

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
СЕМЕННИКОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТОКСИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

**Э.Э.Мамедов**

[eldar\\_mamedov@bsmi.uz](mailto:eldar_mamedov@bsmi.uz), <https://orcid.org/0009-0001-3460-4764>

*Бухарский государственный медицинский институт*

**Аннотация**

Изучение морфофункциональных характеристик мужской репродуктивной системы в норме и при воздействии различных факторов имеет важное значение для фундаментальной биологии, ветеринарии и медицины. Нарушения в структуре и функции семенников и придаточных органов под влиянием эндокринных, экологических и стрессогенных воздействий приводят к снижению репродуктивной способности и изменению популяционных показателей. В последние годы усиливается интерес к интегративному подходу, сочетающему морфологические, физиологические и экологические исследования.

**Ключевые слова**

семенники; репродуктивная система, экологические факторы, морфометрия

**MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE TESTES UNDER THE  
INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS**

**E.E. Mamedov**

*Bukhara State Medical Institute*

**Abstract**

The study of morphofunctional characteristics of the male reproductive system under normal conditions and under the influence of various factors is of great importance for fundamental biology, veterinary science, and medicine. Structural and functional disorders of the testes and accessory organs caused by endocrine, environmental, and stress factors lead to reduced reproductive capacity and altered population indicators. In recent years, there has been an increasing interest in an integrative approach combining morphological, physiological, and ecological studies.

**Key words**

testes; reproductive system; environmental factors; morphometry

**EKOLOGIK OMILLAR TA'SIRIDA URUG'DONLARNING MORFOFUNKSIONAL  
HOLATI TAVSIFI**

E.E. Mamedov

*Buxoro davlat tibbiyot instituti***Annotatsiya**

Erkak reproduktiv tizimining morfofunktsional xususiyatlarini normal sharoitda va turli omillar taʼsirida oʻrganish fundamental biologiya, veterinariya va tibbiyot uchun muhim ahamiyatga ega. Endokrin, ekologik va stress omillari taʼsirida urugʻdonlar va ularning qoʻshimcha organlari tuzilishi hamda funksiyasida buzilishlar yuzaga kelib, reproduktiv qobiliyatning pasayishiga va populyatsion koʻrsatkichlarning oʻzgarishiga olib keladi. Soʻnggi yillarda morfologik, fiziologik va ekologik tadqiqotlarni birlashtiruvchi integrativ yondashuvga qiziqish ortib bormoqda.

**Kalit soʻzlar**

urugʻdonlar; reproduktiv tizim; ekologik omillar; morfometriya.

**Введение.** Мужская репродуктивная система является одной из наиболее чувствительных к воздействию внешних и внутренних факторов. Семенники выполняют ключевую роль, сочетая экзокринную функцию (сперматогенез) и эндокринную активность, что определяет их значение не только в обеспечении фертильности, но и в регуляции общего гормонального баланса организма. Нарушения в их морфологической структуре и функциональной активности под влиянием эндокринных, экологических, токсических и стрессогенных воздействий приводят к серьезным сбоям в репродуктивной функции.

В последние годы в научной литературе накоплен значительный массив данных, посвящённых изучению морфофункциональных характеристик семенников в норме и при различных факторных воздействиях. Особое внимание уделяется экспериментальным моделям на лабораторных животных, что позволяет глубже понять механизмы влияния эндокринных патологий, ксенобиотиков, гипотермии, теплового стресса и криоконсервации на архитектуру и функцию семенников.

В рамках данного обзора были проанализированы современные статьи, диссертационные исследования и обзорные публикации, посвящённые морфологии и физиологии семенников, а также их изменению под влиянием неблагоприятных факторов. Обобщение этих материалов позволило выявить ключевые закономерности, сравнить экспериментальные и теоретические подходы, а также очертить перспективные направления дальнейших исследований.

Современные направления исследований в этой области отражены в работе Рахимовой Г.Ш. (2022), где рассмотрены основные морфофункциональные особенности семенников как в норме, так и при воздействии разнообразных экзогенных факторов. Автор подчеркивает роль комплексного анализа морфологии и

физиологии в выявлении адаптационных механизмов и патогенетических изменений [9].

Проблема эндокринной регуляции репродуктивной функции раскрыта в исследовании Шакировой С.М. и соавт. (2021), которые показали, что эндокринная патология у крыс приводит к выраженным деструктивным процессам в сперматогенном эпителии и нарушению сперматогенеза. Работа подтверждает тесную взаимосвязь эндокринных и репродуктивных систем, а также значимость гормонального баланса для поддержания фертильности [11].

