

**ФУНДАМЕНТАЛ ВА
КЛИНИК ТИББИЁТ
АХБОРОТНОМАСИ**

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**

2026, №3 (23)

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**
**ФУНДАМЕНТАЛ ВА КЛИНИК
ТИББИЁТ АХБОРОТНОМАСИ**
**ВЕСТНИК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И
КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

Научный журнал по фундаментальным и клиническим
проблемам медицины
основан в 2022 году

Бухарским государственным медицинским институтом
имени Абу Али ибн Сино
выходит один раз в 2 месяца

Главный редактор – Ш.Ж. ТЕШАЕВ

Редакционная коллегия:

*С.С. Давлатов (зам. главного редактора),
Р.Р. Баймурадов (ответственный секретарь),
М.М. Амонов, Г.Ж. Жарилкасинова,
А.Ш. Иноятов, Д.А. Хасанова, Е.А. Харибова,
Ш.Т. Уроков, Б.З. Хамдамов, Ф.К. Халлоқов*

*Учредитель Бухарский государственный
медицинский институт имени Абу Али ибн Сино*

2026, № 3 (23)

Адрес редакции:

Республика Узбекистан, 200100, г.
Бухара, ул. Гиждуванская, 23.

Телефон (99865) 223-00-50

Факс (99866) 223-00-50

Сайт <https://bsmi.uz/journals/fundamental-ya-klinik-tibbiyot-ahborotnomasi/>

e-mail baymuradovravshan@gmail.com

О журнале

Журнал зарегистрирован
в Управлении печати и информации
Бухарской области
№ 1640 от 28 мая 2022 года.

Журнал внесен в список
утвержденный приказом № 370/б
от 8 мая 2025 года реестром ВАК
в раздел медицинских наук.

Отпечатано в типографии ООО
“Шарк-Бухоро”. г. Бухара,
ул. Ўзбекистон Мустақиллиги, 70/2.

Редакционный совет:

Абдурахманов Д.Ш.	(Самарканд)
Абдурахманов М.М.	(Бухара)
Ахмедов Р.М.	(Бухара)
Баландина И.А.	(Россия)
Бахронов Ж.Ж.	(Бухара)
Бернс С.А.	(Россия)
Газиев К.У.	(Бухара)
Деев Р.В.	(Россия)
Дустова Н.К.	(Бухара)
Зокирова Н.Б.	(Ташкент)
Казакова Н.Н.	(Бухара)
Калашникова С.А.	(Россия)
Каримова Н.Н.	(Бухара)
Курбонов С.С.	(Таджикистан)
Маматов С.М.	(Кыргызстан)
Мамедов У.С.	(Бухара)
Мирзоева М.Р.	(Бухара)
Миршарапов У.М.	(Ташкент)
Набиева У.П.	(Ташкент)
Нуралиев Н.А.	(Хорезм)
Наврұзов Р.Р.	(Бухара)
Нарзиева Д.Ф.	(Бухара)
Орипов Ф.С.	(Самарканд)
Орипова Ф.Ш.	(Бухара)
Одилова Г.Р.	(Бухара)
Очилов К.Р.	(Бухара)
Раупов Ф.С.	(Бухара)
Рахмонов К.Э.	(Самарканд)
Рахметов Н.Р.	(Казахстан)
Рахматова С.Н.	(Бухара)
Султонова Л.Дж.	(Бухара)
Сайдуллаев З.Я.	(Самарканд)
Удочкина Л.А.	(Россия)
Файзиев Х.Б.	(Бухара)
Хамдамова М.Т.	(Бухара)
Хамдамов И.Б.	(Бухара)
Ходжаева Д.Т.	(Бухара)
Худойбердиев Д.К.	(Бухара)
Халлоков Ф.К.	(Бухара)
Шодиева М.С.	(Бухара)
Эшонов О.Ш.	(Бухара)

ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА СЕЛЕНА НА МОРФОЛОГИЮ СЕМЕННИКОВ**Баймурадов Р.Р.**

Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, г. Бухара, Узбекистан

Резюме. Селен является одним из важнейших микроэлементов, участвующих в поддержании антиоксидантного баланса и нормального функционирования мужской репродуктивной системы. Целью настоящего исследования было изучение морфологических и морфометрических изменений семенников при экспериментальном дефиците селена. Эксперимент выполнен на 30 самцах белых беспородных крыс, разделённых на контрольную и экспериментальную группы. В течение 12 недель животные контрольной группы получали стандартный рацион, тогда как крысы экспериментальной группы содержались на селенодефицитной диете. После завершения эксперимента проводили гистологическое и морфометрическое исследование ткани семенников. В результате установлено, что дефицит селена сопровождается расширением просветов извитых семенных канальцев, уменьшением толщины сперматогенного эпителия, снижением количества клеток герминативного ряда и уменьшением числа зрелых сперматозоидов. Одновременно наблюдалось увеличение площади интерстициальной ткани и уменьшение количества клеток Лейдига. Полученные данные свидетельствуют о том, что дефицит селена приводит к развитию морфологических изменений семенников, связанных с оксидативным стрессом и угнетением процессов сперматогенеза.

