



Гайворонский И.В.,
Курочкин В.А.,
Иорданишвили А.К.,
Солдатова Л.Н.,
Лобейко В.В., Гайворонская В.В.

ЖЕВАТЕЛЬНЫЕ МЫШЦЫ:

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
И ВОЗРАСТНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ В НОРМЕ
И ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

**Владимир Анатольевич Курочкин
Андрей Константинович Иорданишвили
Иван Васильевич Гайворонский
Людмила Николаевна Солдатова
В. В. Лобейко
Валентина Васильевна Гайворонская**

**Жевательные мышцы:
морфофункциональная характеристика
и возрастные особенности в норме и при
воздействии экстремальных факторов**

*Текст предоставлен правообладателем
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=2553195*

*Жевательные мышцы: морфофункциональная характеристика и возрастные особенности в норме и при воздействии экстремальных факторов: Нордмедиздат; С.-Петербург; 2011
ISBN 978-5-98306-100-2*

Аннотация

В монографии представлены сведения о возрастных особенностях и морфофункциональном состоянии жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава в норме и при воздействии на организм хронических гравитационных перегрузок. Дана клинико-физиологическая характеристика жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава у людей различных возрастных групп и летного состава. В эксперименте изучено строение, кровоснабжение, иннервация, состояние энергетического обмена в жевательных мышцах, выяснены факторы патогенеза их парафункций. Произведена оценка эффективности современных фармакологических препаратов (актопротекторов и антигипоксантов) для фармакологической коррекции адаптационного синдрома, обусловленного воздействием хронической гипергравитации. Описаны методы лечения, профилактики и своевременной диагностики парафункций жевательных мышц.

Содержание

Список принятых сокращений	4
Предисловие	5
Введение	7
Глава 1	9
1.1. Влияние хронической гипергравитации на организм человека и животных	9
1.2. Морфофункциональное состояние различных органов и тканей при воздействии хронических гравитационных перегрузок	12
Конец ознакомительного фрагмента.	20

**Иван Васильевич Гайворонский,
Владимир Анатольевич Курочкин,
В.В. Лобейко, Андрей Константинович
Иорданишвили, Людмила
Николаевна Солдатова, Валентина
Васильевна Гайворонская**
**Жевательные мышцы:
морфофункциональная характеристика
и возрастные особенности
в норме и при воздействии
экстремальных факторов**

Список принятых сокращений

ЛДГ – лактатдегидрогеназа (К.Ф. 1.1.27)
СДГ – сукцинатдегидрогеназа (К.Ф. 1.3.99)
Г-6-ФДГ – глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа (К. Ф. 1.1.1.49)
АХЭ – ацетилхолинэстераза
БХЭ – бутирилхолинэстераза
ГМЦР – гемомикроциркуляторное русло
РА – российская Армия
РФ – российская Федерация
МО – министерство обороны
ВВС – Военно-воздушные силы
ХГП – хроническая гравитационная перегрузка
ПОЛ – перекисное окисление липидов
АТФ – аденозинтрифосфат
ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав

Предисловие

В настоящее время достигнут высокий уровень развития авиационной техники. Появились новые типы самолетов, обладающие не только большой грузоподъемностью, высокой энерговооруженностью и вместимостью, но и большими скоростями, маневренностью, «высоким потолком». Очевидно, такое совершенствование авиационной техники на практике приводит как к облегчению труда летчиков и повышению его эффективности, так и к повышенным нервно-эмоциональным и физическим нагрузкам. Кроме того, при полетах на высокоманевренных самолетах значительно возрастают действующие на летчика ускорения, в первую очередь обусловленные изменениями траектории полета летательного аппарата.

Сохранение и укрепление здоровья летного состава ВВС и гражданской авиации является актуальным и связано с высокой боеготовностью военно-воздушных сил страны и безопасностью полетов. Известно, что стоматологические заболевания занимают одно из ведущих мест в структуре общей заболеваемости военнослужащих всех родов войск и гражданского населения.

Профессиональная деятельность летного состава, выполняемая изо дня в день в условиях постоянного воздействия целого ряда неблагоприятных факторов (гипергравитация, измененное барометрическое давление, вибрации, шумы, повышенные физические и психоэмоциональные нагрузки и др.), ведет к значительному снижению качества здоровья и развитию явлений дисрегуляции деятельности ряда органов и систем организма, что проявляется даже в условиях относительного покоя. На протяжении последних 10–15 лет появились научные работы, авторы которых указывают, что у летного состава даже в молодом возрасте диагностируются признаки атеросклероза, обострение язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, а также многие другие заболевания внутренних органов и систем организма. При этом также создаются потенциальные возможности развития многих заболеваний жевательного аппарата (пародонта, жевательных мышц, височно-нижнечелюстного сустава и др.) и их хронизации.

Вместе с тем до настоящего времени в доступной специальной отечественной и зарубежной литературе отсутствуют систематические и научно обоснованные исследования по изучению состояния органов и тканей жевательного аппарата у различных категорий летного состава в норме, а также при действии на них хронических гравитационных перегрузок и других факторов авиационного полета.

Одним из важнейших научно-практических направлений стоматологии является изучение особенностей функционирования органов и тканей жевательного аппарата, в том числе жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава в различные возрастные периоды, а также при действии на организм человека естественных или искусственно создаваемых факторов внешней среды. Люди летных профессий периодически, в связи с особенностями регламентации летной работы, подвергаются действию гравитационных перегрузок, которые, действуя на организм человека длительное время, могут способствовать возникновению, прогрессированию и хронизации заболеваний органов и тканей полости рта и челюстно-лицевой области.

Несмотря на имеющиеся в литературе немногочисленные сведения о развитии у летного состава бруксизма, бароденталгий и баросинусопатий вследствие давления на нервные окончания расширяющегося при декомпрессии воздуха в кариозных полостях и околоносовых пазухах при наличии в них воспалительных процессов, практически отсутствуют сведения о стоматологической заболеваемости у различных категорий летного состава, нет научно обоснованных рекомендаций об особенностях профилактики и лечения у них основных сто-

матологических заболеваний с учетом летной работы. между тем, накопление, обобщение и анализ специальной информации по этим вопросам необходим для полноценной реализации профилактических программ в летной медицине, положений современной военно-медицинской доктрины, а также грамотной организации и проведения авиационными врачами и врачами-стоматологами лечебно-диагностической и профилактической работы в гражданских и военно-медицинских учреждениях, а также воинских частях с целью сохранения высокой профессиональной работоспособности летного состава ВВС и гражданской авиации, для определения причинной связи стоматологических заболеваний с летной работой, совершенствования медицинского освидетельствования лиц летного состава и вопросов врачебно-летной экспертизы.

