



ВЛИЯНИЕ БОЛЬШИХ ДОЗ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ ПОЛОВОЗРЕЛЫХ САМЦОВ БЕЛЫХ КРЫС

© 2025

Дуденкова Н.А., Шубина О.С., Узертцова Е.Ю.

Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева (г. Саранск, Россия)

Аннотация. Ультрафиолетовое (УФ) излучение является важным компонентом солнечного света и широко используется в различных областях медицины, косметологии и промышленности. Наибольшее внимание уделяется биологическим эффектам УФ-излучения благодаря его повсеместному присутствию в окружающей среде, особенно солнечному свету, а также использованию в медицине, косметике и промышленности. Известно, что умеренные дозы УФ-облучения обладают полезными свойствами, такими как стимуляция синтеза витамина D в коже, улучшение настроения и повышение иммунитета. Тем не менее высокие дозы УФ-излучения способны вызывать повреждение тканей, стимулируя образование свободных радикалов, вызывая фотоповреждения кожи, глаз и внутренних органов. Особенный интерес вызывает потенциальное влияние интенсивного УФ-излучения на репродуктивную систему млекопитающих. Хотя ранее проводились отдельные исследования о последствиях чрезмерного воздействия УФ-излучения на различные органы и ткани, остается недостаточно изученным влияние больших доз УФ на репродуктивную систему, что в дальнейшем может повлиять на способность к воспроизведению потомства. В ранее проведенных нами исследованиях было обнаружено, что высокие дозы ультрафиолетового излучения отрицательно влияют на репродуктивную функцию мужских половых желез, в частности на процесс образования мужских половых клеток (сперматозоидов). Однако характер структурных изменений, происходящих непосредственно в самих мужских гонадах, оставался до конца неизученным. Проведенное экспериментальное исследование показало, что влияние больших доз ультрафиолетового излучения негативно влияет на морфологическую структуру мужских половых желез. Особое внимание можно обратить на то, что на гистопрепаратах замечены извитые семенные канальцы, в просветах которых отсутствовали сперматозоиды. Там, где же они визуальнo просматривались, то располагались более рассредоточено и в меньшем количестве.

Ключевые слова: ультрафиолетовое (УФ) излучение; семенники (семенные железы); мужские половые железы; сперматогенные клетки; мужские половые клетки (сперматозоиды).

EFFECT OF HIGH DOSES OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE STRUCTURE OF THE REPRODUCTIVE GLANDS OF SEXUALLY MATURE MALE WHITE RATS

© 2025

Dudenkova N.A., Shubina O.S., Uzertsova E.Yu.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev (Saransk, Russia)

Abstract. Ultraviolet (UV) radiation is an important component of sunlight and is widely used in various fields of medicine, cosmetology, and industry. The biological effects of UV radiation are of particular interest due to its ubiquitous presence in the environment, particularly in sunlight, as well as its use in medicine, cosmetics, and industry. It is known that moderate doses of UV radiation have beneficial properties, such as stimulating the synthesis of vitamin D in the skin, improving mood, and boosting immunity. Nevertheless, high doses of UV radiation can cause tissue damage by stimulating the formation of free radicals, leading to photodamage of the skin, eyes, and internal organs. Of particular interest is the potential impact of intense UV radiation on the reproductive system of mammals. Although some studies have been conducted on the effects of excessive UV exposure on various organs and tissues, the impact of high doses of UV on the reproductive system remains understudied, which could potentially affect the ability to reproduce offspring. In our previous research, we found that high doses of ultraviolet radiation had a negative effect on the reproductive function of the male reproductive glands, particularly on the formation of male reproductive cells (sperm). However, the nature of the structural changes that occur in the male gonads themselves remained largely unknown. The conducted experimental study showed that the influence of large doses of ultraviolet radiation has a negative effect on the morphological structure of the male reproductive glands. Special attention should be paid to the fact that the histological specimens showed convoluted seminiferous tubules with no spermatozoa in their lumens. Where spermatozoa were visible, they were more dispersed and in smaller numbers.

Keywords: ultraviolet (UV) radiation; testicles (seminal glands); male reproductive glands; spermatogenic cells; male reproductive cells (sperm).

Введение

Ультрафиолетовое излучение (УФ) является важным компонентом солнечного света и широко используется в различных областях медицины, косметологии и промышленности [1, с. 154; 2, с. 6]. Наибольшее внимание уделяется биологическим эффектам УФ-излучения благодаря его повсеместному присутствию в окружающей среде, особенно солнечному свету, а также использованию в медицине, косметике и промышленности [3, с. 262; 4, с. 280].

Известно, что умеренные дозы УФ-облучения обладают полезными свойствами, такими как стимуляция синтеза витамина D в коже, улучшение настроения и повышение иммунитета [5, с. 102; 6, с. 119; 7, с. 210; 8, с. 85]. Тем не менее высокие дозы УФ-излучения способны вызывать повреждение тканей, стимулируя образование свободных радикалов, вызывая фотоповреждения кожи, глаз и внутренних органов [9, с. 123].

Особенный интерес вызывает потенциальное влияние интенсивного УФ-излучения на репродуктивную систему млекопитающих [10, с. 531]. Хотя ранее проводились отдельные исследования о последствиях чрезмерного воздействия УФ-излучения на различные органы и ткани, остается недостаточно изученным влияние его больших доз на репродуктивную систему.

