

Литература. 1. Пак, С. Г. Сальмонеллез / С. Г. Пак, М. Х. Турьянов, М. А. Пальцев. – Москва : Медицина, 2010. 2. Шабанова, В. Пищевые инфекции. Дизентерия, сальмонеллез, лямблиоз, аскаридоз / В. Шабанова. – Москва : Слог, 2014. – 160 с. 3. Клинические рекомендации. Сальмонеллез. – 2015 год. 4. Инфекционные болезни : учебник / Е. И. Змушко, Е. П. Шувалова, Т. В. Беляева, Е. С. Белозеров. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 748 с. 5. Инфекционные болезни и эпидемиология : учебник / В. И. Покровский, С. Г. Пак, Н. И. Брико, Б. К. Данилкин. – 4-е изд. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 816 с. 6. Инфекционные болезни : учебник для студентов медицинских вузов / Е. П. Шувалова [и др.]. – 8-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2016. – 783 с. 7. Инфекционные болезни. Национальное руководство / Под редакцией : Н. Д. Ющука, Ю. Я. Венгера. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 1056с. 8. Слаусгальвис, В. Сальмонеллез: меры борьбы и контроль / В. Слаусгальвис // Животноводство России. – 2010. - № 2. - С. 60–61. 9. Инактивированные вакцины против сальмонеллеза птиц / Д. Смирнов, Т. Рождественская, Е. Кононенко, Э. Светоч // Птицеводство. – 2011. - № 8. - С 35–38. 10. Staroselsky, A. Проблемы и пути решения сальмонеллезной инфекции в современном птицеводстве / A. Staroselsky // Ветеринария. – 2010. - №2. - С. 13–15. 11. Пименов, Н. В. Совершенствование средств и методов борьбы с сальмонеллезом птиц / Н. В. Пименов // Журнал ветеринарии и кормление «Веткорм». – 2012. - № 4. - С. 32–33. 12. Antimicrobial drug resistance in isolates of *Salmonella enteric* from cases of salmonellosis in humans in Europe in 2000: results of international multi-center surveillance / J. Threlfall [et al.] // Eurosurveillance. – 2003. – Vol. 8. – P. 41-45. 13. National Antimicrobial Resistance Monitoring System (NARMS): Enteric bacteria. – Atlanta : Centers for Disease Control and Prevention, 2001. – P. 121.

Поступила в редакцию 28.09.2022.

УДК 636.028:611.611-619:599.32

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧЕК У ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА ГРЫЗУНЫ (*RODENTIA*)

Журов Д.О.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Автором статьи проведена оценка морфологических компонентов почек представителей отряда Грызуны – белой крысы и морской свинки. Описана структура и количественная морфометрия компонентов почек (сосудистых клубочков, почечных телец, основных отделов почек, их клеточно-ядерное отношение). Установлено, что при одинаковых условиях кормления, содержания, возрастных параметрах, структурные компоненты почек у двух представителей отряда имеют отличия в части микроморфометрических показателей. Данные исследования имеют актуальность в части видовой и сравнительной морфологии животных. **Ключевые слова:** почки, крысы, морские свинки, мочевыделительная система, морфометрические показатели, гистология.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HISTOLOGICAL AND MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE KIDNEYS IN INDIVIDUAL RODENT REPRESENTATIVES (*RODENTIA*)

Zhurov D.O.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The author of the article assessed the morphological components of the kidneys of representatives of the order Rodents - white rats and guinea pigs. The structure and quantitative morphometry of the components of the kidneys (vascular glomeruli, renal corpuscles, main parts of the kidneys, their cell-nuclear ratio) are described. It has been established that under the same conditions of feeding, maintenance, age parameters, the structural components of the kidneys in two representatives of the order have differences in terms of micromorphometric parameters. These studies are relevant in terms of species and comparative morphology of animals. **Keywords:** kidneys, rats, guinea pigs, urinary system, morphometric parameters, histology.

Введение. Проведение различного рода экспериментальных исследований с использованием лабораторных животных является одной из ведущих методик в современной медицине, фармакологии, ветеринарии и биологии. Качество лабораторных животных во многом определяет результат проводимых экспериментов. Поэтому важнейшей задачей лабораторного животноводства является организация их воспроизводства и содержания, обеспечивающих необходимое качество и стандартность животных [2, 9, 10]. Проведение экспериментов на живых объектах должно обеспечивать эффективное использование животных в научных целях, а также соблюдение принципов гуманного обращения.

Наиболее популярными в биологических и медицинских целях животными являются белые крысы (*Rattus*) и морские свинки (*Cavia porcellus*), используемые в лабораторном деле [1, 3, 4, 5]. Для сравнения данных, полученных в опытах на крысах и морских свинках, и достоверного их соотношения на организм человека и других животных необходимо знать особенности морфологии органов грызунов в норме, которые в научной литературе разрозненные и не систематизированы [6, 8, 11, 13].

Целью исследования явилось описание структурных особенностей почек у белых крыс и морских свинок в сравнительном аспекте.

Материалы и методы исследований. Предметом исследований являлся методологический комплекс гистологических и микроморфометрических показателей почек белых крыс и морских свинок ($n=5$). При этом объектом для исследований служили почки беспородных, клинически здоровых животных в возрасте 6 месяцев, которые содержались в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) на стандартном рационе со свободным доступом к воде. Эвтаназию животных осуществляли с помощью эфирного наркоза [12].

Для дальнейших исследований кусочки почек животных фиксировали в 96% этиловом спирте. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [7]. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E». Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином, на выявление соединительной ткани – по Ван-Гизону. Депарафинирование и окрашивание гистологических срезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Olympus BX51». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScopePhoto» с соответствующими настройками для проведения морфологического анализа. Цифровые данные были обработаны статистически с использованием программы Statistica 10.0 для операционной системы Windows.

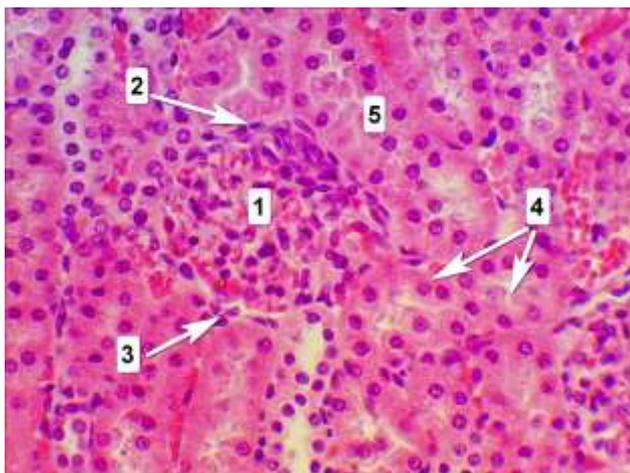
Результаты исследований. Снаружи почки грызунов покрыты плотной фиброзной соединительнотканной капсулой, а также серозной оболочкой, лежащей на вентральной поверхности органа. У крыс толщина капсулы составила $4,1\pm 0,2$ мкм, у морских свинок – $5,2\pm 0,1$ мкм. В состав капсулы входят в единичном количестве гладкие миоциты. Волокна капсулы при окраске их по Ван-Гизону интенсивно окрашены в красный цвет и плотно прилегают друг к другу. Над капсулой с нескольких сторон отмечались остатки окологочечной жировой клетчатки в виде скопления адипоцитов со сплетенными отросчатыми фиброцитами.

При гистологическом исследовании почек грызунов установлено, что корковое вещество состоит из почечных телец, проксимальных и дистальных извитых канальцев. По всему периметру почки расположены кровеносные сосуды (артерии и вены), заполненные единичными эритроцитами. Средний диаметр сосудов у белых крыс составляет $110,43\pm 34,11$ мкм, толщина стенки – $32,08\pm 1,14$ мкм, у морских свинок – $98,43\pm 46,17$ мкм, со средней толщиной стенки – $41,72\pm 18,02$ мкм. У морских свинок внутриорганный соединительная ткань развита хорошо. В ней отчетливо выражены фиброциты, отростчатые фибробласты и ретикулярные волокна. При этом у белых крыс соединительная ткань не дифференцирована.