Предлагаемая вниманию читателей книга содержит решение важных проблем авиационной стоматологии, гигиены и экологии в аспекте сохранения стоматологического здоровья летного состава. В ней представлены сведения о морфофункциональном состоянии жевательных мышц в норме и при воздействии на организм хронических гравитационных перегрузок. дана клинико-физиологическая характеристика жевательных мышц у летного состава. В эксперименте изучено строение, кровоснабжение, иннервация, состояние энергетического обмена в жевательных мышцах, выяснены факторы патогенеза их парафункций. Произведена оценка эффективности современных фармакологических препаратов (актопротекторов и антигипоксантов) для фармакологической коррекции адаптационного синдрома, обусловленного воздействием хронической гипергравитации. Описаны методы лечения, профилактики и своевременной диагностики парафункций жевательных мышц.

Авторами было установлено, что при хроническом воздействии гравитационных перегрузок в жевательных мышцах происходят неспецифические реактивные и деструктивные изменения, которые проявляются очаговой деструкцией и исчезновением поперечно-полосатой исчерченности мышечных волокон. Эти изменения обусловлены нарушением гемомикроциркуляции и повреждением нервных структур. Это приводит к изменению энергетического обмена и является причиной гипоксии и гипоксии поперечно-полосатой мышечной ткани. В монографии отмечено, что изменения нервных структур жевательных мышц проявляются локальной деструкцией миелиновых нервных волокон, расслоением миелиновой оболочки, что сопровождается нарушением иннервации мышц и выражается в повышении активности специфической и неспецифической холинэстераз и снижении интенсивности свечения норадреналина в нервных волокнах, а протективное применение актопротекторов и антигипоксантов улучшает морфофункциональное состояние жевательных мышц при хронической гипергравитации, уменьшает выраженность структурно-функциональных изменений в них, при этом исследованные фармакологические препараты проявили комплексность и многосторонность действия.

Нам представляется, что ознакомление с монографией И.В.Гайворонского и его коллег несомненно будет полезно не только врачам-стоматологам, фармакологам, авиационным врачам, гигиенистам и экологам, но и организаторам здравоохранения.

*Президент Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, Заслуженный эколог Российской Федерации,
доктор технических наук, профессор В.А.Роголёв*

Введение

Развитие авиации и космонавтики во второй половине XX столетия сопровождалось созданием новых, более совершенных самолетов 2-го, 3-го, 4-го поколений и пилотируемых космических кораблей. При полетах на высокоманевренных самолетах и пилотируемых космических кораблях значительно возросли пилотажные и ударные перегрузки, статокINETические воздействия, интенсивность шумового и вибрационного факторов [88].

Одним из важнейших научно-практических направлений военной стоматологии является изучение особенностей функционирования органов и тканей жевательного аппарата при воздействии на организм военнослужащего естественно или искусственно созданных факторов внешней среды. Профессиональная деятельность летного состава, выполняемая изо дня в день в условиях постоянного воздействия целого ряда неблагоприятных факторов (гипергравитации, вибрации, измененного барометрического давления, шумов, повышенных психоэмоциональных и физических перегрузок), ведет к значительному снижению качества здоровья летчиков.

Многолетний опыт медицинского обеспечения пилотируемых космических и авиационных полетов, результаты многочисленных и разнообразных медицинских и биологических исследований в космосе и в модельных экспериментах на Земле показывают, что факторы космического и авиационного полета вызывают в организме целый ряд функциональных и структурных изменений, в основном адаптивного характера [14].

Между тем, незаслуженно умаляются или недостаточно учитываются значение и роль ряда факторов, в частности гравитационного [14]. При этом, очевидно, также создаются потенциальные возможности развития многих заболеваний жевательного аппарата и их хронизации.

Имеются немногочисленные данные о развитии у летного состава пародонтоза, бароденталгий, бруксизма [10].

Сохранение и укрепление здоровья летного состава ВВС является актуальным, и связано с высокой боеготовностью военно-воздушных сил страны и безопасностью полетов. Известно, что стоматологические заболевания занимают одно из ведущих мест в структуре общей заболеваемости военнослужащих всех родов войск [7].

Воздействие неблагоприятных факторов летного труда определяет структуру и высокий уровень заболеваемости летного состава ВВС, ведет к значительному снижению качества здоровья и развитию явлений дисрегуляции деятельности ряда органов и систем организма, что проявляется даже в условиях относительного покоя [1].

Заболевания органов желудочно-кишечного тракта имеют наибольший удельный вес в общей заболеваемости летного состава, являются причиной более 60 % госпитализаций летчиков и наиболее частой причиной их дисквалификации [1].

Нормальное функционирование жевательных мышц во многом определяет морфофункциональное состояние других органов и тканей жевательного аппарата и желудочно-кишечного тракта [51].

Изучение доступной специальной отечественной и зарубежной литературы по вопросам авиационной медицины показало, что до настоящего времени не существует сведений о влиянии факторов авиационного полета, в частности, хронических гравитационных перегрузок, на состояние жевательных мышц. Вместе с тем для полноценной реализации положений военно-медицинской доктрины по укреплению здоровья, сохранению и повышению боеспособности личного состава необходимо также обеспечить адекватный объем и качество диагностической и лечебно-профилактической стоматологической помощи летному

составу [52]. Это и послужило основанием для проведения данного экспериментально-клинического исследования.

Цель исследования: На основе комплексных экспериментальных и клинических исследований изучить влияние хронической гипергравитации на морфофункциональное состояние жевательных мышц и обосновать эффективность применения актопротекторов и антигипоксантов для ускорения адаптации к профессиональным факторам летного труда.