Ключевые слова: селен, дефицит селена, семенники, сперматогенез, сперматогенный эпителий, клетки Лейдига, морфометрия, белые крысы.

THE EFFECT OF SELENIUM DEFICIENCY ON TESTICULAR MORPHOLOGY**Baymuradov R.R.**

Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino, Bukhara, Uzbekistan

Resume. Selenium is an essential trace element involved in maintaining the antioxidant balance and normal functioning of the male reproductive system. The aim of this study was to investigate morphological and morphometric changes in the testes under experimental selenium deficiency. The experiment was conducted on 30 male outbred white rats divided into control and experimental groups. For 12 weeks, animals of the control group received a standard laboratory diet, while rats in the experimental group were fed a selenium-deficient diet. After completion of the experiment, histological and morphometric examinations of testicular tissue were performed. The results demonstrated that selenium deficiency was associated with dilation of the seminiferous tubule lumen, thinning of the spermatogenic epithelium, a decrease in the number of germ cells, and a reduction in mature spermatozoa. In addition, an increase in the interstitial tissue area and a decrease in the number of Leydig cells were observed. The obtained data indicate that selenium deficiency leads to structural alterations in the testes associated with oxidative stress and suppression of spermatogenesis.

Key words: selenium, selenium deficiency, testes, spermatogenesis, spermatogenic epithelium, Leydig cells, morphometry, white rats.

СЕЛЕН ТАНҚИСЛИГИНИНГ УРУҒДОНЛАР МОРФОЛОГИЯСИГА ТАЪСИРИ**Баймурадов Р.Р.**

Абу Али ибн Сино номидаги Бухоро давлат тиббиёт институти, Бухоро ш., Ўзбекистон

Резюме. Селен организмда антиоксидант тизим фаолиятини таъминловчи ва эркалар репродуктив тизимининг нормал ишлашида муҳим аҳамиятга эга бўлган микроэлемент ҳисобланади. Ушбу тадқиқотнинг мақсади селен танқислиги шароитида уруғдонлар тузилишида кузатиладиган морфологик ва морфометрик ўзгаришларни ўрганишдан иборат эди. Таъриба 30 та оқ зотсиз эркак каламушларда ўтказилди. Ҳайвонлар назорат ва таъриба гуруҳларига ажратилди. 12 ҳафта давомида назорат гуруҳи стандарт рационда сақланди, таъриба гуруҳи эса селен танқис пархез билан озиклантирилди. Эксперимент тугагач, мойк тўқимасининг гистологик ва морфометрик таҳлили амалга оширилди. Натижалар селен танқислигида бурама уруғ каналчалари бўшлигининг кенгайиши, сперматоген эпителийнинг юпқалаиши, герминатив ҳужайралар сонининг камайиши ва етук сперматозоидлар миқдорининг пасайиши кузатилишини кўрсатди. Шунингдек, интерстициал тўқима майдонининг ортиши ва Лейдиг ҳужайралари сонининг камайиши аниқланди. Олинган натижалар

селен танқислиги сперматогенез жараёнларининг сусайиши ва оксидатив стресс билан боғлиқ морфологик ўзгаришларга олиб келишини кўрсатади.

Калит сўзлар: селен, селен танқислиги, уруғдон, сперматогенез, сперматоген эпителий, Лейдиг хужайралари, морфометрия, каламушлар.

e-mail: ravshan.baymuradov@bsmi.uz

Введение. Селен относится к жизненно необходимым микроэлементам, обеспечивающим нормальное функционирование антиоксидантной системы организма. Особое значение он имеет для мужской репродуктивной системы, поскольку ткань семенника характеризуется высокой интенсивностью клеточного деления, активным митохондриальным метаболизмом и повышенной чувствительностью к оксидативному стрессу. В последние годы интерес к роли селена в регуляции сперматогенеза существенно возрос, что связано с накоплением данных о функциях селенопротеинов — прежде всего глутатионпероксидазы 4 (GPX4) и селенопротеина Р (SELENOP) — в поддержании структуры и функции сперматозоидов [1,3].

