

6. Miller P.J., Kim L.M., Ip H.S., Afonso C.L. Evolutionary dynamics of Newcastle disease virus // *Virology*. – 2009. – Vol. 391 (1). – P. 64-72.

7. Steward M., Vipond I.B., Millar N.S., Emerson P.T. RNA editing in Newcastle disease virus // *J. Gen. Virol.* – 1993. – Vol. 74 (Pt. 12). – P. 2539-2547.

**References**

1. OIE, 2009. Newcastle disease. OIE Manual of Standards for Diagnostics Tests and Vaccines, in Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals: Mammals, Birds and Bees. Office International des Epizootics, Paris, pp. 576-589, Chapter 2.3.14.

2. Smolenskiy V.I., Rudenko T.V., Drygin V.V. i dr. Novye epizootologicheskie aspekty nyukaslskoy bolezni // *Mater. IV region, konf. «Zolotoe koltso Rossii»*, posvyashch. probl. prof. i lech. domashnikh zhivotnykh i ptits. – Vladimir, 2001. – S. 76-77.

3. Lamb R.A., Collins P.L., Kolakofsky D., Meleiro J.A., Nagai Y., Oldstone M.B.A., Pringle C.R., Rima B.K. Family *Paramyxoviridae*. In: Fauquet C.M.,

editor. *Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses. The Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses.* Elsevier Academic Press; 2005. pp. 655-668.

4. Orynbaev M.B., Sultankulova K.T., Kerimbaev A.A. i dr. Molekulyarno-biologicheskie svoystva patogennykh virusov bolezni Nyukasla, vydelennykh na territorii Kazakhstana // *Selskokhozyaystvennaya biologiya*. – 2016. – T. 51. – № 2. – S. 255-263.

5. Bogoyavlenskiy A., Berezin V., Prilipov A., et al. Newcastle disease outbreaks in Kazakhstan and Kyrgyzstan during 1998, 2000, 2001, 2003, 2004, and 2005 were caused by viruses of the genotypes VIIb and VIId // *Virus Genes*. – 2009. – Vol. 39 (1). – P. 94-101.

6. Miller P.J., Kim L.M., Ip H.S., Afonso C.L. Evolutionary dynamics of Newcastle disease virus // *Virology*. – 2009. – Vol. 391 (1). – P. 64-72.

7. Steward M., Vipond I.B., Millar N.S., Emerson P.T. RNA editing in Newcastle disease virus // *J. Gen. Virol.* – 1993. – Vol. 74 (Pt. 12). – P. 2539-2547.



УДК 57.012.4+612.465+599.323.45:612.464+615.3

**М.М. Сальникова, В.Р. Саитов, Е.А. Колганова, Г.Ш. Закирова, И.Р. Кадиков, К.Х. Папуниди, В.В. Иванов, А.И. Бахтушкина**  
**М.М. Salnikova, V.R. Saitov, Ye.A. Kolganova, G.Sh. Zakirova, I.R. Kadikov, K.Kh. Papunidi, V.V. Ivanov, A.I. Bakhtushkina**

**УЛЬТРАСТРУКТУРА ПОЧЕК КРЫС ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ АЦЕТАТА СВИНЦА, ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ И ПРИМЕНЕНИИ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

**ULTRASTRUCTURE OF RAT KIDNEYS UNDER COMBINED EXPOSURE OF LEAD ACETATE AND IONIZING RADIATION, AND TREATMENT AND PREVENTION MEASURES**

**Ключевые слова:** ультраструктура, крысы, гломерула, эпителиоциты, подоциты, митохондрии, противорадиационный лечебно-профилактический иммуноглобулин.

Проведена оценка комбинированного воздействия ионизирующего излучения и ацетата свинца, а также на фоне подобного влияния испытание эффективности лечебно-профилактических средств. Необратимые альтерации отмечались в митохондриальном аппарате – рез-

кое набухание с разрывами наружной, внутренней или обеих мембран. В группе, которой наряду с техногенными экотоксикантами и ионизирующей радиацией задавали ПЛПИ (противорадиационный лечебно-профилактический иммуноглобулин) и шунгит, клетки имели незначительную степень повреждения. В ядрах преобладал фибриллярный хроматин, просматривались ядрышки. В цитоплазме некоторых клеток много рибосом и полирибосом. Складки базального лабиринта глубокие, с активными митохондриями.

