

УДК: 616.878:355

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ЖЕВАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ШУМА, ГИПОКСИИ И ПЕРЕПАДОВ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ**Иорданишвили Андрей Константинович<sup>1,2</sup>

1 - Международная академия наук экологии безопасности человека и природы, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург;

2 - Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

**ДОИМИЙ ШОВҚИН ТАЪСИРИДА ЧАЙНАШ АППАРАТИ ОРГАНЛАРИ ВА ТЎҚИМАЛАРИДА МОРФОФУНКЦИОНАЛ ЎЗГАРИШЛАРИ, ГИПОКСИЯ ВА БАРОМЕТРИК БОСИМ ПАСАЙИШИ**Иорданишвили Андрей Константинович<sup>1,2</sup>

1 - Экология, инсон ва табиат хавфсизлиги фанлари халқаро академияси, Россия Федерацияси, Санкт-Петербург ш.;

2 – И.И. Мечников номидаги Шимолий –Ғарбий давлат тиббиёт университети, Россия Федерацияси, Санкт-Петербург ш.

**MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN THE ORGANS AND TISSUES OF THE MUSTERING MACHINE UNDER CHRONIC EXPOSURE TO NOISE, HYPOXIA AND BAROMETRIC PRESSURE DROP**Iordanoshvilli Andrey Konstantinovich<sup>1,2</sup>

1 - International Academy of Sciences of Ecology, Human Security and Nature MANEB, Russian Federation, St. Petersburg;

2 - North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Russian Federation, St. Petersburg

e-mail: [professoraki@mail.ru](mailto:professoraki@mail.ru)

**Резюме.** Ҳаво кучлари ва фуқаро авиацияси парвоз ходимларининг касбий фаолияти уларнинг органларига табиий ёки сунъий равишда яратилган экологик омилларнинг таъсири шароитида амалга оширилади. Шу билан бирга, авиация парвозининг экопатоген омиллари танага таъсир қилганда чайнаш аппарати органлари ва тўқималарида таркибий ўзгаришлар ҳақида деярли ҳеч қандай маълумот йўқ. Қозғоғда чайнов аппаратининг аъзо ва тўқималарига кенг тўлқинли шовқин, гипоксия ва барометрик босим тушишининг таъсири бўйича экспериментал тадқиқотдан олинган маълумотлар келтирилган. Таҷриба ҳайвонларнинг кенг тўлқинли шовқинга сурункали таъсир этиши вақтида энг кичик морфологик ўзгаришлар кузатилганлиги аниқланди. Гипоксия ва барометрик босим пасайиши ҳайвоннинг танасига таъсир қилганда порта ва патология ўртасидаги чегара позициясини эгаллаган реактив ва ҳалокатли морфологик ўзгаришлар қайд этилди. Паротид сўлак безининг тўқималари, чайнов ва тил мушаклари ҳамда тиш пулпаси экспериментал омиллар таъсирига ўта сезгирдир.

**Калим сўзлар:** авиация учини омиллари, чайнаш аппарати органлари ва тўқималари, чайнов мушаклари, сўлак безлари, пародонт, шовқин, гипоксия, барометрик босим пасайиши.

**Abstract.** The professional activity of the flight personnel of the air force and civil aviation takes place under the conditions of the action of natural or artificially created environmental factors on their bodies. At the same time, there is practically no information about structural changes in the organs and tissues of the chewing apparatus when ecopathogenic factors of aviation flight affect the body. The paper presents data from an experimental study on the effect of broadband noise, hypoxia and barometric pressure drops on the organs and tissues of the chewing apparatus. It was found that the smallest morphological changes were observed during the chronic exposure of the experimental animal to broadband noise. The greatest morphological changes, both reactive, occupying a borderline position between norm and pathology, and destructive, were noted when hypoxia and barometric pressure drops affected the animal's body. The tissues of the parotid salivary gland, masticatory muscles, tongue, and dental pulp are the most sensitive to the effects of these extreme factors.

**Keywords:** factors of aviation flight, organs and tissues of the chewing apparatus, masticatory muscles, salivary glands, periodontal disease, noise, hypoxia, barometric pressure drops.