Семенники являются одним из наиболее «селен-зависимых» органов мужского организма. Это объясняется тем, что GPX4 выполняет не только антиоксидантную, но и структурную функцию, участвуя в формировании митохондриальной оболочки средней части сперматозоида [1,2].

При дефиците селена активность GPX4 снижается, что приводит к усилению перекисного окисления липидов и повреждению мембран сперматозоидов. Zhou и соавт. (2017) показали, что как недостаток, так и избыток селена приводят к снижению качества спермы у крыс, сопровождаясь уменьшением экспрессии ядерной формы GPX4 в ткани семенника [4].

В более позднем исследовании Xu и соавт. (2023) продемонстрировали, что селенодефицит индуцирует окислительный стресс и активирует PI3K/АКТ-зависимые пути апоптоза в клетках семенника, что сопровождается нарушением клеточной пролиферации и структурной организации канальцев [5].

Экспериментальные исследования свидетельствуют, что дефицит селена сопровождается характерными морфологическими изменениями сперматогенного эпителия. Отмечаются истончение сперматогенного слоя, уменьшение количества сперматоцитов и сперматид, увеличение доли дегенеративных форм, расширение просвета канальцев, признаки дистрофии клеток Сертоли.

По данным Li и соавт. (2020), при недостаточности селена нарушается нормальное развитие семенников, уменьшается толщина эпителия канальцев и усиливается апоптоз герминативных клеток [6].

В обзорной работе Yuan и Zhang (2024) подчёркивается, что наиболее уязвимыми оказываются поздние стадии спермиогенеза, поскольку именно в этот период происходит активная перестройка мембран и формирование митохондриального чехла, зависящего от GPX4 [3].

Важно отметить, что морфологические изменения носят прогрессирующий характер при длительном дефиците и могут приводить к стойкому снижению фертильности.

Помимо прямого влияния на сперматогенный эпителий, дефицит селена способен нарушать функцию клеток Лейдига. Показано, что снижение уровня селена может сопровождаться изменением продукции тестостерона и регуляции гонадотропинов [5].

Qazi и соавт. (2019) подчёркивают, что SELENOP играет важную роль в транспорте селена к семенникам, и его недостаточность приводит к снижению локальной концентрации микроэлемента в ткани гонады, что отражается на стероидогенезе и качестве спермы [1].

Современные данные подчёркивают, что для селена характерна узкая терапевтическая «зона безопасности»: как дефицит, так и избыток способны вызывать морфологические нарушения семенников [4,5].

Это обстоятельство требует строгой стандартизации диетических моделей при экспериментальных исследованиях и осторожности при интерпретации результатов.

Таким образом, селенодефицитная модель является патогенетически обоснованной экспериментальной платформой для изучения механизмов мужской инфертильности и оценки антиоксидантных вмешательств.

Материалы и методы. В экспериментальном исследовании использовали самцов белых беспородных крыс в возрасте 12–24 недель (3–6 месяцев). Общее количество животных составило 30 особей.

Эксперимент проводился на базе вивария Бухарского государственного медицинского института. В ходе исследования животные получали специализированные корма для лабораторных живот-

ных, произведённые компанией ALTRONIN Spezialfutter GmbH & Co. (Германия). Используемый корм имел официальный сертификат качества №36/2024. Рационы для каждой экспериментальной группы поставлялись в герметичных ёмкостях по 5 кг и представляли собой гранулы диаметром около 10 мм.

В исследовании применяли два типа кормления: стандартную лабораторную диету C1000 и диету с дефицитом селена C1045.

Все животные были распределены на две равные группы:

- контрольная группа (n = 15) — животные в течение 12 недель получали стандартный рацион питания;
- экспериментальная группа (n = 15) — в течение того же периода содержались на диете с пониженным содержанием селена.

Крысы обеих групп имели свободный доступ к корму, соответствующему условиям эксперимента. В качестве питьевой воды для всех животных использовалась дистиллированная вода.

Забой животных проводили на шестом месяце жизни, в утренние часы, натощак. После извлечения органов выполняли стандартную гистологическую обработку материала: из тканей семенников готовили парафиновые блоки, из которых изготавливали срезы. Полученные препараты окрашивали и затем подвергали морфометрическому анализу.

В ходе исследования определяли ряд морфометрических показателей, характеризующих структуру семенников и состояние сперматогенного эпителия.