Для достижения цели исследования предстояло решить следующие задачи:

1. Определить структуру и провести анализ заболеваемости органов и тканей жевательного аппарата у людей различных возрастных групп и различных категорий летного состава.

2. дать клинико-физиологическую характеристику состояния жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава в возрастном аспекте и при воздействии экстремальных факторов авиационного полета.

3. Изучить в эксперименте морфофункциональное состояние жевательных мышц крыс в норме, при воздействии на организм животного хронических гравитационных перегрузок и на фоне фармакологической коррекции с применением актопротекторов и антигипоксантов.

4. Оценить эффективность использования антигипоксанта амтизола и актопротекторов бемитила и этомерзола для фармакологической оптимизации адаптационного синдрома, обусловленного воздействием хронической гипергравитации.

5. дать практические рекомендации по диагностике, профилактике и коррекции морфофункциональных и физиологических изменений в жевательных мышцах и обусловленных этими изменениями заболеваний органов и тканей жевательного аппарата.

Таким образом, данная монография в определенной мере способствует заполнению пробела знаний у специалистов о влиянии хронической гипервесомости на жевательные мышцы и позволит оптимизировать методы профилактики и лечения патологии височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц у людей, чья профессиональная деятельность связана с воздействием на организм человека хронических гравитационных перегрузок, а именно у летчиков гражданский и авиации и ВВС страны.

Глава 1

Морфофункциональное состояние различных органов и тканей при воздействии на организм гравитационных перегрузок

1.1. Влияние хронической гипергравитации на организм человека и животных

Полеты на современных самолетах, обладающих огромной скоростью и совершаемые на большой высоте, предъявляют повышенные требования к организму летчика, прежде всего к его высшей нервной деятельности, требуют высокого уровня профессиональной работоспособности. Летчик в полете на современных самолетах производит напряженную умственную работу, сочетающуюся со сложнокоординированными действиями в условиях отрицательного влияния ряда особых факторов и крайне ограниченного времени [59]. При этом ведущим неблагоприятным фактором авиационного полета является гипергравитация [53, 137]. В условиях длительного воздействия центростремительного ускорения организм летчика подвергается хроническим гравитационным перегрузкам. В полете, под действием перегрузок, инерционному смещению подвержены мягкие ткани и внутренние органы. В зависимости от величины этого смещения могут возникать изменения в организме летчика [59, 111, 141]. Необходимость исследования адаптационных реакций в ответ на изменение уровня гравитации как в сторону его уменьшения, так и в сторону увеличения, становится очевидной и из-за того, что на различных этапах летчику приходится приспосабливаться к резким колебаниям гравитации [98].

Первые публикации по исследованию воздействия гравитационных перегрузок на организм летчика относятся к концу прошлого века. Предпосылки к представлениям влияния гипергравитации на организм существовали уже в исследованиях, проводимых в лабораториях крупнейших ученых В.В. Пашутина, И.Р.Тарханова, В.М.Бехтерева [110]. Н.М. Добротворский в своих исследованиях пришел к выводу, что все расстройства, возникающие при действии радиальных ускорений, обуславливаются первично возникающими нарушениями в системе кровообращения (так называемая гемодинамическая теория). Согласно этой теории, сосуды, расположенные ближе к центру вращения, будут содержать меньшее количество крови, а сосуды, расположенные дальше от центра, будут содержать большее количество крови. Возможность таких перемещений обуславливается, с одной стороны, большой способностью капилляров вен к увеличению емкости, а с другой – ограниченным количеством циркулирующей крови. Эти два условия гарантируют возможность перемещения крови [32]. Однако гидростатическая теория со временем показала свою несостоятельность и была подвержена критике. В настоящее время большинство отечественных и зарубежных ученых придерживаются теории сложной рефлекторной регуляции с учетом процессов компенсации и декомпенсации, протекающих под контролем центральной нервной системы, возникающих в организме под действием гипергравитации [54, 141, 147, 152, 164]. Под воздействием радиального ускорения, такого необычного механического раздражителя, раньше всего раздражаются рецепторы сосудистых зон. Причина этого кроется в том, что кровь является подвижной тканью, а все нарушения гидростатических условий неизбежно вызывают прежде всего изменения в условиях гемодинамики [110, 111].

Важно отметить, что хронические гравитационные перегрузки, имеющие место в профессиональной деятельности летчиков при полетах на самолетах-истребителях, приводят к функциональным нарушениям, а также иннерционным смещениям и деформации различных органов и тканей. При этом степень и характер проявления иннерционных смещений и деформаций (сжатие, растяжение, скручивание тканей, перемещение крови), а также нарушение микроциркуляции и обменных процессов, как и воздействие на нервный аппарат, зависят в каждом случае от структурных особенностей органа [42, 97].

В результате воздействия хронических гравитационных перегрузок (ХГП) чаще развивается гипоксия смешанного типа, обусловленная как нарушением гемомикроциркуляции, так и нарушением утилизации кислорода в процессе биологического окисления [62, 106].

В тканях происходит усиление анаэробного гликолиза из-за устранения ингибирующего влияния аденозинтрифосфата (АТФ) на гликолитические ферменты и повышение их активности под влиянием распада

АТФ и креатинин фосфата [80,106]. В результате активации гликолиза происходит истощение запаса гликогена и накопление пировиноградной и молочной кислот в клетках. Накоплению лактата в клетках и крови способствует снижение его утилизации и дальнейшего расщепления в цикле трикарбоновых кислот, а также ослабление ресинтеза гликогена из молочной кислоты. Избыток молочной, пировиноградной и других органических кислот приводит к возникновению метаболического ацидоза, который становится одним из факторов повреждающего действия гипоксии на клетки и органы [106].

Гипоксия нарушает водно-солевой обмен и прежде всего процесс активного перемещения ионов через клеточные мембраны. В этих условиях клетки возбудимых тканей теряют ионы K^+ , и он накапливается во внеклеточной среде. Это действие гипоксии связано не только с энергетическим дефицитом, но и со снижением активности K^+/Na^+ -зависимой АТФ-азы [107]. Активность Ca^{2+}/Mg^{2+} -зависимой АТФ-азы также уменьшается, вследствие чего концентрация ионов Ca^{2+} в цитоплазме увеличивается, они поступают в митохондрии и снижают эффективность биологического окисления, усугубляя энергетический дефицит [60, 106].