Структурно-функциональной единицей паренхимы почек грызунов является нефрон, состоящий из почечного тельца, в котором происходит фильтрация крови, и системы канальцев, в которых осуществляются реабсорбция (обратное всасывание) и секреция веществ. Два этих компонента находятся в тесной структурной и функциональной связи между собой.

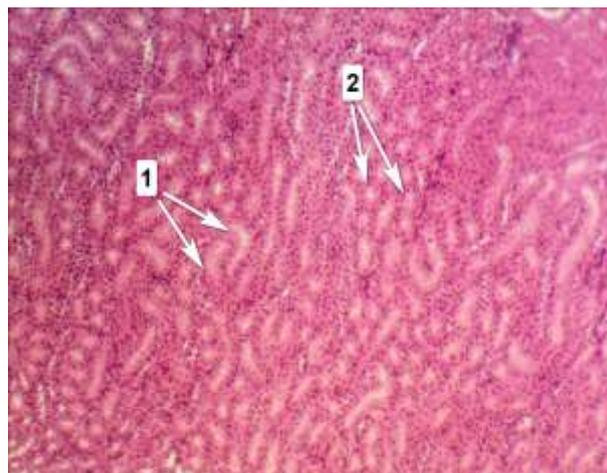
Почечные тельца включают в себя сосудистый (капиллярный) клубочек, заключенный между выносящей и приносящей артериолой, и окружающую его эпителиальную капсулу Шумлянско-Боумена, состоящую из двух листков. Кровь к сосудистому клубочку притекает по приносящей артериоле, а оттекает по выносящей артериоле, которая в дальнейшем распадается на вторичную капиллярную сеть (рисунки 1, 3, 4). Почечные тельца расположены в корковом веществе органа. У белых крыс ближе к капсуле органа они лежат уплотненно друг другу небольшими группами по 2-4 тельца, в более глубоких слоях – массивными скоплениями по 6-9. У морских свинок плотность расположения почечных телец составляет 10-13 экз. в поле зрения микроскопа (ув.х10). В мозговом веществе органа почечных телец не отмечалось. Средняя плотность почечных телец у белых крыс составила $9,01\pm 0,02$, у морских свинок данный показатель был выше на 13%. Диаметр сосудистых клубочков у крыс составляет $84,11\pm 14,08$ мкм, что больше, чем у морских свинок, в 1,3 раза. Внутренний листок двуслойной капсулы Шумлянско-Боумена, охватывающий сосудистый клубочек, образован отросчатыми плоскими, вытянутыми, уплощенной формы эпителиальными клетками – подоцитами и окружает каждый капилляр с каждой стороны. Эндотелиоциты капилляров клубочка и подоциты разделены общей базальной мембраной, что вкуче формирует фильтрационный барьер почки. Большой диаметр подоцитов у белых крыс составил $8,04\pm 0,2$ мкм, малый диаметр – $3,01\pm 0,6$ мкм. Большой диаметр ядер подоцитов составлял $6,0\pm 0,2$ мкм, малый – $4,2\pm 0,3$ мкм. Данные показатели у морских свинок отличались незначительно. В некоторых почечных тельцах у белых крыс отмечалось присутствие единичных отросчатых мезангиальных клеток, располагающихся между теми участками капилляров клубочка, которые не покрыты внутренним листком капсулы. В дальнейшем капсула Шумлянско-Боумена переходит в длинный неразветвленный эпителиальный каналец,

стенки которого оплетаются вторичной капиллярной сетью, на которую распадается выносящая артериола.



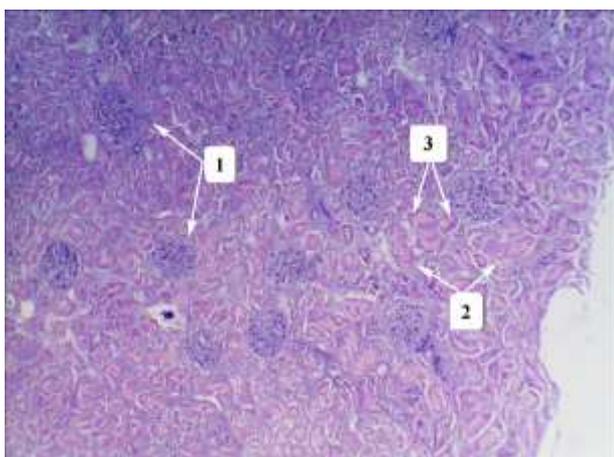
1 – сосудистый клубочек; 2 – внутренний листок капсулы; 3 – просвет капсулы; 4 – дистальные извитые канальцы; 5 – проксимальный извитой каналец.