К числу изучаемых параметров относились: толщина белочной оболочки семенника (мкм); количество извитых семенных канальцев в одном поле зрения микроскопа; число участков интерстициальной ткани между извитым семенными канальцами в одном поле зрения; площадь поперечного сечения извитого семенного канальца (мкм²); площадь просвета канальца (мкм²); площадь сперматогенного эпителия (мкм²); толщина сперматогенного эпителия (мкм); количество клеток Сертоли в сперматогенном эпителии извитого семенного канальца; количество сперматогоний в сперматогенном эпителии; площадь сперматогония (мкм²); количество сперматоцитов в сперматогенном эпителии; площадь сперматоцита (мкм²); количество сперматид в сперматогенном эпителии; площадь сперматиды (мкм²); количество сперматозоидов в просвете извитого семенного канальца; площадь интерстициальной ткани (мкм²); количество клеток Лейдига в участке интерстиция.

Полученные морфометрические показатели использовали для оценки структурных изменений семенников и анализа влияния дефицита селена на процессы сперматогенеза.

Результаты исследования. В начале были изучены параметры контрольной группы для сопоставления с экспериментальными исследованиями. У крыс шестимесячного возраста, которые в течение трёх месяцев находились на рационе с пониженным содержанием селена, в ткани семенников отмечался комплекс морфологических изменений. Эти изменения отражали развитие дистрофических процессов в сперматогенном эпителии, связанных с оксидативным стрессом, а также начальные проявления перестройки интерстициальной ткани. Несмотря на это, общая архитектура органа в целом сохранялась. Вместе с тем при микроскопическом исследовании становились заметны признаки функциональной нестабильности сперматогенеза и нарушения тканевой трофики.

Белочная оболочка семенника оказалась несколько утолщённой. Её средняя толщина составляла $134,1 \pm 3,17$ мкм. Подобные изменения можно рассматривать как ранний признак соединительнотканной перестройки оболочки органа. Волокнистые структуры располагались более плотно, чем в контрольной группе, местами отмечалась их менее упорядоченная ориентация. Однако выраженных признаков склеротического процесса выявлено не было.

Число извитых семенных канальцев, определяемых в одном поле зрения микроскопа (увеличение $\times 100$), уменьшалось до $9,5 \pm 0,28$. Данное явление было обусловлено не редукцией самих канальцев, а увеличением их диаметра и расширением просветов. Площадь поперечного сечения канальцев возрастала до $6,6 \pm 0,16 \times 10^4$ мкм², тогда как площадь их просвета достигала $9,3 \pm 0,29 \times 10^3$ мкм². Эти значения превышали контрольные показатели приблизительно на 10–15 %, что указывало на умеренную дилатацию канальцев, сопровождавшуюся ослаблением и частичным истончением эпителиального слоя.

Толщина сперматогенного эпителия при этом заметно уменьшалась и составляла в среднем $70,2 \pm 2,09$ мкм. В ряде канальцев эпителиальный слой выглядел разреженным, нарушалась обычная стратификация клеточных рядов, а плотность герминативных элементов становилась ниже. Подобные изменения указывали на нарушение нормального хода сперматогенеза.

Количественные характеристики клеточного состава сперматогенного эпителия также изменялись. Число клеток Сертоли в поперечном срезе канальца оставалось относительно стабильным и со-

ставляло $9,5 \pm 0,23$. В то же время отмечалось уменьшение количества клеток герминативного ряда. Так, число сперматогоний снижалось до $11,5 \pm 0,39$, сперматоцитов — до $41,7 \pm 1,08$, а количество круглых сперматид уменьшалось до $168,7 \pm 4,28$. Наиболее заметные изменения касались зрелых форм половых клеток. Количество сперматозоидов в просвете канальцев снижалось до $295,5 \pm 7,25$, что примерно на четверть меньше по сравнению с контрольными животными. Это свидетельствовало о нарушении заключительных этапов сперматогенеза.

Определённые изменения наблюдались и в интерстициальной ткани семенников. Её площадь увеличивалась до $5,3 \pm 0,19 \times 10^5$ мкм². В интерстиции выявлялись участки умеренного отёка, а также очаги периваскулярной инфильтрации. В отдельных зонах начинали формироваться признаки фиброзного уплотнения. Одновременно уменьшалось количество клеток Лейдига — до $25,5 \pm 0,49$. Их цитоплазма выглядела более светлой, местами отмечалась вакуолизация. Подобные морфологические признаки могут свидетельствовать о снижении функциональной активности данных клеток и ослаблении процессов стероидогенеза (табл. №1).

