ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК: 611.636:612.616.3:591.463

Анваров Нуриддин Рустамович – ассистент
Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И СПЕРМАТОГЕНЕЗА В ЯИЧКАХ ИНТАКТНЫХ КРОЛИКОВ

Аннотация. *В экспериментальном исследовании проведена сравнительная оценка возрастных особенностей морфологического строения и сперматогенеза в яичках интактных кроликов. Изучены морфологические и морфометрические характеристики семенных канальцев, сперматогенного эпителия и интерстициальной ткани у животных в возрасте 3 и 6 месяцев. Исследование выполнено с использованием световой микроскопии на парафиновых срезах, окрашенных гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону. Установлено, что у 3-месячных кроликов структура яичка характеризуется формированием основных звеньев сперматогенеза с преобладанием сперматогониев и сперматоцитов, тогда как у 6-месячных животных отмечается более выраженная дифференциация сперматогенного эпителия с увеличением числа сперматид и сперматозоидов, а также утолщением стенки семенных канальцев. Морфометрический анализ выявил достоверное увеличение диаметра извитых семенных канальцев и высоты сперматогенного эпителия с возрастом. Окраска по Ван-Гизону показала умеренное развитие соединительнотканных элементов без признаков фиброзной перестройки.*

Ключевые слова: *яички, интактные кролики, возрастные особенности, морфология, сперматогенез, семенные канальцы, морфометрия, Ван-Гизон.*

Анваров Нуриддин Рустам ўғли – ассистент
Тошкент давлат тиббиёт университети (Тошкент, Ўзбекистон)

ИНТАКТ ҚУЁНЛАРДА МОЯКЛАРНИНГ МОРФОЛОГИК ТУЗИЛИШИ ВА СПЕРМАТОГЕНЕЗНИНГ ЁШГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ

Аннотация. *Экспериментал тадқиқотда интакт қуёнлар моякларининг морфологик тузилиши ва сперматогенезининг ёшга хос хусусиятлари қиёсий баҳоланди. 3 ва 6 ойлик ҳайвонларда уруғ каналчалари, сперматоген эпителий ва интерстициал тўқиманинг морфологик ҳамда морфометрик кўрсаткичлари ўрганилди. Тадқиқот гематоксилин-эозин ва Ван-Гизон бўёқлари билан бўялган парафин кесимларида ёруғлик микроскопияси усулида амалга оширилди. Аниқланишича, 3 ойлик қуёнларда яичка тузилиши сперматогенезнинг асосий бўғинлари шаклланиши билан тавсифланиб, сперматогоний ва сперматоцитлар устунлик қилади. 6 ойлик ҳайвонларда эса сперматоген эпителийнинг яққол дифференциацияси, сперматид ва сперматозоидлар сонининг ортиши, шунингдек уруғ каналчалари деворининг қалинлашиши қайд этилди. Морфометрик таҳлил ёш ортиши билан извит уруғ каналчаларининг диаметри ва сперматоген эпителий баландлигининг ишончли ўсишини кўрсатди. Ван-Гизон бўйича бўяшда бириктирувчи тўқима элементларининг мўътадил ривожланиши, фиброз қайта тузилиш белгиларисиз, аниқланди.*

Калит сўзлар*: мояклар, интакт қуёнлар, ёшга хос хусусиятлар, морфология, сперматогенез, уруғ каналчалари, морфометрия, Ван-Гизон.*

Anvarov Nuriddin Rustamovich – assistant
Tashkent State Medical University (Tashkent, Uzbekistan)

AGE-RELATED FEATURES OF MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND SPERMATOGENESIS IN THE TESTES OF INTACT RABBITS

