alecy L.G. Delta-1 opioid agonist acutely increases hypoxic tolerance // *Journal of Pharmacology & Experimental Therapeutics.* 1994. № 2. P. 683—688.
170. Monge C., Lozano R., Marchena C. et al. Kidney function in the high-altitude native // *Fed. Proc.* 1969. Vol. 28. № 3. P. 1199—1203.
171. Nordahl S.H., Aasen T., Owe J.O., Molvaer O.I. Effects of hypobaric hypoxia on postural control // *Aviat-Space-Environ-Med.* 1998. Vol. 69. № 6. P. 590—595.
172. Opitz E. Uber acute Hypoxie. *Erdebr. Physiol.* 1941. Bd. 44. P. 315.
173. Poupá O., Krofta K., Prochaska J. Acclimation to simulated high altitude and acute cardiac necrosis // *Fed. Proc.* 1966. Vol. 25. № 5. P. 1243.
174. Reazon J.T. Motion Sickness adaptation and neural mismatch // *J.Roy. Soc. Med.* 1976. Vol. 71. № 11. P. 816—829.
175. Robergs R.A., Quintana R., Parker D.L., Frankel C.C. Multiple variables explain the variability in the decrement in VO₂max during acute hypobaric hypoxia // *Med-Sci-Sports-Exerc.* 1998. Vol. 30. № 6. P. 869—879.
176. Schneider E.C. The vital capacity of the lungs at low barometric pressure // *Amer. J. Physiol.* 1932. V. 100. № 3. P. 90.
177. Terrados N. Altitudes training and muscular metabolism // *J.Sport Med.* 1992. № 13 (3). P. 206—209.
178. Ward M. *Mountain medicine.* L., 1975. 376 p.
179. Westendorp R.G., Blauw G.J., Frolich M., Simons R. Hypoxic syncope // *Aviat-Space-Environ-Med.* 1997. Vol. 68. № 5. P. 410—414.
180. Wolfer E., et. al. Oxygen transport during steady-state submaximal exercise in chronic hypoxia // *J.Appl. Physiol.* 1991. № 70 (3). P. 1129—1136.
181. Zuntz N., Loewy A., Muller F., Caspari W. *Hohenklima und Bergwanderer in ihrer Wirkung auf den Menschen // Ergebnisse experimentelle Forschunden im Hochgebirge und Laboratorium.* Berlin, 1906. S. 49.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Список условных сокращений | 3 |
| Введение | 4 |
| Глава 1. Психофизиологические особенности пограничных функциональных состояний у специалистов операторского профиля деятельности..... | 6 |
| Глава 2. Гипоксическая тренировка как метод оптимизации функционального состояния организма | 15 |
| Глава 3. Влияние гипоксической тренировки на умственную работоспособность операторов с пограничными функциональными состояниями..... | 34 |
| 3.1. Когнитивные процессы..... | 40 |
| 3.2. Самооценка состояния | 58 |
| Глава 4. Динамика психофизиологических показателей в процессе гипоксической тренировки у лиц с нормальными и пограничными функциональными состояниями | 61 |
| Глава 5. Эффективность гипоксической тренировки для повышения переносимости факторов полета..... | 69 |
| 5.1. Оценка переносимости авиационного шума..... | 69 |
| 5.2. Оценка переносимости статокINETических воздействий..... | 73 |
| Резюме..... | 79 |
| Заключение | 83 |
| Литература | 95 |

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 15.01.2015
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 6,75
Тираж 300 экз. Заказ 1596

*Отпечатано в Издательстве
Нижевартовского государственного университета
628615, Тюменская область, г.Нижевартовск, ул.Дзержинского, 11
Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru*