

Д.А. Атякшин

ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ И ГИСТОТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛАГЕНОВЫХ ВОЛОКОН ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ЖЕЛУДКА МЫШЕЙ C57 BLACK ПОСЛЕ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

*ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России,
НИИ экспериментальной биологии и медицины*

Резюме. Методами светооптической микроскопии изучены тинкториальные характеристики, содержание и топография коллагеновых волокон в стенке желудка мышей C57 black после 30-суточного орбитального полета на биологическом спутнике «БИОН-М» №1 и 7-суточной послеполетной реадaptации в наземных условиях. После космического полета выявлялась редукция ретикулярных волокон в гладкомышечных структурах оболочек желудка. В то же время, в собственной пластинке слизистой оболочки желудка происходило увеличение количества ретикулярных волокон. Спустя 7 суток постполетной реадaptации в наземных условиях наблюдалось усиление фибриллогенеза ретикулярных волокон в мышечной оболочке желудка и мышечной пластинке слизистой оболочки. После наземного моделирования некоторых условий орбитального полета в макете аппаратуры "БИОС-МЛЖ" состояние волокнистого компонента внеклеточного матрикса было сходным с показателями виварийных животных. Таким образом, факторы космического полета, прежде всего невесомость, приводили к адаптивному ремоделированию соединительной ткани желудка, которое проявлялось уменьшением численности коллагеновых волокнистых структур в различных оболочках желудка, изменением их гистотопoграфии и тинкториальных характеристик. Обсуждаются гравитационно-зависимые изменения соединительной ткани желудка в условиях микрогравитации, в том числе, процессы фибриллогенеза, регенерации внеклеточного матрикса и лизиса волокнистых структур соединительной ткани.

Ключевые слова: космический полет, невесомость, коллагеновые волокна, ретикулярные волокна, пищеварительная система, мыши C57 black.

Актуальность. Соединительная ткань вездесуща в организме млекопитающих и создает необходимые условия для реализации функциональной активности клеток различных органов. Особое значение элементы внутриорганной соединительной ткани начинают приобретать в условиях измененной гравитации, в том числе, в невесомости, поскольку выполняют функцию скелета (стромы). Ранее было показано, что по аналогии с опорно-двигательным аппаратом, в условиях микрогравитации интерстиций органов желудочно-кишечного тракта подвержен специфическим изменениям [2, 4, 24, 25]. Однако подобные исследования соединительной ткани системы пищеварения млекопитающих после пребывания в космическом полете были выполнены только на монгольских песчанках [2, 4, 24, 25]. Эксперимент на биологическом спутнике "БИОН-М" №1, полет которого продолжался с 19 апреля по 19 мая 2013 года, предоставил уникальные возможности для выявления последствий длительного пребывания в невесомости на организм млекопитающих, в том числе, на соединительную ткань. Помимо рекордной продолжительности полета, был выполнен эксперимент по 7-суточной реадaptации организма лабораторных животных после приземления биоспутника. В выполненной работе впервые проводится оценка

длительного воздействия факторов космического полета на состояние волокнистого компонента внеклеточного матрикса соединительной ткани оболочек желудка млекопитающих, а также впервые изучены восстановительные процессы в интерстиции спустя 7 суток после возвращения к земной гравитации.

Материал и методы исследования. При изучении биоматериала желудка мышей C57 black для оценки волокнистого компонента стромы использовались современные данные молекулярной биологии, рентгеноструктурного, гистологического и гистохимического анализов о строении соединительной ткани [13]. Эксперимент проведен на 58 самцах мышей C57 black (табл.1). В серию 30-суточного космического полета входили 5 животных, от которых биоматериал был взят через 9-11 часов после приземления биоспутника в Институте медико-биологических проблем РАН (г.Москва), а также 5 животных, которые после возвращения из орбитального полета 7 суток находились в условиях земной реадaptации. В серию моделирования влияния факторов космического полета в наземных условиях (биологический контроль) входили 16 животных, из которых одна половина находилась 30 суток в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ", а другая после модельного эксперимента проходила 7-суточную реадaptацию. Каждой из четырех вышеперечисленных групп животных соответствовала группа мышей виварийного контроля в количестве 8 мышей (табл. 1). Исчерпывающая информация по условиям содержания, питания и другим особенностям программы полета биоспутника «БИОН-М1» представлена в обзорных статьях [17, 26]. После декапитации животных фрагменты фундального отдела желудка фиксировали в 10% нейтральном формалине при комнатной температуре и заливали в парафин. Парафиновые срезы толщиной 6 мкм, выполненные по длинной оси фрагментов желудка, окрашивали гематоксилином Карацци и эозином, железным гематоксилином Вейгерта и пикрофуксином с помощью метода ван Гизон, а также импрегнировали азотнокислым серебром по методу Фута для идентификации ретикулярных волокон [11, 12, 27, 31, 34]. Топографию, тинкториальные характеристики и содержание коллагеновых волокон в интерстиции желудка оценивали на стандартной площади. Для количественной оценки состояния волокнистого компонента интерстиция использовали планиметрический подход [1], в условных единицах определяя индекс содержания волокон. При получении репрезентативной выборки исследовалось не менее 50 полей зрения. Полученный информационный массив статистически обрабатывался с использованием компьютерной программы Stat Soft Statistica, 6.0. Для сравнения двух выборок применяли t-критерий Стьюдента с уровнем значимости $p < 0,05$. При отсутствии нормального распределения данных достоверность отличий проверяли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона. Исследования проведены с соблюдением требований по гуманному обращению с животными в