**Актуальность.** В настоящее время сравнительно малоизученными остаются вопросы морфофункционального состояния органов и тканей жевательного аппарата у военнослужащих и лиц гражданских профессий, чья профессиональная деятельность протекает в условиях действия на их организм естественных или искусственно созданных факторов внешней среды [1]. К ним относится летный состав военно-воздушных сил (ВВС) и гражданской авиации страны, чья профессиональная деятельность выполняется, изо дня в день, в условиях постоянного воздействия целого ряда неблагоприятных факторов летного труда (гипергравитация, вибрация, измененное барометрическое давление, шумы и др.) [2].

Грамотная организация и проведения авиационными врачами и врачами-стоматологами лечебной и профилактической работы в воинских частях и медико-санитарных частях аэрофлота должна базироваться на научно обоснованные данные в отношении влияния факторов авиационного труда на морфофункциональное состояние органов и тканей жевательного аппарата, что важно для сохранения высокой профессиональной работоспособности летного состава [3].

Между тем, сведения о влиянии на органы и ткани жевательного аппарата хронического воздействия перепадов барометрического давления, шумов и гипоксии отсутствуют. В тоже время накопление, обобщение и анализ специальной информации по этим вопросам необходим для установления причинной связи заболеваний органов и тканей жевательного аппарата с летной работой, что важно для совершенствования оказания летному составу медицинской помощи, а также для их освидетельствования [4].

**Цель исследования** - изучить в эксперименте влияние хронического воздействия факторов авиационного полета (шум, гипоксия, перепады барометрического давления) на морфофункциональное состояние органов и тканей жевательного аппарата.

**Материал и методы.** В эксперименте использовали 57 клинически здоровых белых крыс – самцов линии "Вистар" в возрасте от 8 до 34 недель, которые составили 4 группы. Двенадцать животных служили контролем и не подвергались каким-либо воздействиям (1 группа, контрольная). Оставшиеся 45 животных подвергались хроническому действию широкополосного шума (2 группа, 15 животных), гипоксии (3 группа, 15 животных) и перепадов барометрического давления (4 группа, 15 животных).

Животные 2 группы подвергались изолированному воздействию широкополосного шума интенсивностью 100,0 дБ, находились в условиях пониженного давления кислорода или в условиях быстрых изменений барометрического давления. Влияние гипобарической гипоксии (3 группа) или

перепадов барометрического давления (4 группа) моделировали в барокамере для животных при подъеме на высоту 5000 м со скоростью вертикального подъема 20-25 м/с. При моделировании быстрых изменений барометрического давления производился подъем на высоту 5000 м со скоростью 20-25 м/с. По достижении этой высоты делалась площадка на 2 мин. Спуск производили до высоты 3000 м со скоростью 50 м/с. Вновь делалась площадка на 2 мин. и т.д. Подчеркнем, что данные пробы используются для оценки влияния переносимости гипоксии и быстрых изменений барометрического давления летным составом в практике авиационной медицины [5 – 8]. К моменту окончания эксперимента общее время изолированного воздействия факторов авиационного полета на животное составляло 40 часов 18 минут.

Питание и условия содержания животных всех групп не отличались. По завершении эксперимента животные, спустя 14 суток после последнего экстремального воздействия, выводились из опыта, а затем производили забор органов и тканей жевательного аппарата (слюнные железы, жевательные мышцы, слизистая оболочка и мышцы языка, десна, пульпа передних нижних зубов, костная ткань нижней челюсти и лимфатические узлы головы) материала для лабораторных, биохимических, иммунологических, морфологических и гистохимических исследований.