Рисунок 1 – Строение почечного тельца почки белой крысы. Гематоксилин–эозин. Микмед-2. Микрофото. Ув.: x 40



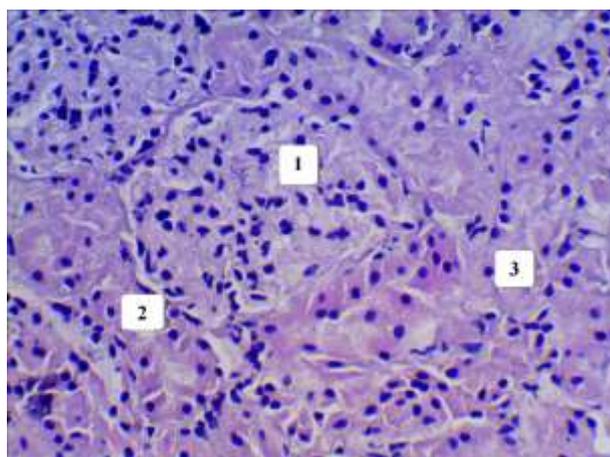
1 – собирательные каналы; 2 – прямая часть дистального отдела.

Рисунок 2 – Мозговое вещество почки белой крысы. Гематоксилин–эозин. Микмед-2. Микрофото. Ув.: x 10



1 – сосудистые клубочки; 2 - дистальные извитые канальцы; 3 - проксимальные извитые канальцы.

Рисунок 3 – Кортиковое вещество почки морской свинки. Гематоксилин–эозин. Микмед-2. Микрофото. Ув.: x 10



1 – сосудистый клубочек; 2 - дистальный извитой каналец; 3 – проксимальный извитой каналец.

Рисунок 4 – Строение почечного тельца почки морской свинки. Гематоксилин–эозин. Микмед-2. Микрофото. Ув.: x 40

Проксимальный извитой отдел формирует крупные канальцы с узким неровным просветом, который составляет у белых крыс $42,07 \pm 1,6$ мкм, у морских свинок - $38,14 \pm 5,17$ мкм. При этом большой диаметр клеток, формирующих стенку, составил $7,01 \pm 0,2$ мкм, ядра клетки – $3,8 \pm 0,4$ мкм. У морских свинок данные показатели имели незначительные отклонения. У представленных видов животных клетки данного отдела кубической формы, с признаками высокой функциональной активности – на апикальном полюсе имеется щеточная каемка, на базальной – исчерченность, обусловленная складками плазмолеммы и наличием митохондрий. При этом в ядре просматривалось несколько ядрышек, что также свидетельствует о структурной активности данного отдела почки.

Дистальные извитые канальцы располагаются в корковом веществе почек, причём, одним своим участком обязательно прилегают к почечному тельцу – между приносящей и выносящей артериолами. Внешний диаметр канальцев меньше, а просвет немного шире и более ровный, чем у проксимальных канальцев. Стенка построена из призматического эпителия с меньшим набором признаков функциональной активности (щеточной каемки нет, но присутствует базальная исчерченность). Диаметр дистальных извитых канальцев почек у крыс составил $32,14 \pm 1,6$ мкм, у морской свинки – $41,22 \pm 13,02$ мкм; диаметр клетки, формирующей стенку у крыс, – $7,11 \pm 0,3$ мкм; ядра – $3,02 \pm 0,1$ мкм, у морских свинок - $4,01 \pm 0,3$ мкм и $2,4 \pm 0,7$ мкм соответственно.