соответствии с решением Комиссии по биомедицинской этике ИМБП (протокол № 206 от 07.10.2007 г.).

Полученные результаты и их обсуждение. Стенка желудка мышей C57 black виварийной группы имела типовую стратификацию и была представлена слизистой, подслизистой, мышечной и серозной оболочками. Слизистая оболочка дна желудка, покрытая призматическим железистым эпителием, содержала фундальные железы, между которыми обнаруживались свободно расположенные ретикулярные волокна. В слизистой оболочке была хорошо заметна мышечная пластинка, в которой локализовалась сеть тонких переплетающихся волокон с умеренной аргирофилией. В подслизистой основе обнаруживалось большее количество разнокалиберных ретикулярных волокон, расположенных рядом с пучками коллагеновых волокон. Высокое содержание ретикулярных волокон определялось в мышечной оболочке, в том числе, перимизии (рис. 1-А, 1-Б). Слои гладких миоцитов были разделены скоплениями рыхлой волокнистой соединительной ткани, содержащей ретикулярные волокна различной толщины. С плазмолеммой гладких миоцитов контактировали ретикулярные волокна, преимущественная ориентация которых была параллельна длинной оси гладких миоцитов. В серозной оболочке желудка ретикулярные волокна обладали умеренной аргирофилией.

При исследовании волокон, представленных преимущественно коллагеном I типа, было выявлено, что в желудке мышей виварийной группы основным местом их локализации являлась подслизистая оболочка, в которой они формировали умеренно фуксинофильные разнокалиберные пучки. Наибольшее развитие коллагеновых волокнистых структур наблюдалось около артерий и вен подслизистой оболочки.

После космического полета в сравнении с данными животных группы виварийного контроля становились очевидными процессы дезорганизации ретикулярных волокон и изменение их числа. В собственной пластинке слизистой оболочки желудка количество ретикулярных волокон возрастало. При этом на ее протяжении выявлялись локусы с высоким содержанием аргирофильных волокон либо зернистых структур. Иногда такие изменения затрагивали всю толщу слизистой оболочки. Довольно часто зоны с повышенным содержанием волокнистых структур формировались как в поверхностных слоях слизистой оболочки, так и в донных областях собственных желез желудка, свидетельствуя об определенных дистрофических нарушениях. Это сочеталось с повышением аргирофилии ретикулярных волокон интерстиция.

Наоборот, в мышечной пластинке слизистой оболочки происходила достоверная редукция числа ретикулярных волокон. Топографические особенности, присущие животным из группы виварийного контроля, обнаруживались существенно реже. Аналогичные изменения выявлялись и в области подслизистой оболочки.

Уменьшалось количество ретикулярных волокон крупного калибра, часто идентифицировался зернистый импрегнированный материал, или фрагменты волокон.

В мышечной оболочке желудка обнаруживались наибольшие послеполетные изменения ретикулярных волокон. Количество импрегнированных волокнистых структур достоверно снижалось на протяжении мышечных пластов и в межмышечном интерстиции (табл. 1; рис. 1-Б, 1-В). Иногда в мышечной оболочке визуализировались локусы, в которых аргирофильные структуры практически не выявлялись (рис. 1-В). Изменялась гистотопография ретикулярных волокон. Значительно редуцировались аргирофильные волокна вокруг гладких миоцитов. Часто выявлялись локусы с накоплением зернистого аргирофильного материала. На протяжении ретикулярных волокон обнаруживались изменения аргирофильных свойств, от микролокусов с низкой степенью окрашивания до высокой степени импрегнированности. Выявлялись конгломераты из окрашенного материала, которые преимущественно были вытянутой формы и крупных размеров.