**Keywords:** *ultrastructure, rats, glomerulus, epithelial cells, podocytes, mitochondria, antiradiation therapeutic and prophylactic immunoglobulin.*

We assessed the combined effect of ionizing radiation and lead acetate. Related to such effect, we tested the effectiveness of therapeutic and prophylactic agents. The strongest changes were in the mitochondrial apparatus, there were irreversible alterations - a sharp swelling with breaks of

the outer, inner or both membranes. The group, which along with the technogenic ecotoxigants and ionizing radiation was on the ATPI (antiradiation therapeutic and prophylactic immunoglobulin) and shungite had the cells with a slight degree of damage. Fibrillar chromatin prevailed in the nuclei. Nucleoli were visible. In the cytoplasm of some cells, there were many ribosomes and polyribosomes. The folds of the basal labyrinth were deep, with active mitochondria.

**Сальникова Марина Михайловна**, к.б.н., доцент, каф. зоологии и общей биологии Института фундаментальной медицины и биологии, Казанский федеральный университет. Тел.: (843) 233-72-36. E-mail: m\_salnikova@mail.ru.

**Саитов Вадим Расимович**, д.б.н., зав. сектором электронной микроскопии, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань. Тел.: (843) 239-53-49. E-mail: sinsavara@yandex.ru.

**Колганова Елена Андреевна**, аспирант, сектор электронной микроскопии, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань. Тел.: (843) 239-53-49. E-mail: alenaka09@mail.ru.

**Закирова Гульназ Шагинуровна**, к.в.н., вед. н.с. лаб. тяжелых металлов и синтетических ядов, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань. Тел.: (843) 239-53-32. E-mail: guknazik1978@mail.ru.

**Кадиков Ильнур Равилевич**, д.б.н., зав. лаб. тяжелых металлов и синтетических ядов, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань. Тел.: (843) 239-53-32. E-mail: cir6@yandex.ru.

**Папуниди Константин Христофорович**, д.в.н., проф., зам. директора по НИР и токсикологической безопасности, ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань. Тел.: (843) 239-53-11. E-mail: vnivi@mail.ru.

**Иванов Вадим Витальевич**, д.в.н., зав. отделом ветеринарной эндоскопии, Научно-производственное предприятие ДиалМед, г. Казань. Тел.: (843) 290-22-90. E-mail: 902290@mail.ru.

**Бахтушкина Алевтина Ивановна**, к.в.н., зав. лаб. скотоводства, Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства – филиал, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. Тел.: (38844) 22-5-84. E-mail: alevtinabakh@mail.ru.

**Salnikova Marina Mikhaylovna**, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Zoology and General Biology, Kazan Federal University. Ph.: (843) 233-72-36. E-mail: m\_salnikova@mail.ru.

**Saitov Vadim Rasimovich**, Dr. Bio. Sci., Head, Electron Microscopy Sector, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan. Ph.: (843) 239-53-49. E-mail: sinsavara@yandex.ru.

**Kolganova Yelena Andreyevna**, post-graduate student, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan. Ph.: (843) 239-53-49. E-mail: alenaka09@mail.ru.

**Zakirova Gulnaz Shaginurovna**, Cand. Vet. Sci., Leading Staff Scientist, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan. Ph.: (843) 239-53-32. E-mail: guknazik1978@mail.ru.

**Kadikov Ilnur Ravilevich**, Dr. Bio. Sci., Head, Lab. of Heavy Metals and Synthetic Poisons, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan. Ph.: (843) 239-53-32. E-mail: cir6@yandex.ru.

**Papunidi Konstantin Khristoforovich**, Dr. Vet. Sci., Prof., Deputy Director for Research and Toxicological Safety, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan. Ph.: (843) 239-53-11. E-mail: vnivi@mail.ru.

**Ivanov Vadim Vitalyevich**, Dr. Vet. Sci., Head, Veterinary Endoscopy Dept., Scientific and Production Enterprise Di-alMed, Kazan. Ph.: (843) 290-22-90. E-mail: 902290@mail.ru.

**Bakhtushkina Alevtina Ivanovna**, Cand. Vet. Sci., Head, Cattle Breeding Lab., Gorno-Altayskiy Research Institute of Agriculture, Branch, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies. Ph.: (38844) 22-5-84. E-mail: alevtinabakh@mail.ru.