Для выявления структурных изменений в органах и тканях жевательного аппарата и оценки их состояния применялись окраски гематоксилином и эозином, по Ван-Гизон. Для исследования сосудов гомомикроциркуляторного русла (ГМЦР) производили окраски по Маллори и орсеином с целью выявить возможные диапедзные кровоизлияния, оценить структуру стенки сосудов и особенно ее эластичного компонента. Импрегнационные методы применялись как для изучения нервного аппарата, так и гомомикроциркуляторного русла. Для изучения состояния различных элементов нервной ткани применяли основные нейростологические методики: импрегнация азотнокислым серебром по Бильшовскому-Грос и окраска хромофильного вещества по Нисслию. Эти методики позволили получить достаточно полные картины строения мякотных и безмякотных нервных волокон, тел нейронов и межнейронные связи, а также выявить реактивные и дегенеративные изменения различных элементов периферической нервной системы в эксперименте.

Для изучения гомомикроциркуляторного русла органов и тканей жевательного аппарата использовалась методика транскарпиллярной инъекции 10% водным раствором колларгола, который хорошо заполнял все сосуды ГМЦР. Микрофотографирование производили на фотомикроскопе Оптон-III.

Микроангиоархитектонику, строение и состояние стенки сосудов различных звеньев ге-

момикроциркуляторного русла также изучали с помощью импрегнации срезов органов и тканей азотнокислым серебром по В.В. Куприянову [9]. Это исключило искусственное расширение просвета изучаемых сосудов, а также позволило оценивать их структурное и функциональное состояние. Фиксация материала производилась в 12% нейтральном формалине или жидкости Карнуа. Морфометрия выполнена при помощи окулярмикрометра. Также выполнено Электронно-микроскопическое исследование на электронном микроскопе JEM-100 СХ. Морфологический анализ производили на электронных микрофотографиях при конечном увеличении в 10 000 раз.

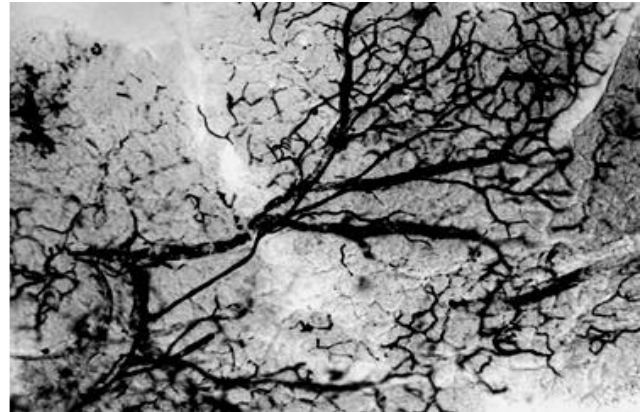
Выполненное исследование полностью соответствовало этическим стандартам и проводилось в соответствии с действующими правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных и получило одобрение этического комитета Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (протокол № 2 от 12.05.2021 г.).

Достоверность различий средних величин независимых выборок в ходе исследования было подвергнуто оценке при помощи параметрического критерия Стьюдента при нормальном законе распределения. Проверку на нормальность распределения оценивали при помощи критерия Шапиро-Уилкса. Для статистического сравнения долей с оценкой достоверности различий применяли критерий Пирсона  $\chi^2$  с учетом поправки Мантеля-Хэнзеля на правдоподобие. Во всех процедурах статистического анализа считали достигнутый уровень значимости ( $p$ ), критический уровень значимости при этом был равным 0,05.

#### Результаты исследования и их обсуждение.

Результаты морфологических исследований показали, что длительное воздействие широкополосного шума при уровне 100 дБ не приводит к выраженным стойким изменениям в тканях жевательного аппарата крыс, а диагностируемые преобразования носят преимущественно реактивный характер. Они выражаются в незначительных изменениях гемомикроциркуляторного русла (ГМЦР), которые наиболее отмечены в тканях околоушных слюнных желез, жевательных мышцах и тканях языка (рис. 1). При исследовании гистологических препаратов указанных органов выявляются расширения капилляров и сосудов веноулярного звена ГМЦР. При этом состояние ГМЦР пульпы зубов, слизистой оболочки десны, костной ткани челюстей и лимфатических узлов головы не отличаются от таковых у интактных животных (табл. 1). Другие изменения в органах и тканях жевательного аппарата при хроническом воздействии на организм животного широкополосного шума при уровне 100 дБ при использовании световой микроскопии не выявлены. Состояние нервных струк-

тур в объектах исследования у интактных животных и животных этой опытной группы практически не отличается. Вероятно, шум 100 дБ не оказывает прямого повреждающего воздействия на органы и ткани жевательного аппарата, а его влияние на них опосредуется и обуславливается изменениями, наступающими под влиянием шума в центральной нервной системе животных.