Annotation. *The experimental study presents a comparative assessment of age-related features of the morphological structure and spermatogenesis in the testes of intact rabbits. Morphological and morphometric characteristics of seminiferous tubules, spermatogenic epithelium, and interstitial tissue were evaluated in 3- and 6-month-old animals. The study was performed using light microscopy on paraffin sections stained with hematoxylin–*

eosin and Van Gieson. It was established that in 3-month-old rabbits the testicular structure is characterized by the formation of the main stages of spermatogenesis, with a predominance of spermatogonia and spermatocytes. In contrast, 6-month-old animals demonstrated more pronounced differentiation of the spermatogenic epithelium, an increased number of spermatids and spermatozoa, as well as thickening of the seminiferous tubule wall. Morphometric analysis revealed a significant age-related increase in the diameter of seminiferous tubules and the height of the spermatogenic epithelium. Van Gieson staining showed moderate development of connective tissue elements without signs of fibrotic remodeling.

Key words: *testes, intact rabbits, age-related features, morphology, spermatogenesis, seminiferous tubules, morphometry, Van Gieson.*

Актуальность: Яички являются центральным органом мужской репродуктивной системы, обеспечивающим процессы сперматогенеза и синтеза андрогенов, от которых напрямую зависят фертильность, репродуктивный потенциал и гормональный гомеостаз организма. Морфологическая организация яичка представляет собой сложную систему, включающую извитые семенные канальцы со сперматогенным эпителием, клетки Сертоли, интерстициальную ткань с клетками Лейдига и развитое микроциркуляторное русло, функциональная целостность которых определяет эффективность сперматогенеза.

В онтогенезе млекопитающих яички претерпевают выраженные возрастные морфофункциональные изменения, отражающие поэтапное становление и созревание сперматогенного процесса. Переход от препубертатного к постпубертатному периоду сопровождается структурной перестройкой семенных канальцев, увеличением высоты сперматогенного эпителия, дифференцировкой половых клеток и формированием полноценного сперматогенеза. В этой связи особый научный интерес представляет сравнительное изучение морфологии яичек в различные возрастные периоды, позволяющее проследить закономерности их функционального созревания.

Возраст 3 и 6 месяцев у кроликов соответствует ключевым этапам формирования репродуктивной системы: от начальных стадий сперматогенеза до его морфологической и функциональной зрелости. Изучение возрастных особенностей строения яичек в эти периоды позволяет получить объективные представления о нормальных морфологических и морфометрических показателях сперматогенеза, что имеет принципиальное значение для интерпретации изменений, выявляемых при экспериментальных моделях патологии.

В современной экспериментальной морфологии и репродуктологии яички широко используются в качестве объекта исследований при моделировании токсических, эндокринных, воспалительных и метаболических нарушений, а также при оценке воздействия лекарственных средств и факторов окружающей среды. Однако корректная оценка патологических изменений невозможна без чётко установленного морфологического эталона, отражающего возрастную норму структуры и сперматогенеза у интактных животных.

Целью исследования явилось изучение возрастных особенностей морфологического строения и сперматогенеза в яичках интактных кроликов в возрасте 3 и 6 месяцев на основе гистологического и морфометрического анализа.

Материалы и методы исследования:

Экспериментальное исследование проведено на интактных кроликах самцах, разделённых на две возрастные группы: I группа - 3-месячные кролики (n = 5) и II группа - 6-месячные кролики (n = 5). Животные содержались в стандартных условиях вивария с соблюдением правил биоэтики и действующих требований по работе с лабораторными животными. Все экспериментальные манипуляции выполнялись в соответствии с международными рекомендациями по гуманному использованию животных в научных исследованиях.

Животные не подвергались каким-либо экспериментальным воздействиям и составили контрольные (интактные) группы. Забор яичек осуществляли после эвтаназии животных в установленные сроки с соблюдением стандартных протоколов.

Полученный материал фиксировали в 10 % нейтральном формалине, после чего проводили стандартную гистологическую обработку с последующим изготовлением парафиновых срезов толщиной 4–5 мкм. Для оценки общей гистоархитектоники яичек срезы окрашивали гематоксилин-эозином. С целью выявления и оценки соединительнотканных компонентов интерстициальной ткани применяли окраску по Ван-Гизону.