В подслизистой оболочке желудка наблюдалась редукция пучков коллагеновых волокон, отечные явления и существенное возрастание фуксинофилии волокнистых структур. Кроме того, выявлялись участки гомогенизации пучков коллагеновых волокон, среди которых некоторые характеризовались пикринофилией. Это указывало на дистрофические процессы, приводящие к изменению строения коллагеновых волокон, вплоть до дезорганизации в пределах микролокусов.

После 7-суточной наземной реадaptации состояние ретикулярных волокон в слизистой оболочке не возвращалось к показателям групп виварийного и биологического контролей. Прежде всего, это касалось количественных критериев. В местах локализации клеток собственных желез желудка, подвергнутых наиболее выраженным дистрофическим изменениям в условиях космического полета, сохранялось повышенное содержание аргирофильных структур. Также наблюдалось высокое содержание сети ретикулярных волокон в прослойках соединительной ткани, разделяющей собственные железы желудка. Кроме того, нормализации тинкториальных свойств ретикулярных волокон не наблюдалось – у всех животных отмечалась повышенная аргирофилия волокнистых структур.

В то же время, в мышечной пластинке слизистой оболочки и, особенно, в мышечной оболочке происходили существенные изменения состояния ретикулярных волокон. Прежде всего, их численность достоверно возрастала (табл. 1, рис. 1-Д, 1-Е). При этом восстанавливалась гистоархитектоника волокон по отношению к гладким миоцитам. Одновременно обращало на себя внимание высокое содержание импрегнированных фрагментов в мышечной оболочке. Восстанавливалось содержание ретикулярных волокон, контактирующих с базальной мембраной гладких миоцитов (рис. 1-Е). Численность локусов гладкой мускулатуры желудка с явлениями редукции сети ретикулярных волокон уменьшалась.

При исследовании желудка после 30-суточного модельного эксперимента в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ" и спустя 7 суток после его завершения основные изменения ретикулярных волокон происходили в слизистой оболочке. Прежде всего, изменялись тинкториальные характеристики ретикулярных волокон в виде снижения аргирофилии. Дистрофические изменения покровного эпителия и собственных желез желудка отмечались в пределах микролюкусов. В мышечной пластинке слизистой оболочки топография волокнистых элементов практически не отличалась от картин, наблюдаемых в группе животных биологического контроля. Исследование ретикулярного остова подслизистой оболочки показало высокое содержание ретикулярных волокон, находящихся в тесном контакте с волокнистыми структурами, образованными коллагеном I типа. В мышечной оболочке обращала на себя внимание тенденция к возрастанию индекса содержания ретикулярных волокон по сравнению с показателями контрольной группы животных, не достигающая достоверного уровня. Главным образом, изменялись тинкториальные свойства ретикулярных волокон, что проявлялось снижением аргирофильных свойств. При исследовании материала животных, обследованных на 7-е сутки после проведения модельного эксперимента, выявленные микроскопические картины по большинству признаков не отличались от показателей животных группы биологического контроля. Исследование коллагеновых волокон в подслизистой оболочке показало, что условия модельного эксперимента вызывали преимущественно изменение тинкториальных характеристик пучков коллагеновых волокон.

Приступая к обсуждению полученных результатов, следует заметить, что значение измененной гравитации в формировании морфологических эквивалентов адаптации к условиям космического полета различных органов является предметом многочисленных дискуссий [8, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25]. Полученные в выполненной работе результаты согласуются с проведенными гистохимическими исследованиями интерстиция органов пищеварительной системы монгольских песчанок, побывавших в условиях 12-суточного космического полета на КА «Фотон-М3» [2, 4, 22, 23]. Это свидетельствует о существовании гравитационной сенситивности соединительной ткани, прежде всего, волокнистого компонента межклеточного матрикса, что, в свою очередь, может определять специфику развития морфофункциональных изменений органов пищеварительной системы в условиях орбитального полета [2, 18, 20, 21, 24, 25]. Выявленные признаки адаптивного ремоделирования внеклеточного матрикса соединительной ткани желудка после космического полета в виде редукции волокнистого компонента стромы могут быть опосредованы снижением эффективности фибриллогенеза и нарушением процессов восстановления межклеточного вещества. С этим хорошо согласуются результаты эмбриологического эксперимента на орбитальной станции "Мир" с птенцами японского перепела [7]. Причинами формирования иной гистоархитектоники и

тинкториальных свойств волокнистого компонента в условиях невесомости может быть комплекс факторов, в том числе, состояние кислотно-щелочного равновесия, ионный дисбаланс и аморфный компонент межклеточного вещества соединительной ткани. Фибриллогенез в условиях пониженной гравитации может приводить к изменениям калибра как отдельных ретикулярных волокон, так и площади организуемых ими сетей. Следует отметить также высокий потенциал элементов соединительной ткани к процессам реадаптации после возвращения животных из космического полета.