Сравнительный анализ методик изучения гонадотоксических воздействий представлен в публикации Заприводы Л.П. и соавт. (2015) Авторы обосновали преимущества комплексного морфологического подхода, включающего классическую гистологию, морфометрию и иммуногистохимические методы, позволяющие выявлять даже минимальные изменения под влиянием экологических факторов [7].

Экспериментальные исследования токсического воздействия мембраноповреждающих ксенобиотиков на мышах проведены Боковым Д.А. (2017). Автор показал, что такие соединения вызывают дегенеративные процессы в сперматогенном эпителии, снижение числа зрелых сперматозоидов и уровня фертильности, что подтверждает высокую чувствительность репродуктивной системы к ксенобиотикам [3].

Особое внимание уделяется влиянию экологически неблагоприятных условий на эндокринные структуры семенников животных. Шевлюк Н.Н. и соавт. (2017) изучали амфибий, рептилий и млекопитающих, обитающих в антропогенно измененных экосистемах Южного Урала, и установили, что эндокринные клетки семенников претерпевают функциональную перестройку в условиях техногенной нагрузки [13].

Ветошкин Р.В. (2016) исследовал роль протеогликанов и гликозаминогликанов в условиях хронического воздействия природных токсикантов. Результаты исследования показали, что данные соединения служат чувствительными маркерами повреждения межклеточного матрикса и отражают степень токсической нагрузки на репродуктивную систему [4].

Ряд ученых, описали функциональную морфологию мужской репродуктивной системы животных. Авторы связали анатомо-гистологическое строение с физиологическими особенностями воспроизводства, подчеркнув важность междисциплинарного анализа [17].

Влияние факторов среды на репродуктивные процессы у грызунов исследовали Dantas M.R.T. et al (2021). Авторы показали, что экологическая нестабильность, токсиканты и изменение климата вызывают перестройку репродуктивных стратегий, включая изменения в морфологии и функциональной активности гонад [16]. Аналогично мнения придерживаются Tırpák F. Et al (2021), где рассмотрены

разнообразные экзогенные факторы — стресс, питание, токсины, температура, которые нарушают целостность репродуктивной системы, снижая качество спермы и уровень фертильности [22].

Ion B. и Balan I. (2021) в своих исследованиях подтвердили, что стрессогенные воздействия и криоконсервация оказывают выраженное негативное влияние на структуру и функцию мужских гонад. Авторы отметили дегенеративные изменения в сперматогенном эпителии и снижение фертильности у экспериментальных животных [14].

Особый интерес представляют данные Farias et al., (2020), исследовавших неотропических летучих мышей. Авторы показали уникальные адаптивные механизмы — способность сохранять сперму в репродуктивной системе для обеспечения оплодотворения в неблагоприятных условиях среды [18].

Ряд ученых анализировали влияние экологических условий и технологий выращивания на морфологию семенников бычков мясных пород. Было установлено, что кормление и условия содержания прямо отражаются на архитектонике семенников и качестве сперматогенеза [20].

Эксперименты на быках породы Неллор, которые показали, что тепловой стресс вызывает выраженные морфофункциональные повреждения сперматозоидов, однако в восстановительный период наблюдается частичная регенерация репродуктивных структур [19].

Влияние низких температур и защитных факторов рассмотрены в исследовании Sayarina I.Yu. et al. (2019), авторы доказали, что дигидрокверцетин оказывает протективное действие, сохраняя морфологию семенников и поддерживая сперматогенез в условиях холодового стресса [21].

Вопрос радиационного воздействия на морфофункциональное состояние семенников рассмотрен в работе Баймурадова Р.Р. (2021). В своём исследовании автор систематизировал данные о структурных и функциональных изменениях мужских гонад при остром и хроническом облучении. Показано, что радиация приводит к деструкции сперматогенного эпителия, угнетению сперматогенеза, нарушению эндокринной функции и долгосрочным репродуктивным последствиям. Особое внимание уделено дозозависимому характеру повреждений и различиям в регенераторном потенциале тканей [2].

В более поздней работе Баймурадов Р.Р. (2024) проанализировал влияние различных патогенных факторов на состояние семенников. Автор подчеркнул, что токсические, инфекционные и стрессогенные воздействия вызывают комплексные изменения, включающие морфологические перестройки, снижение активности сперматогенеза и нарушение микроциркуляции. Эти данные подтверждают универсальную уязвимость семенников к неблагоприятным экзогенным и эндогенным факторам [1].