Морфологическую оценку осуществляли методом световой микроскопии при увеличении окуляр ×10, объектив ×40 (×400) с анализом структуры извитых семенных канальцев, состояния сперматогенного эпителия, клеточного состава сперматогенеза (сперматогонии, сперматоциты, сперматиды, сперматозоиды), а также интерстициальной ткани и микроциркуляторного русла.

Морфометрический анализ включал измерение диаметра извитых семенных канальцев,

высоты сперматогенного эпителия и относительного содержания различных популяций сперматогенных клеток. Измерения проводили в нескольких полях зрения с последующим вычислением средних значений.

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием стандартных методов вариационной статистики. Результаты представлены в виде средних значений и стандартной ошибки среднего (M ± m). Достоверность различий между возрастными группами оценивали при уровне статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждения: При гистологическом исследовании яичек интактных кроликов 3-месячного возраста установлено, что паренхима органа представлена извитими семенными канальцами, расположенными относительно равномерно и разделёнными межканальцевыми прослойками интерстициальной ткани. Семенные канальцы имеют преимущественно округлую или слабо овальную форму, их контуры чёткие, базальная мембрана хорошо визуализируется и не имеет признаков утолщения или фрагментации. Просветы канальцев сформированы, однако в большинстве случаев остаются умеренно расширенными и содержат ограниченное количество клеточных элементов (рис. 1).

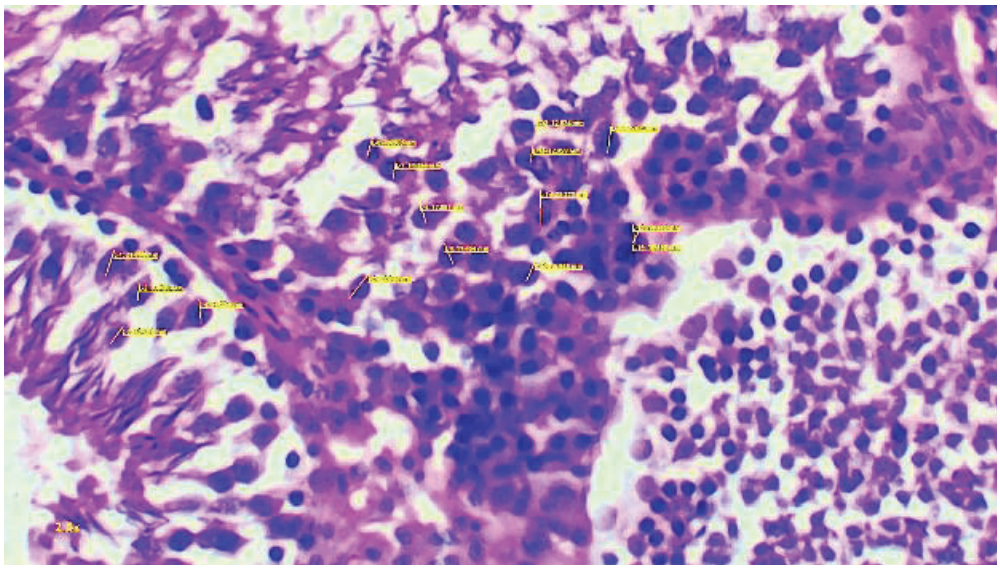


Рис. 1. **Яичко интактного кролика 3-месячного возраста. Окраска гематоксилин-эозином. Ок. 10× об.40. 1 - сперматогонии; 2 - сперматоциты; 3 - сперматиды; 4 - просвет семенного канальца**

Сперматогенный эпителий в данном возрасте представлен неполным набором клеток сперматогенеза. В его составе преобладают сперматогонии и сперматоциты I порядка, располагающиеся в 2–3 слоях вдоль базальной мембраны. Сперматиды выявляются нерегулярно, преимущественно в виде единичных клеток, тогда как зрелые сперматозоиды в просвете семенных канальцев, как правило, отсутствуют. Такое соотношение клеточных элементов свидетельствует о начальном этапе активизации сперматогенеза и незавершённости дифференцировочных процессов в репродуктивной ткани.