Очевидно, что интерстиций органов пищеварительной системы подвергался структурно-функциональным перестройкам, отражающим как адаптивные, так и альтеративные гравитационно-индуцированные процессы. Не менее важное диагностическое значение имели признаки усиления взаимодействия использованных красителей с коллагенами, что может быть обусловлено высвобождением большого числа реакционноспособных групп из-за процессов деполимеризации волокнистых структур вследствие трофических нарушений либо биоэффектов галактической компоненты космического излучения на молекулярном уровне. Известно, что условия орбитального полета приводят к развитию гемодинамических изменений в органах брюшной полости, в том числе, в желудке [6]. Таким образом, в условиях невесомости формируются метаболические перестройки аморфного компонента интерстиция, связанные с изменением уровня рН, содержанием гиалуроновой кислоты, других гликозаминогликанов в тактоидах, воды и т.д.. Это может отражаться на интенсивности экстрацеллюлярной сборки волокон. Второй этап фибриллогенеза волокнистых коллагеновых белков происходит в экстрацеллюлярном пространстве с формированием протофибрилл, микрофибрилл, фибрилл и, наконец, волокон [13]. При этом, в начальной стадии самопроизвольного формирования волокнистой фазы интерстиция молекулы тропоколлагена образуют перицеллюлярные молекулярные скопления (мезофазы), в которых между молекулами имеется расстояние, заполненное жидкостью [13]. Для инициации начала процесса образования надмолекулярных агрегатов коллагена необходимо сближение молекул тропоколлагена до определенного расстояния, что требует уменьшения объема водной среды между ними, а также множество других условий, в том числе, концентрации тропоколлагена, осмотического давления, температуры, ионной силы, рН, количества протеогликанов, ионов-комплексобразователей, АТФ, аскорбиновой кислоты, ферментов и многих других факторов [13]. Можно предположить, что в условиях невесомости эти условия могут меняться, что и приводит к изменению процессов физиологической регенерации коллагеновых волокон. При этом, нельзя не отметить значение тучных клеток в формировании изменений состояния соединительной ткани, как регуляторов местного гомеостаза и дирижеров тканевых метаболических процессов как в норме, так и при патологии - воспалении, заживлении ран, ангиогенезе, онкогенезе и др. [29, 30, 32, 33].

Тем более что ранее были показаны существенные морфофункциональные перестройки в структуре популяции тучных клеток после космического полета (3, 5).

Также, измененная гравитация может вызывать процессы дезорганизации коллагеновых волокон вследствие формирования определенных трофических нарушений и снятия статической нагрузки, имеющей место в условиях обычной земной гравитации. Таким образом, ускоренная редукция волокнистого остова в совокупности с отсутствием стимула к образованию коллагена приводили к уменьшению объема волокнистых структур в интерстиции желудка. Учитывая наиболее выраженные изменения волокнистого компонента межклеточного матрикса в мышечной оболочке желудка, можно предположить, что эти изменения могут оказывать влияние на снижение моторной функции желудочно-кишечного тракта, показанные в ряде функциональных исследований [18, 20, 25, 28].

Таблица 1.

Индекс содержания ретикулярных волокон в мышечной оболочке желудка мышей C 57 black (в усл.ед.)

Группы эксперимента		Желудок
Эксперимент на борту биологического спутника "БИОН-М" №1	Виварийный контроль к группе 30-суточного космического полета (n=8)	0,214±0,019
	Группа космического полета, находившаяся в течение 30 суток в условиях невесомости (n=5)	0,154±0,011 *,**
	Группа реадaptации, обследованная спустя 7 суток после возвращения животных из 30-суточного космического полета (n=5)	0,244±0,017 *,**
	Виварийный контроль к группе 7-суточной реадaptации после 30-суточного космического полета (n=8)	0,202±0,012
Эксперимент в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ"	Виварийный контроль к группе наземного эксперимента по моделированию 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ" (n=8)	0,208±0,022
	Группа биологического контроля - наземного эксперимента по моделированию 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ" (n=8)	0,214±0,017
	Группа реадaptации, обследованная спустя 7 суток после наземного моделирования 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ" (n=8)	0,197±0,023
	Виварийный контроль к группе 7-суточной реадaptации после наземного моделирования 30-суточного космического полета в макете полетной аппаратуры "БИОС-МЛЖ" (n=8)	0,212±0,018

Условные обозначения: * - $p < 0,05$ по сравнению с соответствующим виварийным контролем; ** - $p < 0,05$ по сравнению с соответствующим биологическим контролем.