Отдельное исследование посвящено характеристике анатомических параметров семенников крыс в норме и при воздействии радиации с учётом возрастного аспекта. Баймурадов Р.Р. и Тешаев Ш.Ж. (2021) показали, что ювенильные и зрелые особи по-разному реагируют на облучение: у молодых животных отмечаются более выраженные деструктивные процессы, тогда как у взрослых наблюдается частичная адаптация. Работа подчеркивает значимость возрастного фактора при оценке радиационного повреждения гонад [15].

Вопрос коррекции нарушений сперматогенеза представлен в работе Демяшкина Г.А. и соавт. (2021). Авторы провели экспериментальное исследование, направленное на изучение морфологических особенностей семенников при гипосперматогенезе и различных вариантах его коррекции. Показано, что применение корректирующих методов способствует частичному восстановлению архитектоники семенных канальцев и нормализации сперматогенного эпителия, что подтверждает возможность терапевтического воздействия на репродуктивную функцию [6].

Поплавская Е.А. и Поплавский Д.Ю. (2019) исследовали морфологические изменения семенников крыс на 40-е сутки после воздействия липополисахаридов грамотрицательных бактерий. Авторы показали, что эндотоксическое воздействие приводит к стойким деструктивным процессам в семенных канальцах, уменьшению числа сперматогенных клеток и нарушению микроциркуляции, что подтверждает высокую чувствительность семенников к инфекционно-воспалительным факторам [8].

Исследование Саяпиной И.Ю., Баранникова С.В. и Огородниковой Т.Л. (2023) посвящено функциональной морфологии интерстициальных эндокриноцитов яичек крыс при низкотемпературном воздействии. Авторы выявили перестройку стероидогенной активности клеток Лейдига и снижение их секреторного потенциала в условиях холода, что сопровождается нарушением гормонального обеспечения сперматогенеза [10].

Работа Галимовой Э.Ф. (2016) носит фундаментальный характер и посвящена молекулярным и клеточным механизмам функционирования мужской репродуктивной системы при воздействии факторов различной природы и интенсивности. Автор показала, что экстремальные и фоново действующие агенты вызывают каскад морфофункциональных перестроек на уровне клеточного метаболизма, сигнальных путей и межклеточных взаимодействий, что в конечном счёте отражается на состоянии сперматогенеза [5].

Особое место занимает диссертация Шарафутдиновой Л.А. (2019), в которой рассмотрено влияние наночастиц диоксида титана (рутил) на нервную, иммунную и репродуктивную системы. Автор продемонстрировала выраженные морфофункциональные нарушения в яичках, включая повреждения сперматогенного

эпителия, иммунные дисбалансы и снижение фертильности. Работа подчёркивает значимость нанотоксикологии для оценки рисков мужского здоровья [12]

В представленных исследованиях показано, что мужская репродуктивная система отличается высокой чувствительностью к эндокринным, токсическим, экологическим и температурным воздействиям. Отмечается, что под влиянием данных факторов возникают выраженные изменения в морфологии и функции семенников и их придатков, проявляющиеся нарушением сперматогенеза, снижением уровня фертильности и перестройкой эндокринных структур. При этом в ряде работ подчёркивается существование адаптационных реакций, частично компенсирующих негативное воздействие, что открывает возможности для дальнейшего изучения механизмов коррекции и профилактики патологических процессов.

Таким образом, анализ современной литературы показал, что большинство исследований посвящены изучению влияния радиации, токсикантов, стрессогенных и температурных факторов, а также ксенобиотиков и инфекционных агентов на морфофункциональное состояние семенников. Существенное внимание уделено вопросам эндокринной регуляции, адаптационным механизмам и возможностям коррекции нарушений сперматогенеза. Однако при всём многообразии проанализированных материалов практически отсутствуют комплексные исследования, посвящённые воздействию таких социально значимых факторов, как хроническая алкогольная и никотиновая интоксикация. Несмотря на высокую распространённость данных воздействий и их известное негативное влияние на репродуктивное здоровье, систематический морфологический и морфофункциональный анализ состояния семенников при этих формах интоксикации до настоящего времени не получил достаточного развития. Это подчёркивает актуальность и необходимость дальнейших экспериментальных и клинических исследований в данном направлении.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Баймурадов Р. Р. Влияние патогенных факторов на состояние семенников // *International Journal of Integrated Sciences*. – 2024. – Т. 1. – № 1.
2. Баймурадов Р. Р. Морфофункциональное состояние семенников при остром и хроническом радиационном облучении (обзор литературы) // *Биология и интегративная медицина*. – 2021. – № 4 (51).
3. Боков Д. А. Морфофункциональная характеристика сперматогенного эпителия, динамика развития половых клеток и уровень фертильности мышей СВАхС57В16 при действии мембраноповреждающих ксенобиотиков в эксперименте // *Оренбургский медицинский вестник*. – 2017. – № 4 (20). – С. 61–69.