Гидроперекисный распад липидов в условиях гипоксии стимулируется в результате усиленного образования активных радикалов O_2 и снижения активности ферментов антиоксидантной защиты [23, 43, 80]. На ультраструктурном уровне при гипоксии, как правило, чаще всего встречаются: разрушение гликокаликса и повышение проницаемости цитолеммы, резкое снижение количества гранул гликогена, набухание митохондрий, фрагментация их крист и вымывание матрикса, отек цитоплазмы, увеличение количества лизосом, а также жировых и других внутриклеточных включений, изменение состояния хроматина [3, 43, 80, 82].

Таким образом, вследствие воздействия различных факторов внешней среды, в том числе и гипергравитации, почти всегда проявляется гипоксия, которая является одним из важных пусковых моментов при различных нарушениях обмена веществ, проявляющихся на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях, что требует поиска фармакологических средств для защиты различных тканей, в том числе тканей жевательного аппарата при воздействии хронической гипергравитации.

Г.Л. Комендантов выделяет три механизма влияния гипервесомости на отдельные функции и функциональное состояние всего организма.

Первый механизм влияния ускорений на организм – рефлекторный. Изменение механического напряжения тканей организма является адекватным раздражителем для механорецепторов проприоцептивного анализатора, периферический отдел которого представлен механорецепторами. При этом может быть не только ослабление или усиление афферентации, но и возникновение необычных потоков нервных импульсов, поскольку на перифе-

рии создаются необычные механические соотношения. Рефлекторный механизм в первую очередь изменяет деятельность нервной системы и нервную регуляцию всех функций организма.

Второй механизм влияния заключается в возникновении механических препятствий для функциональных отправлений тех систем, в деятельности которых содержатся элементы работы (Гарсо, 1918; Бауэр, 1926; Дирингсгофен, 1932; Гауэр, 1938 и др.). В первую очередь это относится к системам кровообращения, дыхания. Деформация крови – это механические препятствия, для преодоления которых затрагивается какая-то часть функциональных резервов тех или иных систем. При этом в какой-то степени изменяется нервная регуляция различных функций: кровообращения, дыхания (влияние первого механизма). Ослабление и нарушение функций, и в первую очередь дыхания и кровообращения, может привести организм в пессимальное состояние (анемия, гипоксия). При этом, как указывал И.П.Павлов, важно учитывать не только величину и другие характеристики воздействующего на организм агента, но и исходное состояние нервной системы (в данном случае оно уже изменено благодаря наличию первого механизма влияния).

Третий механизм влияния гипергравитации на организм – это непосредственное влияние измененного механического напряжения тканей на их функции и структуры. Сначала функции изменяются вследствие обратимых деформаций тканей. При более сильных воздействиях наступают необратимые деформации – повреждение тканей и органов (Брока и Гарсо; 1919, Бауэр, 1927; Ранке, 1936; М.П. Бресткин, Г.Л. Комендантов, 1982).

Несомненно, в каждом случае все три механизма оказывают влияние, но их значение далеко неравнозначно. Удельным весом механизмов определяется устойчивость организма, его функциональное состояние, а следовательно, и работоспособность человека [63].

Таким образом, влияние гравитационных перегрузок распространяется на все физиологические системы и морфологические структуры организма, но состояние общего и местного кровообращения является определяющим в цепи явлений, имеющих место в организме при перегрузках [29, 92]. Это подтвердилось на практике в случае применения противоперегрузочного костюма, основной целью которого являлось создание препятствий для перемещения крови в сосуды брюшной полости, нижних конечностей [63], а также в изменениях основных показателей сердечно-сосудистой системы давления крови и частоты пульса. так, например, при перегрузках «голова-таз» величиной 16 Ед давление в сонных артериях в эксперименте снижается до 0 мм рт. ст. [151], а в бедренных артериях повышается до 200–300 мм рт. ст. от исходного уровня [157]. При этом во всех случаях клинических наблюдений выявлялась тахикардия [139].

Однако для понимания механизмов возникающих патофизиологических изменений возникла необходимость в морфологических исследованиях. Поэтому был проведен ряд исследований, в которых с помощью анатомических, патоморфологических и гистохимических методов были изучены вопросы изменения структуры стенок кровеносных сосудов, ангиоархитектоники различных органов и другие вопросы [169, 171].

1.2. Морфофункциональное состояние различных органов и тканей при воздействии хронических гравитационных перегрузок

Анатомия людей различных профессий имеет два ответвления по характеру профессий – земных (различные виды труда и спорта) и внеземных (работа в сверхзвуковых самолетах и космических кораблях). Авиационная и космическая анатомия представляет собой науку о строении здорового тренированного организма, находящегося и работающего в условиях сверхзвуковых и космических кораблей и испытывающего на себе экстремальные воздействия факторов полета (гравитационных перегрузок, невесомости, гиподинамии и др.). Она изучает приспособительные изменения структуры организма и его органов и систем, возникающие в процессе адаптации к факторам космического полета. Это направление анатомической науки началось еще в докосмическую эру на кафедре нормальной анатомии 1-го Ленинградского медицинского института им. академика И.П. Павлова. там был выполнен ряд работ, посвященных влиянию гравитационных перегрузок на строение кровеносного русла различных органов [39].

Первые опыты с изучением морфологических изменений в органах при действии гравитационных перегрузок были проведены у нас в стране в 1953 г. профессором В.П. Курковским на кафедре нормальной анатомии Военно-медицинской академии и В.И. Степанцовым в 1-м Ленинградском медицинском институте им. И.П. Павлова под руководством профессора М.Г. Привеса. Объектом изучения В.П. Курковский избрал центральную нервную систему и некоторые отделы периферической, а В.И. Степанцов – кровеносную систему. Надо отметить, что выбор именно данных систем стал характерным для последующих исследований, проводимых по данной проблеме на этих кафедрах.