Ядра сперматогониев имеют округлую форму, чёткие контуры и умеренно окрашенный хроматин, что указывает на сохранённую пролиферативную активность клеток. Сперматоциты характеризуются более крупными ядрами с выраженной хроматиновой структурой, соответствующей стадиям мейотического деления. Признаков вакуолизации цитоплазмы, пикноза ядер или десквамации эпителия не выявлено, что свидетельствует о физиологическом характере морфологической картины.

Морфометрический анализ показал, что средний диаметр извитых семенных канальцев у 3-месячных кроликов составил 156,8 ± 9,4 мкм, а высота сперматогенного эпителия - 42,3 ± 3,7 мкм. Относительная доля ранних форм сперматогенеза (сперматогонии и сперматоциты) достигала 68,5 ± 4,2 %, что подтверждает преобладание незрелых клеточных элементов в данном возрастном периоде.

В яичках интактных кроликов 6-месячного возраста выявляются выраженные признаки морфофункционального созревания репродуктивной ткани. Семенные канальцы имеют значительно больший диаметр, более плотное расположение и чётко очерченную многослойную структуру сперматогенного эпителия. Базальная мембрана канальцев ровная, хорошо выраженная, без признаков патологической перестройки (рис. 2).

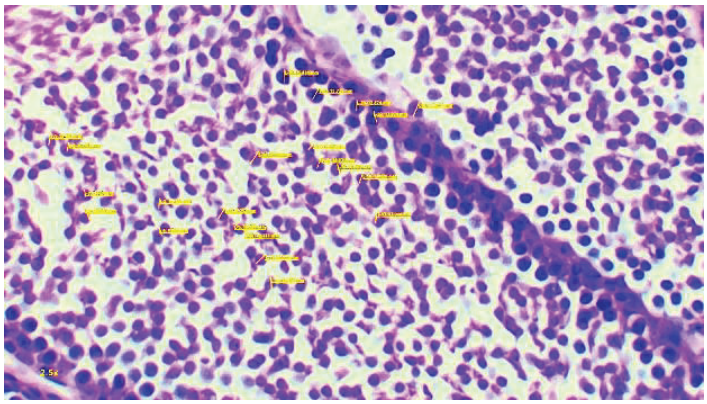


Рис. 2. **Яичко интактного кролика 6-месячного возраста. Окраска гематоксилин-эозином. Ок. 10× об.40. 1 - сперматогонии; 2 - сперматоциты; 3 - сперматиды; 4 - сперматозоиды в просвете канальца**

Сперматогенный эпителий характеризуется многоярусной организацией и представлен полным спектром клеток сперматогенеза - от сперматогониев до зрелых сперматозоидов. В просветах большинства семенных канальцев отчётливо визуализируются пучки сперматозоидов, ориентированные в сторону центра канальца, что свидетельствует о завершённом цикле сперматогенеза и функциональной активности яичек.

Клетки сперматогенеза располагаются упорядоченно, с чёткой радиальной ориентацией. Сперматиды и сперматозоиды представлены в значительном количестве, при этом патологические формы клеток, признаки дегенерации или дезорганизации эпителия отсутствуют. Высота сперматогенного эпителия существенно увеличивается по сравнению с 3-месячным возрастом, что отражает интенсификацию процессов дифференцировки и созревания половых клеток.