В процентном отношении мозговое вещество почки грызунов составляет примерно 45 %, корковое – 55 %. Мозговое вещество разделено на почечные пирамиды, в вершинах которых располагается почечный сосочек, который открывается в почечную лоханку, являющуюся начальным отделом мочевых путей (рисунок 2).

Извитая часть дистального отдела проходит вокруг почечного тельца. Дистальный прямой каналец у белых крыс имеет диаметр $29,6 \pm 1,8$ мкм, у морских свинок – $43,17 \pm 15,83$ мкм. Клетки, формирующие стенку, имеют кубическую форму с диаметром $8,4 \pm 0,76$ мкм (диаметр ядра клетки – $4,07 \pm 0,3$ мкм), у морских свинок аналогичные показатели имели незначительные отклонения.

Собирательные трубки диаметром $42,7 \pm 4,13$ мкм являются продолжением дистальных отделов нефронов, располагаются в корковом веществе почек грызунов в виде мозговых лучей. Стенка собирательных трубок сформирована однослойным кубическим эпителием. У клеток светлая бесструктурная цитоплазма и четко выражены границы. По мере слияния собирательных трубок в глубокой зоне мозгового вещества эпителий становится выше.

Почечная лоханка у белых крыс и морских свинок выстлана изнутри переходным эпителием, над которым лежит рыхлая неоформленная соединительная ткань собственной пластинки слизистой оболочки.

Заключение. Таким образом, установлено, что структурная организация почек грызунов полностью зависит от выполняемой ими функции. Полученные результаты морфологических показателей органа свидетельствуют о сохранении нормального функционального состояния почек (их структуры, площади соединительнотканых компонентов, клеточно-ядерного строения мочеобразующих канальцев и собирательных трубок). Установлены незначительные расхождения в значениях морфометрических показателей почек у представленного отряда животных.

Полученные данные о гистологическом и морфометрическом строении почек у белых лабораторных крыс и морских свинок позволяют дополнить соответствующие разделы видовой и сравнительной морфологии, а также помочь в интерпретации результатов гистологического исследования тканей при постановке острых опытов на данных животных.

Литература. 1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 447 с. 2. Гистологическая характеристика почек белых крыс на фоне применения УВМК «Лизунец» / Д. Д. Хайруллин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2020. – Т. 244. – № 4. – С. 216-220. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-244-4-216-220. 3. Жуков, А. И. Патоморфологическая диагностика болезней почек животных: рекомендации / А. И. Жуков, Д. О. Журов. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 20 с. 4. Карапетян, А. Ф. Гистоморфологические изменения почек крыс при поступлении с кормом афлатоксина В1 / А. Ф. Карапетян, А. В. Григорян, М. А. Мхитарян // Успехи медицинской микологии. – 2018. – Т. 19. – С. 309-313. 5. Карасева, Е. В. Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е. В. Карасева, А. Ю. Телицына, О. А. Жигальский. – Москва : Издательство ЛКИ, 2008. – 416 с. 6. Клименкова, И. В. Морфометрические особенности почек крыс и реактивные изменения под влиянием Триклафена / И. В. Клименкова, Н. В. Спиридонова // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2020. – № 2 (13). – С. 25-29. 7. Микроскопическая техника : руководство / Д. С. Саркисов [и др.] ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – Москва : Медицина, 1996. – 544 с. 8. Мочевая система / А. С. Плюшкина [и др.]. – Казань : Казан. ун-т, 2018. – 40 с. 9. Онтогенетические изменения структурных показателей почек крыс / У. В. Доржу [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-6. – С. 1201-1206. 10. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : учебно-методическое пособие / И. Н. Громов [и др.] ; Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : УО ВГАВМ, 2020. – 64 с. 11. Петренко, В. М. Сравнительная анатомия почек и селезенки у грызунов / В. М. Петренко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-4. – С. 710-713. 12. Полоз, А. И. Методические указания по гуманной эвтаназии животных / А. И. Полоз, А. Ю. Финогенов // РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского». – Минск, 2008. – 45 с. 13. Штагер, И. В. Видовые особенности почек у грызунов / И. В. Штагер // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2015. – № 13. – С. 119-122.

Поступила в редакцию 13.09.2022.