В последующие годы в разработке морфологических проблем гипервесомости принимали участие кафедры, руководимые академиком АМН СССР В.В. Куприяновым, профессором В.Г. Елисеевым, профессором С.С. Михайловым [97]. На кафедре нормальной анатомии 1-го Ленинградского медицинского института было изучено сосудистое русло ряда органов (А.Е. Косоуров, И.Н. Преображенская, м. В. Никитин и др.). Были разработаны методы предварительной тренировки для профилактики вредных последствий (В.И. Степанцов, А.В. Еремина и др.). работы по изучению влияния гравитационных перегрузок проходили под руководством М.Г. Привеса и были отражены в ряде научных трудов [101].

На кафедре нормальной анатомии Военно-медицинской академии также проводилось изучения влияния гравитационных перегрузок на строение различных органов и систем. С 1970 г. под руководством Е.А. дыскина разрабатывались проблемы космической анатомии. Были изучены адаптационные изменения нервного аппарата, сосудов (Л.П. Тихонова, И.Д. Лев, Н.С. Шадрин, Т.П. Глебушко и др.). Влияние гравитационных перегрузок на симпатoadреналовую и гипофиз-надпочечниковую систему крови было изучено П.С. Пашенко под руководством профессоров Е.А. Дыскина и И.В. Гайворонского. И.Ф. Конкин изучил состояние нервного аппарата и микроциркуляторного русла, а также одним из первых исследовал влияние фармакологических средств на защиту организма при гравитационных перегрузках.

Кафедра нормальной анатомии Военно-медицинской академии продолжает проводить исследования по космической авиационной анатомии и в настоящее время.

Среди современных ученых, вносящих существенный вклад в изучение влияния гипергравитации хочется отметить доктора медицинских наук П.С. Пашенко, который на протяжении многих лет занимается изучением симпатoadреналовой и гипофиз-надпочечниковой систем при воздействии гравитационных перегрузок, и доктора медицинских наук

А.К.Иорданишвили из Военно-медицинской академии, а также Е.Б. Краснова из института биомедицинских проблем (Москва), чьи исследования на самом современном уровне отражают морфологические и биохимические изменения различных органов и систем при гипервесомости.

Ряд трудов ученых посвящен изучению нервной системы и ее кровоснабжения в условиях гипергравитации. Анализ морфологических изменений в центральной нервной системе при действии ударных ускорений позволяет считать, что они вызывают очевидные деструктивные изменения элементов, причем различные отделы неодинаково реагируют на воздействие импульсных ускорений [74]. К ним относятся изменения глиальных клеток, нейронов и их отростков, включая синаптический аппарат, признаки нарушения периферического кровообращения и ультраструктурные перестройки в элементах стенок кровеносных сосудов [50].

Наибольшей чувствительностью обладают сочетательные и чувствительные звенья. Более устойчивыми оказались нервные элементы высших отделов центральной нервной системы [74,37], моторные нервные окончания в поперечно-полосатой мускулатуре, изменения которых ограничивались уровнем реактивных, обратимых реакций [40].

В центральной нервной системе гравитационные перегрузки приводят к набуханию аксонов, которые по мере отека спинного мозга становились извитыми. Наблюдалась значительная вакуолизация миелиновых оболочек, появление неравномерных вздутий аксонов, а местами истончения оболочек и увеличение очагов метахромазии [41,118].

В нервных стволах гравитационные перегрузки приводят к вакуолизации, явлениям фрагментации и мумификации мякотных оболочек. Многие нервные окончания подвержены дегенеративным изменениям. Холинергические нервные волокна в периневррии дают резко положительную реакцию на фермент [38,84].

Переносимость продольных ускорений определяется преимущественно компенсаторными возможностями системы мозгового кровообращения. Особого внимания заслуживает реакция кровеносных сосудов головного мозга, которая проявлялась наличием кровоизлияний в зонах нервной ткани, примыкающих к центральному каналу и мозговым желудочкам. В общей картине патогенетических расстройств кровоизлияния могут иметь решающее значение [74].

Специфичным для положительных продольных перегрузок является сужение большого числа вен (в меньшей степени, чем артерий) и в микроциркуляторном русле – узость сосудов, его составляющих [47], извилистость, неравномерная выраженность, повышение порозности стенок, а также их разрывы [100].

Воздействие гравитационных перегрузок вызывают отчетливые изменения кровеносного русла оболочек спинного мозга, как то: сужение мелких артерий, «перетяжки» расширенных вен-спутниц, увеличение количества посткапиллярных венул, венул и вен в твердой мозговой оболочке и нарушение мышечного и эластического каркаса артерий в мягкой мозговой оболочке [99].

Результаты светооптических и электронномикроскопических исследований ряда отделов головного мозга после воздействия гипергравитации выявили наличие периваскулярного отека тканей, сопровождающегося ультраструктурными перестройками в элементах сосудистой стенки, а именно: повышением пиноцитозной активности в эпителии капилляров и цитоплазме гладкомышечных клеток мелких артерий и артериол головного мозга, а также изменением электронной плотности элементов, составляющих стенку сосудов [50].

При исследовании нервного аппарата крупных сосудов установлено, что в результате повторного воздействия гравитационных перегрузок на организм животного в стенке крупных присердечных артерий развиваются реактивные изменения нервных структур [135].

При гистохимическом исследовании нервного аппарата внутренних органов определялось снижение интенсивности свечения адренергических нервных волокон и уменьшение содержания специфической ацетилхолинэстеразы [122].

Данные электронномикроскопического исследования показывают, что ударные ускорения оказывают непосредственное воздействие на структуру самой нервной ткани, вызывая значительные изменения ее органелл [74]. При исследовании ультраструктуры зернистого слоя коры нодулуса мозжечка имеются изменения, свидетельствующие о состоянии возбуждения (высокая электронная плотность пре- и пост-синаптических мембран, увеличение, возрастание числа пузырьков), что означает высокий уровень функциональной активности нейронов вестибулярного ганглия, воспринимающих информацию от рецепторных клеток отолитового аппарата, и свидетельствует о том, что воздействие повышенной силы тяжести вызывает в системе рецепторная клетка – нейрон вестибулярного ганглия состояние чрезмерного возбуждения [70].

Активирующее воздействие гипергравитации на вестибулярную систему показано и в работах ряда зарубежных авторов [147, 163].