Таблица №1

Параметры семенников контрольной и экспериментальных групп

Показатель	6-месяц контроль	Дефицит Se
Толщина белочной оболочки (tunica albuginea)	117,55±3,58	134,09±3,17
Извитые семенные канальцы в 1 поле (×100)	10,29±0,31	9,55±0,28
Участки интерстиция между канальцами в 1 поле (×100)	14,33±0,40	15,59±0,48
Площадь поперечного сечения канальца (наружный контур)	59008,67±1642,21	66104,33±1564,27
Площадь просвета канальца	8365,56±226,23	9285,52±297,80
Площадь сперматогенного эпителия (наружная – просвет)	46002,27±1334,29	44137,95±860,93
Толщина сперматогенного эпителия	88,84±2,74	70,17±2,09
Клетки Сертоли на поперечный срез канальца	9,82±0,30	9,49±0,23
Сперматогонии на поперечный срез канальца	13,07±0,26	11,50±0,39
Площадь сперматогония	85,23±1,72	80,43±2,56
Сперматоциты I порядка на поперечный срез	47,68±1,06	41,75±1,09
Площадь сперматоцита	150,85±3,14	146,57±2,82
Круглые сперматиды на поперечный срез	237,46±5,87	168,65±4,28
Площадь круглой сперматиды	40,39±1,18	38,68±0,47
Сперматозоиды в просвете канальца	398,56±8,85	295,48±7,25
Площадь интерстициальной ткани в 1 поле (×100)	465039,2±10329,46	533761,7±18863,26
Клетки Лейдига в участке интерстиция	27,70±0,79	25,45±0,49

Заключение. Таким образом, при дефиците селена у шестимесячных крыс формируется характерный комплекс морфологических и морфометрических изменений в семенниках. Он включает расширение извитых семенных канальцев, истончение и частичную дезорганизацию сперматогенного эпителия, уменьшение числа клеток герминативного ряда и снижение количества зрелых сперматозоидов. Одновременно наблюдается увеличение объёма интерстициальной ткани и уменьшение плотности клеток Лейдига. Совокупность этих изменений позволяет рассматривать выявленные нарушения как проявление оксидативно-индуцированного угнетения сперматогенеза, возникающего в условиях дефицита селена — важного компонента антиоксидантной системы организма. При этом на данном

этапе структурные изменения стромальных элементов выражены умеренно и носят компенсаторно-адаптационный характер.

Список литературы:

1. Qazi IH, Angel C, Yang H, et al. Role of Selenium and Selenoproteins in Male Reproductive Function: A Review of Past and Present Evidences. *Antioxidants (Basel)*. 2019;8(8):268.
2. Hatfield DL, Berry MJ, Gladyshev VN, eds. *Selenium: Its Molecular Biology and Role in Human Health*. 3rd ed. Springer; 2012. (Глава: Selenium and Male Reproduction).
3. Yuan S, Zhang Y. A comprehensive review on potential role of selenium and selenoproteins in male fertility and spermatogenesis. *Heliyon*. 2024.
4. Zhou JC, Zheng S, Mo J, et al. Dietary Selenium Deficiency or Excess Reduces Sperm Quality and Testicular mRNA Abundance of Nuclear Glutathione Peroxidase 4 in Rats. *J Nutr*. 2017.
5. Xu ZJ, Liu M, Niu QJ, et al. Both selenium deficiency and excess impair male reproductive system via inducing oxidative stress-activated PI3K/AKT-mediated apoptosis and cell proliferation signaling in testis of mice. *Free Radic Biol Med*. 2023. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2023.01.024.
6. Li M, et al. Effects of selenium deficiency on testis development and related cellular processes (animal model). (Journal article). 2020.
7. Kara Ö, et al. Effects of selenium on testicular ischemia–reperfusion injury in a rat model (histopathology/biochemistry). *Andrologia*. 2016.
8. Kaur S, et al. Bisphenol A induced oxidative stress and apoptosis in testes: selenium-related modulation (experimental study). *Andrology*. 2018.
9. Michaelis M, et al. Selenoprotein P in seminal fluid as a biomarker of sperm quality; role of Se transport to testes. *Biochim Biophys Acta*. 2014.
10. Ramírez-Acosta S, et al. Selenium supplementation influences mice testicular selenoproteins driven by gut microbiota. *Sci Rep*. 2022.

Для цитирования: Баймурадов Р.Р. Влияние дефицита селена на морфологию семенников // Вестник фундаментальной и клинической медицины. – 2026. – № 3(23). – С. 111–115. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18884855>