## Введение

Относительно недавняя Фукусимская авария лишний раз подтвердила, что несмотря на современные достижения науки и техники угроза радиоактивного поражения имеет потенциальный характер.

Несомненную опасность представляет и антропогенное воздействие тяжелых металлов, спо-

собных мобилизоваться и высвобождаться в окружающей среде, накапливаться в пищевой цепи и, представлять серьезную угрозу здоровью людей и животных [1]. Вместе с тем не стоит забывать о том, что зачастую вышеперечисленные агенты могут воздействовать на организм человека и животных комбинированно, тем самым повышая риски экологической опасности. На сего-

дняшний день последствия глобального загрязнения окружающей среды имеют приоритетное социально-экономическое значение и требуют постоянного усовершенствования терапии и профилактики животных к отрицательному воздействию комплекса ксенобиотиков [2].

Анализ доступной литературы свидетельствует о неосвещенности вопросов нефропатии при комбинированных воздействиях ионизирующего излучения и тяжелых металлов на ультратонком уровне. В мировой литературе имеются статьи, включающие ультраструктурные исследования почек различных (в основном лабораторных) животных, но все они затрагивают только моновоздействия или ионизирующего излучения, или каких-либо из тяжелых металлов [3-5].

Согласно планам научных изысканий в ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» проводятся эксперименты по оценке сочетанных и комбинированных воздействий на различных видах животных – диоксида, тяжелых металлов, пестицидов, микотоксинов и радиоактивного излучения, включая морфологические исследования [6-9].

**Цель** исследования – оптимизация защиты животных при комбинированных поражениях техногенного характера. В задачи входило изучение методом электронной микроскопии особенностей комбинированного влияния тяжелых металлов и ионизирующего излучения на клетки почек крыс с оценкой на этом фоне эффективности различных лечебно-профилактических средств.

#### **Объекты и методы исследований**

Эксперимент выполнялся на белых нелинейных крысах массой тела 190-210 г. Три группы по 9 крыс в каждой формировались по принципу аналогов с учетом возраста, пола и массы тела.

Первая группа являлась биологическим контролем и получала естественный рацион. Вторая подвергалась комбинированному воздействию: общее, однократное, внешнее гамма-облучение в дозе 7 Гр на изотопной гамма-установке «Пума» и уксуснокислый свинец в дозе 65 мг/кг, с кормом, ежедневно в течение 30 сут. Третьей группе на фоне комбинированного воздействия гамма-облучения и ацетата свинца (в тех же дозах, как во второй) назначали ПЛПИ и сорбент шунгит; ПЛПИ в дозе 50 мг/кг в/м, согласно инструкции через 2, 24 и 48 ч после облучения; шунгит 2% от сухого вещества.

Для электронно-микроскопических исследований кусочки ткани внутренних органов размером

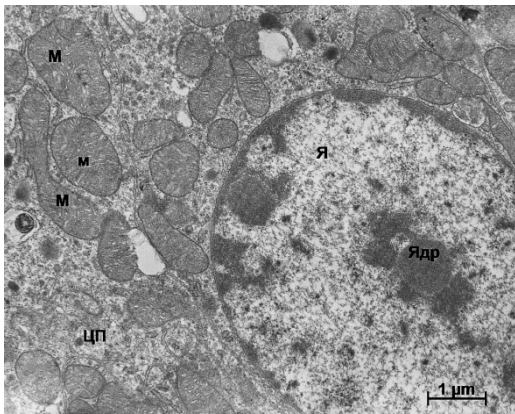
до 1 мм<sup>3</sup> обрабатывались по стандартным и модифицированным электронно-микроскопическим методикам [10].

Ультратонкие срезы получали на ультрамикротоме LKB – III 8800 и изучали в электронном микроскопе JEM 100 CX-II («Jeol» Japan). Съёмку проводили на фототехническую пленку AGFA ORTHOCHROMATIC. Для получения электронных фотографий негативы сканировали на сканере EPSON PERFECTION 4990 PHOTO с разрешением 600 dpi. Морфометрическая и статистическая обработка микрофотографий производилась с помощью программ AxioVision Rel. 4.8 (Carl Zeiss) и ACDSSee Pro v.6. Фотографии объектов исследований описывались согласно современным научным требованиям.