Заслуживают внимания и биохимические изменения в центральной нервной системе. Гипергравитация вызывает увеличение содержания гаммааминомасляной кислоты в терминалях аксонов пирамидальных клеток соматосенсорной коры, что влияет на восприятие афферентной информации [142], а также увеличение общей активности сукцинатдегидрогеназы в головном мозге [136], что свидетельствует об активации анаэробного обмена. Таким образом, повторные воздействия гравитационных перегрузок вызывают как реактивные, так и дегенеративные изменения различных компонентов нервного аппарата [40].

В.К. Подымов (1975) считает, что, согласно учению Г. Селье, система гипоталамус-гипофиз-надпочечники регулирует приспособительные реакции организма в ответ на внешнее экстремальное воздействие. В проведенных исследованиях он установил три стадии функциональной активности указанной выше системы: напряжение (увеличение нейросекреторной субстанции и цитоплазматической рНК и увеличение ядер в нейронах, уменьшение содержания липидов в нейрогипофизе, увеличение количества хромофобных клеток в аденогипофизе), истощение (нарастание периваскулярного и перичеселлюлярного отека, нарастание количества ядрышкоподобных тел в цитоплазме нейронов, дегрануляция цистин-положительных клеток аденогипофиза), восстановление (нормализация отдельных морфологических параметров – содержания липидов в нейрогипофизе и коре надпочечников, объема ядер нейронов и др.) [98].

П.С. Пашенко установил, что после воздействия гравитационных перегрузок выявляется межнейронная дезинтеграция в симпатическом центре спинного мозга, разрушение системы «нейрон-нейроглия» в чревном симпатическом узле из-за преждевременного старения, а также гибель части нейронов в данном ганглии. Эти изменения сопровождаются стабилизацией гликолиза как доминирующего пути окисления в нейрочитах, нарушением сосудистой проницаемости, появлением капельных форм липидов в просвете сосудов. После хронического воздействия гравитационных перегрузок в аденогипофизе развиваются компенсаторно-приспособительные изменения в виде дополнительных каналов транспорта секреторного материала, а в надпочечниках – гипертрофия пучковой зоны.

Увеличение продолжительности вращения крыс на центрифуге приводит к ослаблению секреторного процесса в аденогипофизе, преждевременному старению клеток. В надпочечниках, наряду с изменениями в ферментном статусе (становление гликолиза как основного пути немитохондриального окисления), отмечается гибель части клеток фонда железы, что сопровождается снижением устойчивости животного к действию гипергравитации [24, 92, 93].

В исследованиях по изучению воздействия повышенной силы тяжести было установлено, что действие этого фактора приводит к повышению уровня глюкокортикоидов в крови, активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы [69]. И.Б. Краснов с соавт. (1998) также отмечает увеличение активности гипофиз-надпочечниковой системы. Было выявлено увеличение абсолютной и относительной массы надпочечников, а также повышение физиологической активности СТГ-клеток гипофиза при повторном воздействии гипергравитации, а также повышение активности тиреоидных гормонов. При этом рост и трансформация протекает с участием соматотропного гормона, а функциональная активность тиреоидной паренхимы определяет метаболизм в целом [68].

Таким образом, симпатoadреналовая и гипофиз-надпочечниковая системы оказывают регулирующее влияние на приспособительные реакции организма при гравитационных перегрузках.

Особый интерес представляют изменения в гемомикроциркуляторном русле различных органов и систем при гравитационных перегрузках.

При исследовании на живом животном с помощью рентгеноангиографии артерий конечностей М.Г. Привес и А.К. Косоуров (1980) отмечали расширение основной артериальной магистрали конечности и ее крупных ветвей, большую извилистость артериальных стволов. При исследовании на мертвом с помощью метода просветления обнаруживаются значительное увеличение числа инъецированных артерий, расширение просвета вплоть до образования аневризм, разрыва отдельных артерий. После воздействия перегрузок в направлении голова-таз артерии мышц (В.И. Степанцов, 1980) и фасций бедра (С.С. Михайлов, 1980) расширяются, между ними выявляются большее, чем в норме, количество анастомозов. Артериальная сеть становится густой, мелкопетливой [103].

Систематическое воздействие функционально переносимых перегрузок вызывает особенно сильные изменения в артериальном русле мышц конечностей. Они проявляются в сильном расширении диаметра артерий, резкой извилистости их хода, образовании аневризматических расширений [119].

Макро-микроскопическими методами исследования было изучено состояние микроциркуляторного русла миокарда. Выявлено, что гипергравитация приводит к чрезмерному усилению транскapиллярной проницаемости, нарушению эластических свойств сосудов, обуславливающих появление микроварикозности и даже разрыва стенки сосудов миокарда [8, 83].

В микроциркуляторном русле внутренних органов при гипергравитации отмечается появление резкой извилистости артерий всех калибров, а также явления выраженного венозного застоя [86, 105]. В органах малого таза гравитационные перегрузки обуславливают изменение регуляции сосудистого тонуса, депонирование крови в сосудах малого таза и нарушению ее свертываемости, что приводит к нарушению микроциркуляции [87].

В стенке магистральных артерий отмечается умеренный гиперэластоз и небольшая коллагенизация соединительной ткани, нарушение целостности эластического каркаса, наблюдаются незначительная гипертрофия и вакуолизация клеток [33, 64]. Этим морфологическим показателям соответствуют физиологические и биохимические изменения. В частности, увеличение содержания катехоламинов в крови и ткани надпочечников свидетельствует об активации симпатoadреналовой системы, которая наблюдается при воздействии гравитационных перегрузок. Под влиянием многократных гравитационных перегрузок происходит перестройка стен вен, строгое деление на три оболочки теряется и образуется как бы единый мышечно-соединительнотканый слой [41].

Таким образом, гравитационные перегрузки приводят к выраженным нарушениям в гемомикроциркуляторном русле, что обуславливает нарушение поступления оксигениро-

ванных ферментов крови в ткани, удаление продуктов метаболизма и усугубляет гипоксию и нарушение обмена веществ.