4. Ветошкин Р. В. Протеогликаны и гликозаминогликаны репродуктивной системы самцов крыс при хроническом воздействии природных токсикантов : дис. ... канд. биол. наук. – Рязань: Рязан. гос. мед. ун-т им. И. П. Павлова, 2016. – 154 с.
5. Галимова Э. Ф. Молекулярные и клеточные механизмы функционирования мужской репродуктивной системы в условиях экстремальных и фоновых воздействий различной природы и интенсивности. – Москва, 2016.
6. Демяшкин Г. А., и др. Морфологическая характеристика семенников в условии коррекции гипосперматогенеза (экспериментальное исследование) // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 6–10.
7. Запривода Л. П., Остапенко О. В., Яценко В. П. Сравнительная характеристика морфологических методов оценки гонадотоксичного эффекта факторов окружающей среды // Математические исследования в естественных науках. – 2015. – № 12. – С. 171–179.
8. Поплавская Е. А., Поплавский Д. Ю. Сравнительный анализ структуры семенников крыс на 40-е сутки после воздействия липополисахаридов грамотрицательных бактерий // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2019. – Т. 18. – № 1. – С. 16–22.
9. Рахимова Г. Ш. Современные аспекты изучения особенностей морфофункциональных характеристик семенников в норме и при различных факторных воздействиях // Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – Т. 3. – № 6. – С. 15–23.
10. Саяпина И. Ю., Баранников С. В., Огородникова Т. Л. Функциональная морфология интерстициальных эндокриноцитов яичек крыс при низкотемпературном воздействии // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2023. – Т. 13. – № 4. – С. 69–76.
11. Шакирова С. М., Шакирова Г. Р., Гильдилов Д. И. Морфофункциональная характеристика семенников и придатка семенника самцов крыс при эндокринной патологии // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. – С. 87–92.
12. Шарафутдинова Л. А. Морфофункциональные изменения нервной, иммунной и репродуктивной систем при воздействии наноразмерного диоксида титана в форме рутила: дис. ... докт. биол. наук. – 2019.
13. Шевлюк Н. Н., Третьякова Р. Ф., Каюмов Ф. Г. и др. Гистофизиология эндокринных структур семенников амфибий, рептилий и мелких млекопитающих, населяющих антропогенно трансформированные экосистемы Южного Урала // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 86–90.

14. Balan I., Ion B., et al. Morphofunctional changes in the male reproductive system under the influence of stressogenic factors and cryopreservation // *Oltenia, Studii si Comunicari Seria Stiintele Naturii.* – 2021. – Vol. 37. – № 1. – P. 131–137.
15. Baymuradov R. R., Teshayev Sh. J. Characteristics of anatomical parameters of rat testes in normal conditions and under irradiation in the age aspect // *International Journal of Trend in Scientific Research and Development.* – 2021. – March. – P. 106–108.
16. Dantas M. R. T., et al. Understanding how environmental factors influence reproductive aspects of wild myomorphic and hystricomorphic rodents // *Animal Reproduction.* – 2021. – Vol. 18. – P. e20200213.
17. Das P. K., Mukherjee J., Banerjee D. Functional morphology of the male reproductive system // *Textbook of Veterinary Physiology.* – Singapore: Springer Nature, 2023. – P. 441–476.
18. Farias T. O., et al. Male reproductive morphofunctional evaluation of a Neotropical sperm-storing vespertilionid bat (*Myotis levis*) in an environmental context // *Cell and Tissue Research.* – 2020. – Vol. 382. – № 3. – P. 639–656.
19. Garcia-Oliveros L. N., et al. Chronological characterization of sperm morpho-functional damage and recovery after testicular heat stress in Nellore bulls // *Journal of Thermal Biology.* – 2022. – Vol. 106. – P. 103237.
20. Kayumov F. G., Tretyakova R. F., Shevlyuk N. N. Influence of environmental conditions and technology of cultivation on the morphological structure of the testes of bull calves of three breeds in beef production // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2021. – Vol. 624. – № 1. – P. 012031.
21. Sayapina I. Yu., et al. Functional morphology of organs of the male reproductive system in adaptation to low temperatures and treatment by dihydroquercetin. – 2019.
22. Tirpák F., et al. Exogenous factors affecting the functional integrity of male reproduction // *Life.* – 2021. – Vol. 11. – № 3. – P. 213.