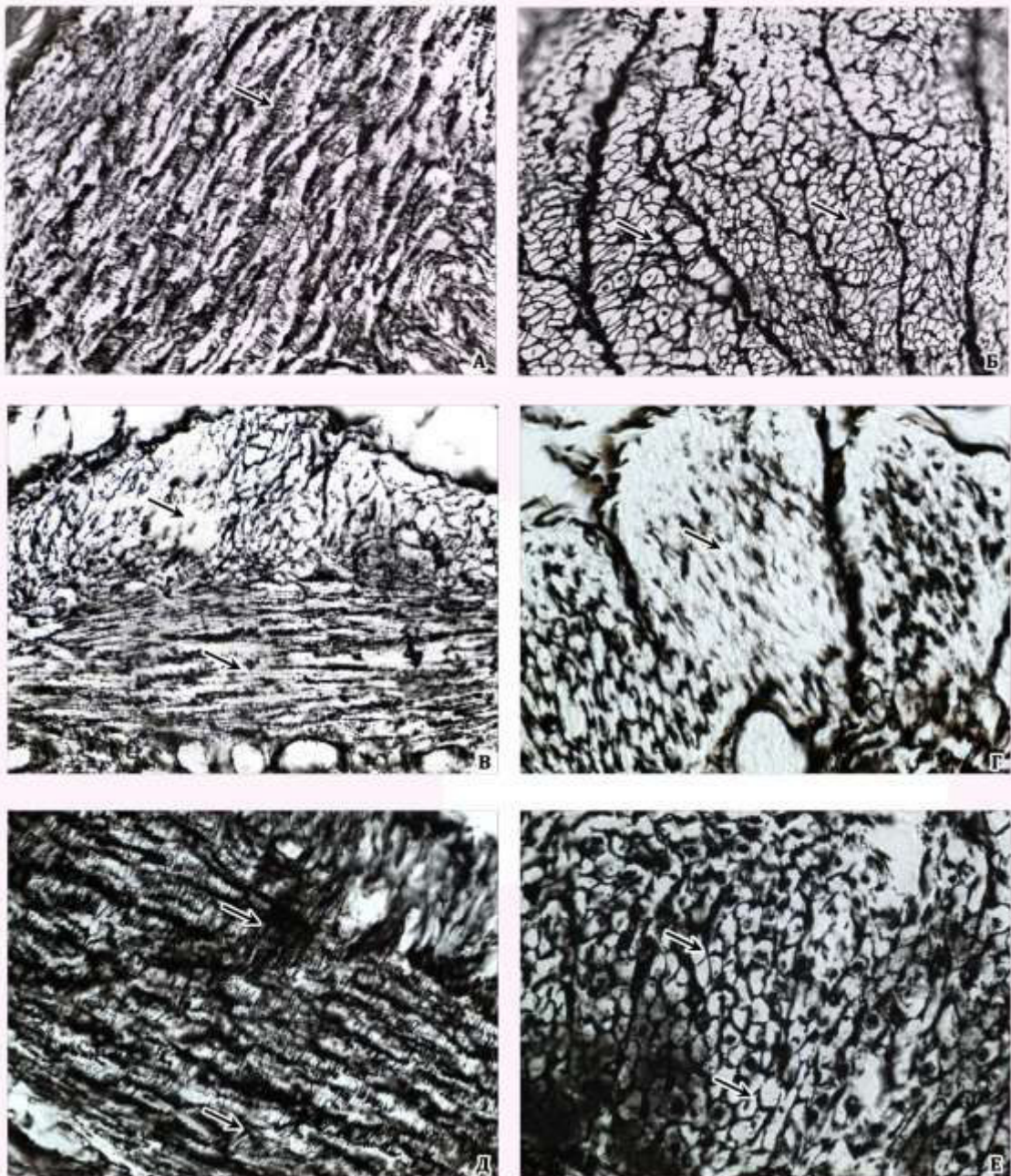


Рис. 1. Особенности гистоархитектоники и тинкториальных свойств ретикулярных волокон в мышечной оболочке желудка мышей С 57 black. Фиксация: 10% нейтральный формалин. Методика: импрегнация азотнокислым серебром по методу Фута. Увеличение: А, Б, В, Д - об x 60, Г, Е – об x 100.

А-Б. Виварийная группа животных. Определяются ретикулярные волокна в мышечной оболочке на продольном (А) и поперечном (Б) срезах пластов гладких миоцитов (обозначены стрелкой).