В некоторых исследованиях была показана динамика возникновения морфологических изменений как в нервной, так и в сосудистой системе различных органов, вплоть до глубоких, необратимых уже после однократного воздействия гравитационной перегрузки, а изучение влияния многократного воздействия гравитационных перегрузок на живой организм дало основания для вывода о возможности кумуляции гипергравитационного воздействия [93, 156, 168].

Важным этапом в разработке проблемы влияния гипергравитации на живой организм явилось изучение путей и способов предотвращения или смягчения последствий гравитационных перегрузок. Сотрудниками кафедры нормальной анатомии ВМедА им. С.М. Кирова под руководством профессора Е.А. Дыскина была проведена экспериментальная работа по изучению состояния нервных структур и кровеносных сосудов некоторых органов в условиях тренировки к действию гипервесомости. В результате было установлено, что тренировка животных на центрифуге является положительным фактором, благодаря которому повышается адаптационная способность различных органов и тканей к гравитационным перегрузкам, является одним из моментов, повышающим общую устойчивость тренированных животных к действию перегрузок [39]. Направление иннерционных сил при гипергравитации совпадает с направлением основных магистральных сосудов. Это приводит к выраженным нарушениям со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем, общей гемодинамики [108, 111]. Учеными установлено, что сердечно-сосудистая система обладает высокими приспособительными способностями при воздействии гравитационных перегрузок [153]. Главными объективными критериями оценки пределов переносимости перегрузок являются гемодинамические показатели [56]. При воздействии гипергравитации со стороны сердечнососудистой системы отмечается возрастание диастолического артериального давления, снижение пульсового давления и сдвиги показателей регионарного кровообращения (существенное увеличение гидростатического давления как в артериальном, так и в венозном отделах сосудистого русла, возникали явления венозного застоя, а также повышение общего периферического сопротивления) [20, 150].

Существенно сказываются перегрузки на функции внешнего дыхания. При этом происходит снижение минутной вентиляции легких [143].

Функциональные изменения в сердечной мышце на фоне гравитационных перегрузок отражаются на электрокардиограмме. При этом отмечается возникновение множественных экстрасистол, блокад в системе проведения импульса, нарушений ритма сердца [17].

В системе крови воздействие повторных гравитационных нагрузок приводит к снижению содержания гемоглобина и лейкоцитов, в то же время гематокрит существенно не изменяется. Лишь содержание ретикулоцитов обнаруживает тенденцию к снижению. Однако однократное воздействие вызывает эозинофилию. В кроветворных органах (костном мозге) оценка общей клеточности выявила тенденцию к снижению кариоцитов, повышение суммарного содержания нейтрофилов всех генераций [68].

В своих работах П.С. Пащенко (1992) исследовал у летчиков значение возраста, времени налета и стажа работы в формировании цитохимического статуса гранулоцитов и лимфоцитов периферической крови. Было установлено, что среди прочих факторов время налета в наибольшей степени определяет цитохимический статус клеток периферической крови, а, следовательно, и их функциональное состояние. Динамика содержания гликогена и липидов в гранулоцитах в общих чертах напоминает возрастные изменения этих показателей, но у летного состава они происходят в ускоренном темпе. В результате формируются признаки старения организма и связанное с ним раннее развитие атеросклероза [24, 94].

Адаптация организма в условиях современного летного труда сопровождается изменениями регуляции в системе гемостаза. Так, воздействия неблагоприятных факторов могут вызывать повреждения эндотелиальных клеток, увеличение проницаемости сосудов, интраваскулярную агрегацию тромбоцитов, осаждение фибрина и накопление липидов в стенках сосудов. Таким образом, летный состав подвержен в своей деятельности влиянию факторов развития тромбогеморрагического синдрома и атеросклероза [130].

В лимфатической системе гравитационные перегрузки вызывают стаз в кровеносных сосудах, лимфатических сосудах и узлах, резкую гиперемию в корковом и мозговом слое, расширение краевого синуса, разрывы капсулы, а также уменьшение количества лимфоцитов в лимфоидных фолликулах [104].

Повторное воздействие гипергравитации приводит к снижению абсолютной и относительной массы тимуса [68]. Установлено, что космический стресс, как и всякий другой, может приводить к снижению антиинфекционной реактивности организма. Длительные космические полеты приводят к акcidentalной инволюции лимфоидных органов у крыс. Эта инволюция обусловлена уменьшением числа лимфоцитарных элементов в тимусе, лимфоцитов и незрелых клеток красного ростка в селезенке [34].

Многими учеными исследовано состояние фибробластов и соединительной ткани при гипергравитации. Так, по данным нидерландских исследований, при гипергравитации активируется коллагеназа, и предполагается, что гипервесомость является пусковым механизмом повышения активности тканевого ингибитора металлопротеиназ (TIMP) [145]. Синтез коллагена при этом уменьшается [160].

Ряд исследований посвящен влиянию гипервесомости на опорнодвигательную систему [138, 163].

Установлено, что при воздействии гипергравитации перестройка кости, по видимому, связана с гидродинамическим напряжением, ведущим к повышению давления каналов остеонов, резорбции компактного вещества кости вокруг внутрикостных кровеносных сосудов с костеобразованием, компенсирующим периваскулярную резорбцию вещества [35].

Многие исследователи отмечают изменения в позвоночнике. Гравитационные перегрузки вызывают изменения и в межпозвоночных дисках [154] и влияют на длину позвоночного столба, которая уменьшается по мере увеличения интенсивности воздействия [146].

Систематическое воздействие гравитационных перегрузок приводит к увеличению костной массы позвонков, возрастанию плотности их структуры [61].

С точки зрения настоящего исследования представляет интерес анализ сведений о состоянии органов и тканей жевательного аппарата при гипергравитации. По этой проблеме имеются лишь единичные публикации [65, 66]. В них изучены состояния различных нервных образований и гемомикроциркуляторного русла в тканях языка, щеки и десны.