Морфометрические показатели достоверно превышают значения, зарегистрированные у 3-месячных животных. Средний диаметр извитых семенных канальцев составил 198,6 ± 11,2 мкм ($p < 0,05$), а высота сперматогенного эпителия достигала 61,9 ± 4,5 мкм ($p < 0,05$). Относительная доля зрелых форм сперматогенеза (сперматиды и сперматозоиды) увеличивалась до 57,4 ± 3,8 %, что свидетельствует о морфофункциональной зрелости яичек в данном возрастном периоде.

Анализ интерстициальной ткани яичек с использованием окраски по Ван-Гизону показал, что у 6-месячных интактных кроликов соединительнотканный компонент развит умеренно и не имеет признаков патологической перестройки. Коллагеновые волокна визуализируются в виде тонких, равномерно распределённых структур, преимущественно локализованных в межканальцевых перегородках и периваскулярных зонах (рис. 3).

Признаков избыточного накопления коллагена, утолщения соединительнотканных прослоек или формирования фиброзных изменений не выявлено. Интерстициальная ткань сохраняет физиологическое соотношение клеточных и волокнистых компонентов, что указывает на нормальное состояние стромального каркаса яичек и адекватные условия для микроциркуляции и гормональной активности клеток Лейдига.



Рис. 3. **Яичко интактного кролика 6-месячного возраста. Окраска по Ван-Гизону. Ок. 10× об.40. 1 - коллагеновые волокна; 2 - интерстициальная ткань; 3 - ядра клеток**

Выводы:

1. Яички интактных кроликов характеризуются выраженными возрастными морфофункциональными изменениями, отражающими поэтапное созревание репродуктивной системы в онтогенезе, что подтверждается закономерной перестройкой структуры извитых семенных канальцев и сперматогенного эпителия.

2. В возрасте 3 месяцев морфологическая организация яичек соответствует начальному этапу активизации сперматогенеза и характеризуется преобладанием ранних форм сперматогенных клеток (сперматогоний и сперматоцитов), умеренной высотой сперматогенного эпителия и меньшим диаметром семенных канальцев.

3. В возрасте 6 месяцев отмечается формирование морфологически и функционально зрелого сперматогенеза, что проявляется наличием полного спектра клеток сперматогенного ряда, появлением зрелых сперматозоидов в просветах семенных канальцев, а также достоверным увеличением диаметра канальцев и высоты сперматогенного эпителия по сравнению с 3-месячным возрастом.

4. Морфометрический анализ выявил статистически значимое увеличение основных структурных показателей семенных канальцев с возрастом, что отражает интенсификацию процессов дифференцировки и созревания половых клеток в период постпубертатного развития.

5. Интерстициальная ткань яичек в обеих возрастных группах сохраняет физиологическое строение, характеризуясь умеренным развитием соединительнотканных элементов без признаков фиброзной перестройки, что свидетельствует о сохранности микроциркуляторного русла и благоприятных условиях для функционирования репродуктивной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nakano T., Nakata H., Iwamoto H., et al. Three-dimensional morphological analysis of spermatogenesis in aged mouse testes. Sci Rep. 2021; 11:23007. DOI:10.1038/s41598-021-02443-4.

2. Козлов В.А., Хаитов Р.М. Иммунология. Структурные основы иммунной системы. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015.

3. Тураев Ш.Х., Ахмедова Н.М. Морфофункциональные особенности лимфоидных органов у лабораторных животных. Вестник морфологии Узбекистана. 2018;2:45–49.

4. Каримов Ф.А., Абдуллаева Г.К. Возрастные особенности иммунных органов у экспериментальных животных. Журнал теоретической и клинической медицины. 2020;4:78–83.

5. Рахимов Б.Б., Усманова Ш.Н. Гистохимическая характеристика лимфоидной ткани в норме и патологии. Ташкент; 2019.

6. Covino, B. G. (1986). Pharmacology of local anaesthetic agents. British Journal of Anaesthesia, 58 (7), 701–716.

7. Steiniger B.S. Human spleen microanatomy: why mice do not suffice. Immunology. 2015; 145(3):334–346.