В-Г. Группа космического полета. Выявляется редукция ретикулярных волокон в интерстиции мышечной оболочки, определяются признаки фрагментации и гранулярного распада (обозначено стрелкой).

Д-Е. Группа 7-суточной послеполетной реадaptации. Высокое содержание ретикулярных волокон в интерстиции мышечной оболочки (обозначены стрелками).

Выводы. Факторы космического полета, прежде всего невесомость, приводили к адаптивному ремоделированию соединительной ткани желудка, которое

проявлялось уменьшением численности коллагеновых волокнистых структур в различных оболочках желудка, изменением их гистотопографии и тинкториальных характеристик. Обсуждаются гравитационно-зависимые изменения соединительной ткани желудка в условиях микрогравитации, в том числе, процессы фибриллогенеза, регенерации внеклеточного матрикса и лизиса волокнистых структур соединительной ткани.

Литература.

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство / Г.Г. Автандилов. – Москва: Медицина, 1990. – 384 с.
2. Атякшин Д.А. Морфологические изменения стенки желудка монгольских песчанок после 12-суточного орбитального полета на космическом аппарате «Фотон-М3» / Д.А. Атякшин., Э.Г. Быков // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2012. Т. 46. № 5. С. 26-33.
3. Атякшин Д.А. Популяционные характеристики слизистых тканевых базофилов тощей кишки монгольских песчанок после 12-суточного орбитального полета на космическом аппарате «ФОТОН-М3» / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 6. С. 17-24.
4. Атякшин Д.А. Ретикулярные волокна интерстиция органов пищеварительной системы монгольских песчанок после 12-суточного орбитального полета на КА «Фотон–М3» / Д.А. Атякшин., Э.Г. Быков // Журнал анатомии и гистопатологии. 2013. Т. 2. № 3 (7). С. 14-20.
5. Атякшин Д.А. Состояние тучных клеток тощей кишки монгольских песчанок после космического полета / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков // Журнал анатомии и гистопатологии. 2014. Т. 3. № 3 (11). С. 15-27.
6. Афонин Б.В. Гемодинамический механизм, определяющий возникновение гиперсекреторного состояния желудка в условиях микрогравитации / Б.В. Афонин // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 4. С. 10-11.
7. Гистогенез внутренних органов эмбрионов японского перепела, развившихся в условиях невесомости / Т.С. Гурьева [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина.– 2009.– Т.43, №6.–С.8-13.
8. Григорьев А.И. Адаптация к невесомости и стресс / А.И. Григорьев, А.С. Капланский, Г.Н.Дурнова // Авиакосмическая и экологическая медицина.– 1996.– Т.30, №3. –С.4-8.
9. Ильин Е.А. Эксперименты с крысами на биоспутниках «Космос»: морфологические и биохимические исследования / Е.А. Ильин, А.С. Капланский, Е.А. Савина // Космическая биология и авиакосмическая медицина.– 1989.– Т.23, №1.– С.4-9.
10. Капланский А.С. Морфологические эффекты невесомости и их патогенез/ А.С. Капланский, Е.А. Савина // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1981. –Т.15, №2.– С.66-72.
11. Меркулов Г.А. Курс патогистологической техники / Г.А. Меркулов. – Ленинград: Медгиз. 1969. – 5 изд. – 645 с.
12. Микроскопическая техника: руководство / под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. – Москва : Медицина, 1996. – 544 с.
13. Омеляненко Н.П. Соединительная ткань (гистофизиология и биохимия) / Н.П. Омеляненко, Л.И. Слуцкий. Т.1. / под ред. акад. РАН и РАМН С.П.Миронова. – Москва: Изд-во Известия, 2009. – 380 с.
14. Пестов И.Д. Управление процессами естественной адаптации в космических полетах / И.Д. Пестов // Организм и окружающая среда: адаптация к экстремальным условиям : материалы российской конференции с международным участием. – Москва, 2003. –С.272-273.
15. Попова И.А. Влияние космического полета на обмен веществ: итоги биохимических исследований в экспериментах с крысами на биоспутниках «Космос»/ И.А.Попова, А.И.Григорьев // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1992. – Т.26, №1. – С.4-10.
16. Португалов В.В. О механизмах развития морфологических изменений у млекопитающих, находившихся на биологических спутниках/ В.В.Португалов // Известия АН СССР. Серия: биологическая. – 1978. – №4. – С.501-505.
17. Проект «Бион-М1»: общая характеристика и предварительные итоги / В.Н. Сычев [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2014. - Т. 48, № 1. - С. 7–14.