**Рис. 1.** Расширение вен и сосудов веноулярного звена гемомикроциркуляторного русла околоушной слюнной железы на фоне хронического воздействия широкополосного шума. Транскапиллярная инъекция колларголом. Просветленный препарат. OptonIII. Ув. 3 x 3 x 1,25.

При рассмотрении особенностей состояния структур жевательного аппарата у крыс при хронической гипоксии выявлены морфофункциональные преобразования в ГМЦР околоушных слюнных желез, пульпе зубов и лимфатических узлах головы. В указанных органах и тканях жевательного аппарата отмечается полнокровие и повышенная проницаемость стенок кровеносных капилляров, значительно реже выявляются периваскулярные отеки и кровоизлияния. Следует отметить, что сосуды веноулярного отдела ГМЦР достоверно расширены, а в некоторых местах извиты. При этом сосуды ГМЦР жевательных мылит, и мышц языка оказались более устойчивы к действию данного экстремального фактора. Наряду с указанными изменениями в ГМЦР отмечены также и дистрофические преобразования в паренхиме околоушных слюнных желез, пульпе зубов и околозубных тканях: пикноз ядер клеток ацинусов околоушных слюнных желез, одонтобластов и адамантобластов. Пульпа зубов более бедна по сравнению с интактными животными клеточными элементами, встречаются одонтобласты со светлой цитоплазмой. Со стороны нервных структур жевательного аппарата выявляется повышенная извилистость нервных стволов и их гипераргирофилия, а также неравномерное утолщение осевых цилиндров (рис. 2).

Таким образом, хроническая кислородная недостаточность является экстремальным фактором, приводящим к неспецифичным структурно-



функциональным изменениям в органах и тканях жевательного аппарата и звеньях ГМЦР, носящих компенсаторно-приспособительный характер.



**Рис. 2.** Гиперартериофилия и набухание нервных волокон жевательной мышцы. Хроническая гипоксия. Импрегнация по Бильшовскому-Грос. ОптопШ. Ув. 10 x 3 x 1,6.

Изучение гистологических препаратов позволило установить, что периодическое воздействие перепадов барометрического давления приводит к расширению мелких венул и капилляров во всех исследованных органах и тканях жевательного аппарата. Венозная гиперемия более значительна, чем в предыдущих случаях (табл. 1).

В результате деструктивных изменений сосудистой стенки венул и капилляров увеличивается их проницаемость, что проявляется появлением геморагии различных размеров. В большинстве случаев они возникают путем диапедеза и распространяются по расширенным периваскулярным щелям. Наряду с явлениями диапедеза форменных элементов крови в околоушных слюнных железах и жевательных мышцах отмечается наличие единичных мелкоочаговых кровоизлияний.

Вокруг сосудов в некоторых гистологических препаратах жевательных мышц выявлены очаги лейкоцитарной инфильтрации, что расценено, нами как наличие очагов асептического воспа-

ления. В жевательных мышцах и мышцах языка имели место также начальные признаки нарушения структуры поперечнополосатых мышечных волокон: очаговое исчезновение поперечнополосатой мышечной исчерченности (рис. 3).

Деструктивных процессов в других тканях жевательного аппарата животных не отмечено. Со стороны нервных структур, наряду с повышенной извилистостью, определяется неравномерное утолщение осевых цилиндров и их гиперартериофилия. Нервный аппарат оказался более пластичен и достаточно адаптирован к перепадам барометрического давления по сравнению с сосудами ГМЦР.