#### **Результаты исследований**

В группе биологического контроля эпителиоциты проксимальных канальцев почек крыс с ядрами округлой формы и хроматином средней электронной плотности. Конденсированный хроматин распределяется по периферии ядра. Отчетливо просматриваются ядрышки. Перинуклеарное пространство одинаковой ширины на всей протяженности ядерной оболочки. Цитоплазма средней электронной плотности. Митохондрии продолговатой, извитой, С-формы разных размеров, достигают длины 4 мкм. Располагаются в непосредственной близости от складок клеточной мембраны базальной части клетки и накапливаются в околоядерном пространстве (рис. 1). Матрикс митохондрий умеренной электронной плотности. Кристы отчетливо просматриваются. Межмембранное пространство крист в одной митохондрии может быть различным: либо равномерное по всей их длине, либо просветленное. Ламеллярные кристы параллельными рядами чередуются с короткими хаотично расположенными.

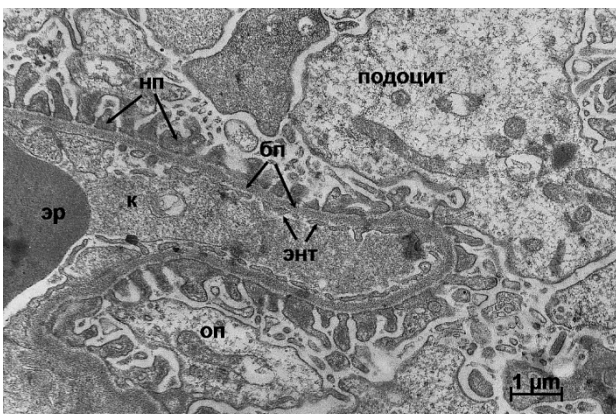
Складки плазматической мембраны базальной части клетки имеют высокую контрастность и отчетливо видны. Они далеко вдаются вглубь клетки, доходят до ядра эпителиоцита. Редко встречается аппарат Гольджи с мелкими цистернами и эндоплазматический ретикулум, много пероксисом. Цитоплазма заполнена небольшим количеством мелких вакуолей с содержимым различной электронной плотности, которые можно диагностировать как пиноцитозные пузырьки. Апикальная часть эпителиоцитов имеет большое количество микроворсинок с хорошо развитыми актиновыми филаментами.



**Рис. 1. Участок эпителиоцита проксимального канальца крысы группы биологического контроля:**  
**Я – ядро; Ядр – ядрышко; М – митохондрии;**  
**ЦП – цитоплазма**

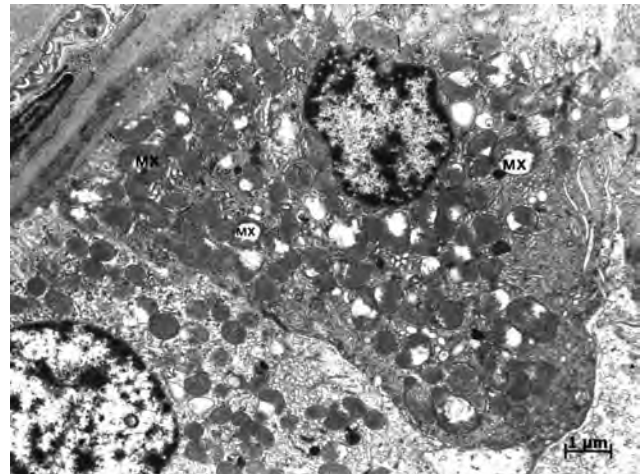
Фильтрационный барьер почечных клубочков имеет классическое строение и соответствует норме (рис. 2). Отмечаются четко выраженные фильтрационные щели между ножками подоцитов и фенестры в эндотелиальных клетках.

Базальная пластинка гомогенная, равномерная по всей длине. Ядра подоцитов неправильной формы с хроматином средней электронной плотности. Конденсированный хроматин равномерно расположен по всему объему ядра. Цитоплазма подоцитов заполнена большим количеством митохондрий, с матриксом средней электронной плотности. Кристы митохондрий равномерны. Часто встречаются цистерны гранулярного эндоплазматического ретикулума, свободные рибосомы и комплекс Гольджи. В трабекулах хорошо просматривается актиновый цитоскелет.