18. Реакция пищеварительной системы на воздействие факторов космического полета. С.320-334 / К.В.Смирнов [и др.] // Космические полеты на кораблях «Союз». Биомедицинские исследования. – Москва: Наука, 1976. –416 с.
19. Серова Л.В. Приспособительные возможности млекопитающих в условиях невесомости / Л.В.Серова // Авиакосмическая и экологическая медицина. –1996.– Т.30, №2.– С. 5-10.
20. Смирнов К.В. Пищеварение и всасывание / К.В. Смирнов, А.М. Уголев // Человек в космическом полёте. Т.3 / под ред. В.В.Антипова, А.И. Григорьева, К.Л. Хантун.– Москва: Наука, 1997 // Космическая биология и медицина. – 1997. – Т.3, Кн. 1. – С.357-401.
21. Содержание гликогена в печени монгольских песчанок после полета на космическом аппарате «Фотон-М3» / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков, Е.А. Ильин, А.Н. Пашков // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2009. Т. 43. № 5. С. 18-22.
22. Состояние интерстиция печени монгольских песчанок после полета на космическом аппарате «Фотон-М3» / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков, Е.А. Ильин, А.Н. Пашков // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2010. Т. 44. № 6. С. 18-22.
23. Состояние интерстиция тощей кишки монгольских песчанок после полета на космическом аппарате «Фотон-М3» / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков, Е.А. Ильин, А.Н. Пашков // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2012. – Т.46, № 3. – С.8-13.
24. Тканеспецифичные особенности реакции слизистой тощей кишки монгольских песчанок при воздействии факторов космического полета на биоспутнике «ФОТОН-М3» / Д.А. Атякшин, Э.Г. Быков, Е.А. Ильин, А.Н. Пашков // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2011. Т. 45. № 2. С. 25-30.
25. Хантун К.Л. Кратковременные космические полеты / К.Л. Хантун // Человек в космическом полете. Т.3. Космическая биология и медицина. Кн.2. – Москва: Наука, 1997. – С.354-367.
26. Экспериментальные исследования на мышах по программе полета биоспутника «Бийон-М1» / А.А. Андреев-Андреевский и [др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2014. - Т. 48, № 1. - С. 14–27.
27. Foot N.C. Notes on rapid impregnation of reticular tissue with silver/ N.C. Foot // J. Techn. Method. – 1929.– Vol.12.– P.117-119.
28. Harm D.L. Changes in gastric myoelectric activity during space flight / D.L. Harm // Digestive diseases and sciences. – 2002. – Vol.47, N 8. – P.1737-1745.
29. Mast cell degranulation in rat uterine cervix during pregnancy correlates with expression of vascular endothelial growth factor mRNA and angiogenesis / V.L. Bosquiazzo et [c] // Reproduction 2007. V.133 P.1045–1055.
30. Mast cells degranulation affects angiogenesis in the rat uterine cervix during pregnancy / J. Varayoud et [c] // Reproduction. 2004. V. 127 p.379–387.
31. Romeis B. Mikroskopische Technik. / B. Romeis // 18 edn, Spektrum Akademischer Verlag, 2010. p.551.
32. Silva E. Z. M., Jamur M. C., Oliver C. Mast cell function: a new vision of an old cell / E. Z. M. Silva, M. C. Jamur, C. Oliver // Journal of Histochemistry & Cytochemistry, 2014. vol. 62, N. 10, P. 698–738.
33. Theoharides T.C. Mast cell: a neuroimmunoendocrine master player. / T.C. Theoharides // International journal of tissue reactions, 1996. N 18, P.1-21.
34. Weigert K. Eine kleine Verbesserung der Hämatoxylin van-Gieson-methode /K. Weigert // Ztschr wiss Mikr.– 1904.– V.21.– P.1–5.

Abstract.

D.A. Atiakshin

**HISTOCHEMICAL AND GISTOTOPOGRAPHICAL FEATURES
OF EXTRACELLULAR MATRIX COLLAGEN FIBERS OF CONNECTIVE TISSUE
OF MICE C57 BLACK STOMACH AFTER SPACE FLIGHT**

Voronezh State Medical University Research Institute of Experimental Biology and Medicine

Presents the results of the study tinctorial characteristics, content and histotopography collagen fibers in the wall of the stomach of mice C57 black after a 30-day orbital flight on Biological satellite "Bion-M» №1 and 7-day post-flight re-adaptation in the land conditions. After the space flight was detected reduction of reticular fibers in smooth muscle structures of the stomach wall. At the same time, in the lamina propria of the gastric mucosa occurred increase in the number of reticular fibers. After 7

days post-flight re-adaptation in the land conditions were increased fibrillogenesis reticular fibers in the muscle coat of the stomach and muscle lamina of mucous coat. After some ground simulation of orbital flight conditions in the model of equipment "BIOS-MLZH" state of the fibrous component of the extracellular matrix was similar to the indicators of animals of the vivarium. Thus, the space flight factors, primarily weightlessness, lead to adaptive remodeling of the connective tissue of the stomach, which is manifested decrease in the number of collagen fiber structures in various coats of the stomach, change their histotopography and tinctorial characteristics. Discussed gravitationally-dependent changes in the connective tissue of the stomach to microgravity conditions, including, fibrillogenesis, regeneration of the extracellular matrix and fibrous structures lysis in connective tissue.