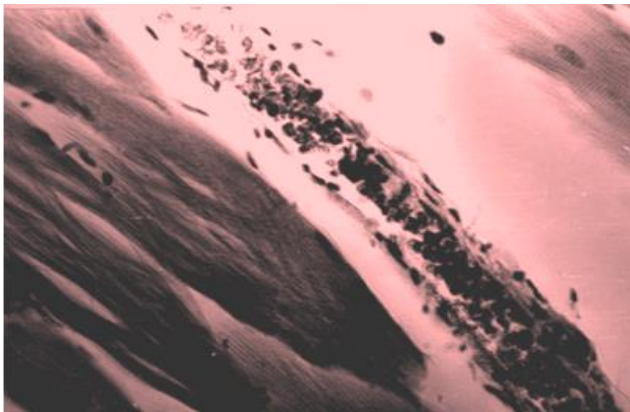
Таким образом, все исследованные экстремальные факторы авиационного полета приводили к изменениям в органах и тканях жевательного аппарата. Эти изменения в основном были однотипны и неспецифичны при различных воздействиях. Выраженность этих преобразований наиболее отчетливо проявляется в ГМЦР и нервном аппарате, но неодинаково по интенсивности. Интенсивность возникающих преобразований зависит от чувствительности и пластичности органов и тканей жевательного аппарата к воздействию этих экстремальных факторов.

Наименьшие морфологические изменения отмечены при хроническом воздействии на организм экспериментального животного широкополосного шума. Наибольшие морфологические изменения, как реактивные, занимающие пограничное положение между нормой и патологией, так и деструктивные, отмечены при воздействии на организм животного хронической гипоксии и перепадов барометрического давления гравитационных перегрузок. Наиболее же чувствительны к воздействию данного экстремального фактора ткани околоушной слюнной железы, жевательных мышц, языка, а также пульпа зубов.

**Таблица 1.** Средние диаметры сосудов гемомикроциркуляторного русла органов жевательного аппарата интактных животных и при воздействии различных экстремальных факторов, мкм ( $M \pm m_x$ )

| Воздействие                        | Объект исследования       |           |             |            |           |             |
|------------------------------------|---------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|
|                                    | Околоушная слюнная железа |           |             | Язык       |           |             |
|                                    | артериола                 | капилляр  | венула      | артериола  | капилляр  | венула      |
| Норма                              | 8,4 ± 1,9                 | 5,4 ± 0,4 | 33,3 ± 3,6  | 19,0 ± 1,6 | 6,0 ± 0,5 | 34,4 ± 3,5  |
| Широкополосный шум                 | 19,9 ± 1,9                | 5,8 ± 0,8 | 38,8 ± 4,2  | 19,9 ± 2,3 | 6,7 ± 0,5 | 36,6 ± 8,2  |
| Гипоксия                           | 21,8 ± 2,2                | 7,0 ± 0,9 | 43,8 ± 5,2  | 19,7 ± 2,0 | 7,9 ± 0,9 | 34,2 ± 3,3  |
| Перепады барометрического давления | 20,2 ± 2,2                | 7,9 ± 0,7 | 49,3 ± 4,4* | 20,1 ± 2,3 | 7,6 ± 0,9 | 39,3 ± 4,0  |
| Воздействие                        | Объект исследования       |           |             |            |           |             |
|                                    | Жевательная мышца         |           |             | Пульпа     |           |             |
|                                    | артериола                 | капилляр  | венула      | артериола  | капилляр  | венула      |
| Норма                              | 18,9 ± 1,9                | 5,8 ± 0,6 | 32,9 ± 4,0  | 17,3 ± 1,6 | 5,7 ± 0,4 | 30,1 ± 2,1  |
| Широкополосный шум                 | 21,1 ± 2,2                | 6,9 ± 0,7 | 38,2 ± 3,9  | 18,5 ± 4,8 | 6,6 ± 5,2 | 30,0 ± 3,1  |
| Гипоксия                           | 20,0 ± 1,8                | 6,6 ± 0,7 | 35,3 ± 4,0  | 18,9 ± 1,9 | 8,0 ± 0,9 | 39,7 ± 5,1  |
| Перепады барометрического давления | 19,7 ± 2,1                | 7,2 ± 0,9 | 39,9 ± 4,3  | 19,0 ± 1,8 | 6,7 ± 0,8 | 42,3 ± 5,8* |

Примечание: \* – показатели достоверно отличаются от аналогичных у интактных животных при  $p < 0,05$



**Рис. 3.** Частичное исчезновение поперечнополосатой исчерченности мышечных волокон и венозное полнокровие при перепадах барометрического давления. Методика Эйнарсона. OptonIII. Ув. 16 x 3 x 1,6.