**Рис. 2. Участок фильтрационного барьера в почечном клубочке крысы группы биологического контроля:**  
**ЭР – эритроцит; К – капилляр; ЭНТ – эндотелий;**  
**БП – базальная пластинка фильтрационного барьера; НП – ножки подоцитов;**  
**ОП – отростки подоцитов**

Клетки коркового вещества почек крысы после комбинированного воздействия уксуснокислого свинца в дозе 65 мг/кг м.т. и ионизирующего излучения в дозе 7 Гр имеют признаки патологии. Визуализация полученных электроннограмм проксимальных канальцев свидетельствует о том, что в ядрах эпителиоцитов выявляется перераспределение хроматина, цитоплазма средней электронной плотности (рис. 3).



**Рис. 3. Участок проксимального канальца коркового вещества почек крысы после комбинированного воздействия ионизирующего излучения в дозе 7 Гр и уксуснокислого свинца в дозе 6,5 мг/кг м.т.:**  
**МХ – митохондрии**

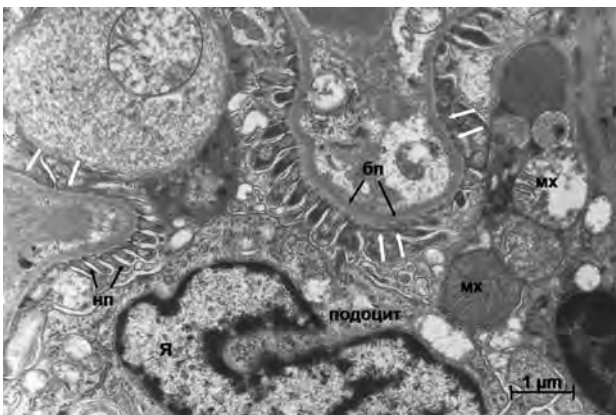
Митопласт хорошо развит, но разделяется на две популяции. Одна популяция сохраняет признаки высокой функциональной нагрузки. В большинстве других митохондрий выявляются необратимые альтерации – резкое набухание с разрывами наружной, внутренней или обеих мембран. Можно диагностировать зернистую (мутную) дистрофию. Нарушение структуры микроворсинок и мембран базального лабиринта, которые связаны с деструкцией цитоскелета, характеризуют нарушения процессов реасорбции. Клетки не плотно прилегают друг к другу, лишь изредка встречаются десмосомы, как результат – десквамация эпителиальных клеток.

Фильтрационный барьер со значительными нарушениями в структуре (рис. 4). Ножки цитоподий разных размеров, имеются мелкие, образующие фильтрационные щели, и крупные, которые образуются слиянием мелких. Такие участки фильтрационного барьера не имеют фильтрационных щелей. Эндотелий фрагментирован или отсутствует. Базальная пластинка истончается, её ширина уменьшается в среднем на 40% ( $p < 0,05$ ),

но имеет гомогенную структуру. Такие признаки характеризуют нарушение процесса фильтрации в гломеруле. Пространство капсулы средней электронной плотности. В подоцитах обнаруживаются ядра с инвагинациями и просветленной кариоплазмой.

Просмотр полученного в ходе всего эксперимента материала свидетельствует о том, что в группе, которой наряду с техногенными экотоксикантами и ионизирующей радиацией задавали ПЛПИ и адсорбент шунгит, клетки имеют слабую степень повреждения и признаки восстановительных процессов. Ультраструктура фильтрационного барьера соответствует норме (рис. 5). Базальная пластинка трехслойная, по толщине соответствует норме.

Ядра большинства клеток проксимальных канальцев располагаются в базальной части и имеют естественную для эпителиоцитов округлую или овальную форму. В ядрах преобладает фибриллярный хроматин, хорошо просматриваются ядрышки. Сохраняется лишь просветленность кариоплазмы.