В результате экспериментальных исследований было установлено, что одиночные воздействия гравитационных перегрузок приводят к появлению изменений реактивного компенсаторно-приспособительного характера в нервном аппарате языка, десны и слизистой оболочки пасти животного [65]. Повторные воздействия гравитационных перегрузок вызывают также дегенеративные изменения различных компонентов нервного аппарата указанных органов и более глубокие изменения гемомикроциркуляции [66]. Были обнаружены реактивные изменения как афферентных, так и эфферентных структур нервного аппарата языка, десны и слизистой оболочки щеки. реакция чувствительных нервных окончаний языка и слизистой оболочки щеки проявлялась в изменениях, главным образом, претерминальных отделов рецепторов в виде значительного повышения аргирофилии афферентного волокна, изменения контуров его осевого цилиндра и иногда также и терминальных ветвей рецептора. В двигательных нервных окончаниях («моторных бляшках») наблюдалось укорочение и утолщение терминальных ветвей, а иногда и скручивание их в виде клубка. Изу-

чение экспериментального материала с помощью гистохимического метода Келле-Гоморри показало некоторое повышение активности холинэстеразы после перенесенных животными гравитационных перегрузок. Об этом свидетельствует и большое количество светло-коричневого осадка сульфида меди в «подошве» моторных бляшек, что также свидетельствовало о наличии неспецифической холинэстеразы [65]. Изменения в ангиоархитектонике и микроциркуляторном русле указанных органов и тканей проявлялось в виде увеличения емкости кровеносного русла, очаговых спазмов и дилатации сосудов, повышения их извилистости и деструктивных изменений сосудистой стенки, которые имели компенсаторно-приспособительный характер. Все выявленные изменения были более отчетливо выражены в первую неделю после окончания эксперимента и носили обратимый характер [66].

Высокий интерес для нашего исследования представляет влияние гравитационных перегрузок на скелетные мышцы и миокард. После перехода крыс из условий гипергравитации значительно увеличивается антигравитационная активность мышц, и происходит интенсивная трансформация мышечных волокон, возрастает их сила, увеличивается объем утилизации глюкозы мышцами и их энергозатраты. Трансформация мышечных волокон происходит с участием соматотропного гормона и тиреотропного гормона, активность которых возрастает при повторном воздействии гипергравитации, а увеличение функциональной активности тиреоидной ткани влияет на метаболизм в целом [68].

Воздействие факторов космического и авиационного полета приводят к развитию обратимой атрофии мышц с сохранением физиологической способности к регенерации. Мышечные волокна были истончены, расстояние между ними увеличено. При электронной микроскопии наблюдались дезинтеграция миофибрилл и z-полосок. Часто обнаруживались деструктивные изменения в волокнах. В основе микроциркуляторных расстройств лежит атрофический процесс, в результате которого нарушается тонус мышц и их функция насоса, что приводит в свою очередь к венозному застою, отеку мышц [49, 72].

Структурные изменения, очевидно, обусловлены следующими факторами. Получены результаты, которые свидетельствуют о способности нейтральных мышечных протеаз модулировать биомеханические параметры миофибрилл и их Ca^{2+} – регулируемость в процессе воздействия экстремальных факторов. Установлено, что при инфаркте миокарда происходит триптическое переваривание миозина гипертрофированного миокарда. Усиление протеолитической атакуемости сократительного аппарата в процессе адаптации к перегрузке может вызвать сдвиги, которые трудно классифицировать лишь как патологические нарушения. Однако активирование Ca^{2+} – зависимых нейтральных протеаз, находящихся в цитозоле мышечных клеток при небольших колебаниях внутриклеточной концентрации свободного Ca^{2+} указывает на их участие в адаптивных и деструктивных процессах уже в ранних стадиях реакции, когда наблюдаются первичные изменения в ионной проницаемости мембран [11].

Повышенная весомость при вращении на центрифуге позволяет считать, что возрастание активности Ca^{2+} , Mg^{2+} -АТФазы миозина в миокарде и скелетных мышцах крыс является одним из молекулярных механизмов адаптации миокарда к гипервесомости [45, 71, 121].

Зарубежными учеными было установлено, что при гипергравитации снижаются протеинсинтетические процессы в скелетных мышцах [149, 158]. Со стороны нервных волокон скелетных мышц при гравитационных перегрузках отмечается их фрагментация и распад. Наиболее выраженные изменения обнаруживаются у более толстых мякотных нервных волокон, более резистентными считаются моторные бляшки. Нормализации периферической нервной системы мышц голени не наступает [91].

Ряд авторов изучал влияние космического полета на состояние метаболизма в мышечной ткани. При этом обнаружены изменения по типу атрофии и дистрофии в

мышечной ткани [89]. Получены данные, свидетельствующие о снижении дыхательной и фосфорилирующей активности в ткани скелетных мышц, ослаблении способности к генерированию макроэргов, активации гликолитического пути образования макроэргических соединений, а также об увеличении активности ферментных систем пентозофосфатного пути окисления углеводов [85].

На морфофункциональное состояние различных органов и систем значительно влияет состояние метаболизма, активность ферментов энергетического обмена, уровень биологически активных веществ в крови и тканях организма при хронической гипергравитации.

В результате воздействия гравитационных перегрузок важным моментом, приводящим к гипоксическому состоянию тканей и клеток, можно считать сдвиг внутриклеточной рН в кислую сторону, обусловленное этим повышение активности кислых протеаз лизосом, нарушение структуры и функции лизосомальных мембран и выход гидролитических ферментов из органелл в окружающую среду.

Высокая активность гидролаз и выход из лизосом в окружающую среду, а также повышенная проницаемость клеточных и субклеточных структур лишь усугубляют уже возникшие под влиянием гравитации структурные повреждения мембран [124, 125]. При вращении на центрифуге и воздействии повышенной весомости происходит снижение активности митохондриальной малатдегидрогеназы и НАДФ-зависимой изоцитратдегидрогеназы в гепатоцитах, что свидетельствует о снижении интенсивности окислительных и биосинтетических процессов в печени. Неизмененный уровень активности лактадегидрогеназы в гепатоцитах после 30-суточного вращения на центрифуге свидетельствует о сохранности гликолиза и может указывать на относительное повышение роли гликолитического фосфорилирования в синтезе АТФ в печени при повышенной весомости [19].

Анаэробный обмен является важным физиологическим компонентом устойчивости к гипервесомости и гипоксии [155, 170]. В условиях гравитационного стресса происходит торможение секреции инсулина и глюкагона клетками поджелудочной железы [5], что значительно сказывается на энергетическом обмене в нервной и мышечной тканях.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.