Keywords. Space flight, weightlessness, collagen fibers, reticular fibers, the digestive system, the mouse C57 black.

References.

1. Avtandilov G. G. Medical morphometry: Managements / Avtandilov. – Moscow: Medicine, 1990. – 384 pages.
2. Atyakshin D. A. Morphological changes of a wall of a stomach of the Mongolian sandworts after 12-day orbital flight on the Foton-M3 spacecraft / D. A. Atyakshin., E. G. Bykov//Aerospace and ecological medicine. 2012. Т. 46. No. 5. Page 26-33.
3. Atyakshin D. A. Population characteristics of mucous fabric basophiles of a jejunum of the Mongolian sandworts after 12-day orbital flight on the FOTON-M3 spacecraft / D. A. Atyakshin, E. G. Bykov//Aerospace and ecological medicine. 2013. Т. 47. No. 6. Page 17-24.
4. Atyakshin D. A. Reticular fibers an interstition of bodies of the alimentary system of the Mongolian sandworts after 12-day orbital flight on KA of "Foton-M3" / D. A. Atyakshin., E. G. Bykov//Magazine of anatomy and histopathology. 2013. Т. 2. No. 3 (7). Page 14-20.
5. Atyakshin D. A. A condition of mast cells of a jejunum of the Mongolian sandworts after space flight / D. A. Atyakshin, E. G. Bykov//the Magazine of anatomy and histopathology. 2014. Т. 3. No. 3 (11). Page 15-27.
6. Afonin B. V. The hemodynamic mechanism defining emergence of a hyper secretory condition of a stomach in the conditions of a microgravity / B. V. Afonin//Aerospace and ecological medicine. 2013. Т. 47. No. 4. Page 10-11.
7. A histogenesis of internals of the embryos of the Japanese quail which developed in the conditions of imponderability / T.S. Guryeva [etc.]//Aerospace and ecological medicine. – 2009. – Т.43, No. 6. – Page 8-13.
8. Grigoriev A. I. Adaptation to an imponderability and stress / A.I. Grigoriev, A. S. Kaplansky, G. N. Durnova//Aerospace and ecological medicine. – 1996. – Т.30, No.3. – Page 4-8.
9. Ilyin E. A. Experiments with rats on the Space biosatellites: morphological and biochemical researches / E.A. Ilyin, A. S. Kaplansky, E. A. Savina//Bioastronautics and aerospace medicine. – 1989. – Т.23, No. 1. – Page 4-9.
10. Kaplansky A. S. Morphological effects of an imponderability and their pathogenesis/Ampere-second. Kaplansky, E. A. Savina//Bioastronautics and aerospace medicine. – 1981. – Т.15, No. 2. – Page 66-72.
11. Merkulov G. A. Course of patogistologicheskyy technique / G. A. Merkulov. – Leningrad: Medgiz. 1969. – 5 prod. – 645 pages.
12. Microscopic technique: the management / under the editorship of D. S. Sarkisov, Yu. L. Perov. – Moscow: Medicine, 1996. – 544 pages.
13. Omelyanenko N. P. Connecting fabric (gistofiziologiya and biochemistry) / N. P. Omelyanenko, L. I. Slutsky. Т.1. / under the editorship of the academician of RAS and the Russian Academy of Medical Science S.P.Mironov. – Moscow: Publishing house of News, 2009. – 380 pages.
14. I.D's pestles. Management of processes of natural adaptation in space flights / I.D. Pestov//Organism and surrounding medium: adaptation to extreme conditions: materials of the Russian conference with the international participation. – Moscow, 2003. – Page 272-273.
15. Popova I. A. Influence of space flight on a metabolism: results of biochemical researches in experiments with rats on the Space biosatellites / I. A. Popova, A. I. Grigoriev//Aerospace and ecological medicine. – 1992

Сведения об авторе. Атякшин Дмитрий Андреевич – доктор медицинских наук, директор НИИ экспериментальной биологии и медицины ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н.Бурденко Минздрава России, Earth-mars38@yandex.ru