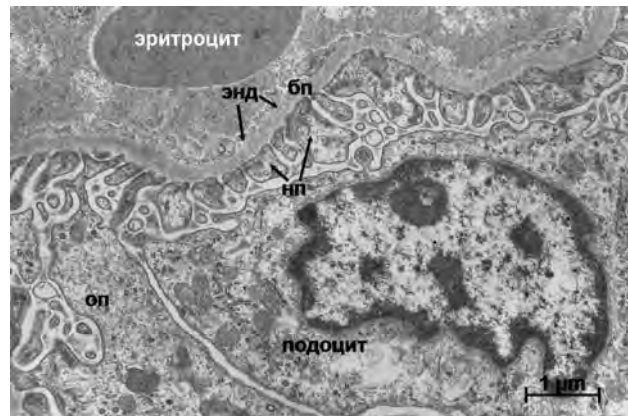


**Рис. 4. Участок фильтрационного барьера в почечном клубочке крысы после комбинированного воздействия ионизирующего излучения в дозе 7 Гр и уксуснокислого свинца в дозе 6,5 мг/кг м.т.:**

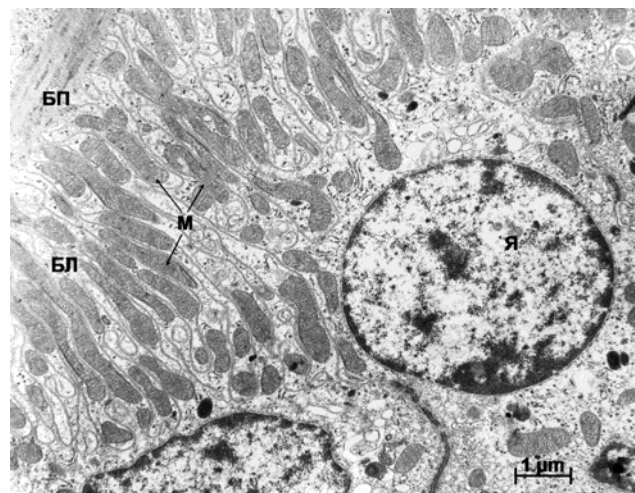
**Я – ядро; МХ – митохондрии; БП – базальная пластинка фильтрационного барьера; НП – ножки подоцитов, белые стрелки указывают участки фильтрационного барьера, где отсутствуют ножки подоцитов и фильтрационные щели**

В эпителиоцитах с признаками повреждения ядра обнаруживаются в апикальной области клетки, овальной формы с признаками набухания. Кариоплазма просветленная, местами пустая, хроматин фрагментирован, мало ядерных пор, кото-

рые увеличены в размерах. В проксимальных канальцах встречаются двуядерные клетки.



**Рис. 5. Участок фильтрационного барьера в почечном клубочке крысы после комбинированного воздействия уксуснокислого свинца в дозе 65 мг/кг массы тела с ионизирующим излучением в дозе 7 Гр и применения лечебно-профилактических средств ПЛПИ и шунгита: БП – базальная пластинка фильтрационного барьера; НП – ножки подоцитов; ЭНТ – эндотелий; ОП – отростки подоцитов**



**Рис. 6. Участок эпителиоцита проксимального канальца крысы при воздействии ионизирующего излучения 7 Гр, уксуснокислого свинца в дозе 65 мг/кг массы тела и применения ПЛПИ 0,5 мл/кг м.т. с шунгитом 1% от сухого вещества: Я – ядро; М – митохондрии; БП – базальная пластинка; БЛ – базальный лабиринт**

Цитоплазма всех клеток немного просветленная, впрочем, как и в контрольной группе. В некоторых клетках много рибосом и полирибосом. Складки базального лабиринта глубокие, с очень активными митохондриями: плотный матрикс с большим количеством просветленных крист,

удлиненная, бубликовидная или С-форма. Встречаются пероксисомы. Много пиноцитозных пузырьков, микроворсинки на апикальной поверхности клеток хорошо развиты, ровной формы. Перечисленные морфологические признаки свидетельствуют о высоком энергетическом потенциале этих клеток. Наблюдаются контакты между клетками, которые прочно удерживают эпителиоциты проксимальных канальцев между собой. Сохраняется мелкая вакуолизация цитоплазмы, много телолизосом, которые характеризуют восстановительную перестройку в клетках.

### Выводы

1. В корковом веществе почек крыс под действием радиации в комбинации с тяжелым металлом нами обнаружены патологические изменения нефрона: как в гломеруле, так и в проксимальных канальцах. В равной степени нарушаются процессы фильтрации и концентрации мочи. Это проявляется нарушением ультраструктуры фильтрационного барьера в гломеруле и микроворсинок, мембран базального лабиринта, набуханием митохондрий в проксимальных канальцах.