**Заключение.** Резюмируя вышеизложенное, можно заключить, что в ходе экспериментального исследования были установлены основные структурные изменения в органах и тканях жевательного аппарата животного при воздействии на его организм некоторых экопатогенных факторов лётного труда. Полученные сведения важны для разработки схем фармакологической профилактики и фармакологической коррекции структурно-функциональных изменений, возникающих в органах и тканях жевательного аппарата при длительном воздействии на живой организм факторов авиационного полета.

Автор выражает благодарность сотрудникам кафедры нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова за помощь при выполнении настоящей работы.

#### Литература:

1. Тришкин Д.В. Медицинское обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации: итоги деятельности и задачи на 2018 год // Воен.-мед. журн. – 2018. – № 1. – С. 4–15.
2. Благинин А.А., Гребенюк А.Н., Лизогуб И.Н. Основные направления совершенствования медицинского обеспечения полетов авиации ВВС в современных условиях // Воен.-мед. журн. – 2014. – № 2. – С. 42–44.
3. Пономаренко В.А., Ворона А.А. Предпосылки для развития профилактической авиационной медицины // Воен.-мед. журн. – 2014. – № 10. – С. 55–56.
4. Иорданишвили А.К. Стоматологические заболевания у летного состава. – СПб., 1996. – 76 с.

5. Пашенко П.С. Регуляторные системы организма в условиях гравитационного стресса (морфофункциональный аспект). – СПб., 2007. – 286 с.
6. Гайворонский И.В., Курочкин В.А., Гайворонская В.В. и др. Жевательные мышцы: морфофункциональная характеристика и возрастные особенности в норме и при воздействии экстремальных факторов. – СПб., 2011. – 128 с.
7. Гайворонский И.В., Лобейко В.В., Гайворонская В.В. и др. Околоушная железа: морфофункциональная характеристика в норме и при воздействии экстремальных факторов. – СПб., 2011. – 124 с.
8. Бондарев Э.В., Егоров В.А., Новиков В.С., Лустин С.И. Медицинское обеспечение полетов на вертолетах наземного и палубного базирования. – СПб, 1995. – 36 с.
9. Куприянов В.В. Пути микроциркуляции. – Кишинев, 1969. – 124 с.

#### **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ЖЕВАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ШУМА, ГИПОКСИИ И ПЕРЕПАДОВ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Иорданишвили А.К.

**Резюме.** Профессиональная деятельность летного состава военно-воздушных сил и гражданской авиации протекает в условиях действия на их организм естественных или искусственно созданных факторов внешней среды. Вместе с этим, практически отсутствуют сведения о структурных изменениях органов и тканей жевательного аппарата при воздействии на организм экопатогенных факторов авиационного полета. В работе представлены данные экспериментального исследования по изучению влияния на органы и ткани жевательного аппарата широкополосного шума, гипоксии и перепадов барометрического давления. Установлено, что наименьшие морфологические изменения отмечены при хроническом воздействии на организм экспериментального животного широкополосного шума. Наибольшие морфологические изменения, как реактивные, занимающие пограничное положение между нормой и патологией, так и деструктивные, отмечены при воздействии на организм животного гипоксии и перепадов барометрического давления. Наиболее чувствительны к воздействию данных экстремальных факторов ткани околоушной слюнной железы, жевательных мышц, языка, а также пульпа зубов.

**Ключевые слова:** факторы авиационного полета, органы и ткани жевательного аппарата, жевательные мышцы, слюнные железы, пародонт, шум, гипоксия, перепады барометрического давления.