2. Применение противорадиационного лечебно-профилактического иммуноглобулина в сочетании с адсорбентом шунгитом в ходе проведения экспериментов дали положительные результаты. Клетки нефрона имеют незначительную степень повреждения. Ультраструктуры характеризуют активные процессы фильтрации в гломеруле и высокий энергетический баланс, процессы детоксикации, работу транспортных систем в проксимальных канальцах.

### Библиографический список

1. Сальникова М.М., Колганова Е.А., Закирова Г.Ш., Кадиков И.Р., Баймухаметов Ф.З., Саитов В.Р., Конюхов Г.В. Изучение кардиомиоцитов крыс при комбинированном воздействии ацетата свинца, ионизирующей радиации и применении лечебно-профилактических средств // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения профессора А.А. Киршина. – Казань 2018. – Т. 210. – С. 184-187.

2. Саитов В.Р. Токсикологический и ультраструктурный анализ изменений в организме и клетках животных при хроническом воздействии ксенобиотиков и применении лечебно-профилактических средств: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 06.02.03, 06.02.01. – Казань, 2014. – 42 с.

3. Nelson A.C, Shah-Yukich A., Babayan R. Radiation damage in rat kidney microvasculature // *Scan Electron Microsc.* – 1984. – Vol. 3. – P. 1273-1277.

4. Shaban N.Z., Zahran A.M., El-Rashidy F.H., Abdo Kodous A.S. Protective role of hesperidin against  $\gamma$ -radiation-induced oxidative stress and apoptosis in rat testis // *J. Biol. Res. (Thessaloniki)*. – 2017. – Vol. 24 (5). – P. 1-11.

5. Kajikawa K, Nakanishi I, Kuroda K. Morphological changes of the kidney and bone of rats in chronic cadmium poisoning // *Exp. Mol. Pathol.* – 1981. – Vol. 34 (1): 9-24.

6. Кораблев Е.Ю. Некоторые механизмы действия радиации и Т-2 токсина при комбинированном поражении и выбор средств защиты: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01, 16.00.04. – Казань, 2004. – 19 с.

7. Егоров В.И. Токсикологическая оценка сочетанного воздействия дециса и Т-2 токсина на организм животных и изыскание профилактических средств: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 16.00.04, 16.00.03. – Казань, 2007. – 18 с.

8. Идиятов И.И. Сочетанное воздействие малых доз диоксина и Т-2 токсина на организм поросят и пути коррекции: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.03, 06.02.02. – Казань, 2013. – 19 с.

9. Кадиков И.Р. Сочетанное действие на животных экотоксикантов природного и техногенного происхождения и оценка эффективности средств профилактики и лечения: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 06.02.05. – Казань, 2017. – 46 с.

10. Сальникова М.М., Малютина Л.В., Саитов В.Р., Голубев А.И. Трансмиссионная электронная микроскопия в биологии и медицине: монография. – Казань: КФУ (Казанский (Приволжский) федеральный университет), 2016. – 125 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=77306](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=77306) – Загл. с экрана.

### References

1. Salnikova M.M., Kolganova Ye.A., Zakirova G.Sh., Kadikov I.R., Baymukhametov F.Z., Saitov V.R., Konyukhov G.V. Izuchenie kardiomiotsitov krys pri kombinirovannom vozdeystvii atsetata svintsa, ioniziruyushchey radiatsii i primenenii lechebno-profilakticheskikh sredstv // «Aktualnye problemy veterinarnoy meditsiny»: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora A.A. Kirshina. – Kazan, 2018. – Т. 210. – С. 184-187.

2. Saitov V.R. Toksikologicheskiy i ul-trastrukturnyy analiz izmeneniy v organizme i kletkakh zhyvotnykh pri khronicheskom vozdeystvii ksenobiotikov i primenenii lechebno-profilakticheskikh sredstv: avtoref. dis. ... doktor. biol. nauk: 06.02.03, 06.02.01. – Kazan, 2014. – 42 s.

3. Nelson A.C, Shah-Yukich A., Babayan R. Radiation damage in rat kidney microvasculature // Scan Electron Microsc. – 1984. – Vol. 3. – P. 1273-1277.

4. Shaban N.Z., Zahran A.M., El-Rashidy F.H., Abdo Kodous A.S. Protective role of hesperidin against  $\gamma$ -radiation-induced oxidative stress and apoptosis in rat testis // J. Biol. Res. (Thessaloniki). – 2017. – Vol. 24 (5). – P. 1-11.

5. Kajikawa K, Nakanishi I, Kuroda K. Morphological changes of the kidney and bone of rats in chronic cadmium poisoning // Exp. Mol. Pathol. – 1981. – Vol. 34 (1): 9-24.

6. Korablev Ye.Yu. Nekotorye mekhanizmy deystviya radiatsii i T-2 toksina pri kombinirovannom porazhenii i vybor sredstv zashchity: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.01, 16.00.04. – Kazan, 2004. – 19 s.

7. Yegorov V.I. Toksikologicheskaya otsenka sochetannogo vozdeystviya detsisa i T-2 toksina na organizm zhyvotnykh i izyskanie profilakticheskikh sredstv: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 16.00.04, 16.00.03. – Kazan, 2007. – 18 s.

8. Idiyatov I.I. Sochetannoe vozdeystvie malykh doz dioksina i T-2 toksina na organizm porosyat i puti korrektsii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.03, 06.02.02. – Kazan, 2013. – 19 s.

9. Kadikov I.R. Sochetannoe deystvie na zhyvotnykh ekotoksikantov prirodno i tekhnogenogo proiskhozhdeniya i otsenka effektivnosti sredstv profilaktiki i lecheniya: avtoref. dis. ... doktor. biol. nauk: 06.02.05. – Kazan, 2017. – 46 s.

10. Salnikova M.M., Malyutina L.V., Saitov V.R., Golubev A.I. Transmissionnaya elektronnyaya mikroskopiya v biologii i meditsine: monografiya. – Elektron. dan. – Kazan: KFU (Kazanskiy (Privolzhskiy) federalnyy universitet), 2016. – 125 s. – Rezhim dostupa: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=77306](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=77306). – Zagl. s ekrana.



УДК 619:616.981.42.616-097

А.М. Фомин, М.А. Косарев, Г.М. Сафина,  
С.А. Григорьева, Л.А. Тухатуллина  
A.M. Fomin, M.A. Kosarev, G.M. Safina,  
S.A. Grigoryeva, L.A. Tuhvatullina

## ТИТРАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ИММУНИЗИРУЮЩЕЙ ДОЗЫ ШТАММА B.ABORTUSR-1096 НА МОРСКИХ СВИНКАХ

### TITRATION OF THE OPTIMAL IMMUNIZING DOSE OF B. ABORTUS R-1096 STRAIN IN GUINEA PIGS

**Ключевые слова:** штамм, *B.abortus R-1096*, оптимальная иммунизирующая доза, морские свинки, титрация, бруцеллез, животные, вакцина, культура, иммунизация.

Целью исследования явилось определение оптимальной иммунизирующей дозы штамма *B.abortus R-1096* на морских свинках. Приведены результаты изучения оптимальной иммунизирующей дозы антигена живого из инагглютиногенного штамма *B.abortus R-1096* на морских свинках. Были исследованы следующие дозы: 1; 1,5; 2; 3; 4 и 5 млрд м.к. Результаты работы показали, что штамм *B.abortus R-1096*, взятый для иммунизации морских свинок в дозе 1-1,5-2 и 3 млрд м.к., дает слабый защитный эффект биопрепарата. А дозы 4 и 5 млрд м.к. создают иммунитет более высокой напряженности, равный 40-50% при заражении их десятикратной минималь-

ной инфицирующей дозой вирулентного штамма *B.abortus 54-M* ВГНКИ.

**Keywords:** strain *B. abortus R-1096*, optimal immunizing dose, guinea pig, titration, brucellosis, animals, vaccine, culture, immunization.

The research goal was the determination of the optimal immunizing dose of *B. abortus R-1096* strain in guinea pigs. The research included the following doses: 1 billion microbial cells (m.c.), 1.5 billion m.c., 2 billion m.c., 3 billion m.c., 4 billion m.c. and 5 billion m.c. The results showed that the strain *B. abortus R-1096* taken for immunization of guinea pigs at a dose of 1-1.5-2 and 3 billion m.c. gave weak protective effect. The doses 4 and 5 billion m.c. created immunity of higher tension equal to 40-50% when infected by tenfold infectious dose of the virulent strain *B. abortus 54-M* VG N KI.