В ранее проведенных нами исследованиях было обнаружено, что высокие дозы ультрафиолетового излучения отрицательно влияют на репродуктивную функцию мужских половых желез, в частности на процесс образования мужских половых клеток (сперматозоидов) [11, с. 175; 12, с. 57; 13, с. 669]. Однако характер структурных изменений, происходящих непосредственно в самих мужских гонадах, оставался до конца неизученным.

Так как организм человека схож со строением организма млекопитающих животных, то для проведения эксперимента наиболее удобными служили самцы белых крыс [14, с. 89; 15, с. 132; 16, с. 34].

Целью нашего исследования было изучение влияния больших доз ультрафиолетового излучения на структуру половых желез половозрелых самцов белых крыс.

Материалы и методика исследований

Исследование проводилось на самцах белых крыс возрастом от 2 месяцев, так как согласно литературным данным, в этот период у крыс наступает половая зрелость. Их масса варьировала от 200 до 250 г.

Объектом исследования являлись мужские половые железы (семенники) половозрелых самцов белых крыс.

В своем эксперименте изучение влияния больших доз ультрафиолетового излучения на мужские половые железы белых крыс мы моделировали путем однократного облучения их паховой области бактерицидной ультрафиолетовой лампы в течение 600 сек. (10 мин.).

Длина световой волны, исходящей от ультрафиолетовой бактерицидной лампы, составляла примерно 1800 лк [17, с. 175; 18, с. 43].

Измерение длины световой волны производили люксметром Digital LX-101 (Китай).

Экспериментальная часть работы включала две группы животных, по 20 особей в каждой. Контрольная группа животных содержалась в стандартных условиях вивария, без применения каких-либо внешних воздействий. Опытная группа состояла из самцов белых крыс, которые были подвергнуты воздействию ультрафиолетового излучения в течение 10 мин. (600 сек.) [12, с. 56].

Проведение эксперимента было организовано строго в соответствии с принципами этического обращения с животными, закрепленными в Директиве Европейского Союза (86/609/ЕЕС), а также нормами Хельсинкской декларации, обеспечивая соблюдение стандартов работы с лабораторными животными.

Для осуществления эксперимента были изготовлены гистологические образцы срезов семенников половозрелых самцов белых крыс в соответствии с общепринятой методикой [19, с. 183].

Гистологическое и морфологическое исследования ткани семенников белых крыс проводили на цифровом микроскопе Серии Axio Imager.M2 (ZEISS, Japan) при увеличении об. 40 × ок. 10, применяя для анализа полученных изображений программное обеспечение AxioVision (ZEISS, Japan).

Результаты исследования и их обсуждение

В контроле извитые семенные каналы имеют в большинстве случаев овальную форму, реже – округлую. Окружающая их базальная мембрана имеет однородную структуру. Миоидные клетки окружающие семенные каналы равномерно, формируют подобие слоя, напоминающего гладкомышечный слой, имеют овально-удлиненную форму и небольшие размеры.

На гистологических срезах семенников взрослых самцов белых крыс хорошо различимы слои клеток в извитых семенных каналах: сперматогенный эпителий, где происходит созревание сперматозоидов, и просвет канала, служащий для их хранения.

Самый наружный слой сперматогенного эпителия извитого семенного канала равномерно покрывают самые ранние половые клетки-предшественники – сперматогонии, имеющие преимущественно шаровидную форму, реже – эллипсовидную.

Следующий второй слой клеток представлен крупными сперматоцитами, расположенными внутри углублений клеток Сертоли (суспендоцитов) и чаще всего обладающими округлыми очертаниями.

Третий слой сперматогенного эпителия извитого семенного канала образуют сперматиды (ранние и поздние).

Ранние сперматиды отличаются более округлым строением, тогда как поздние приобретают удлиненную форму и на срезах препаратов часто видны начинающие развиваться небольшие жгутики.

Зрелые сперматозоиды группируются непосредственно внутри просвета извитых семенных канальцев, располагаясь вдоль периферии, причем их число колеблется примерно от шести до восьми (рис. 1).

После проведенного экспериментального исследования, было выявлено, что после больших доз УФ-излучения даже визуально на гистологических препаратах белочная оболочка неоднородной толщины. В некоторых местах она истончена. Сами извитые семенные каналы уже редко имеют правильную овальную форму. Чаще всего форма у них неправильной структуры, и они не плотно прилегают друг к другу.

Форма миоцитов (миоидных клеток), по сравнению с контролем, уже не имеет удлиненную форму. Она чаще всего овальная, или даже полукруглая.

Сперматогонии и сперматоциты в сперматогенном эпителии значительно чаще приобретают деформированную овоидную форму и уменьшаются в размерах относительно контрольных образцов. На гистологических препаратах становится трудно отличить друг от друга ранние и поздние стадии развития сперматид.

В просвете извитого семенного канальца сперматозоиды располагаются более рассредоточено, то есть не упорядоченно. Их количество визуальное меньше, чем в контроле.

Особое внимание можно обратить на то, что мы обнаружили извитые семенные канальцы, в которых не было сперматозоидов. Это наблюдение может указывать на то, что процесс образования мужских половых клеток (сперматогенез) замедлен (рис. 2).

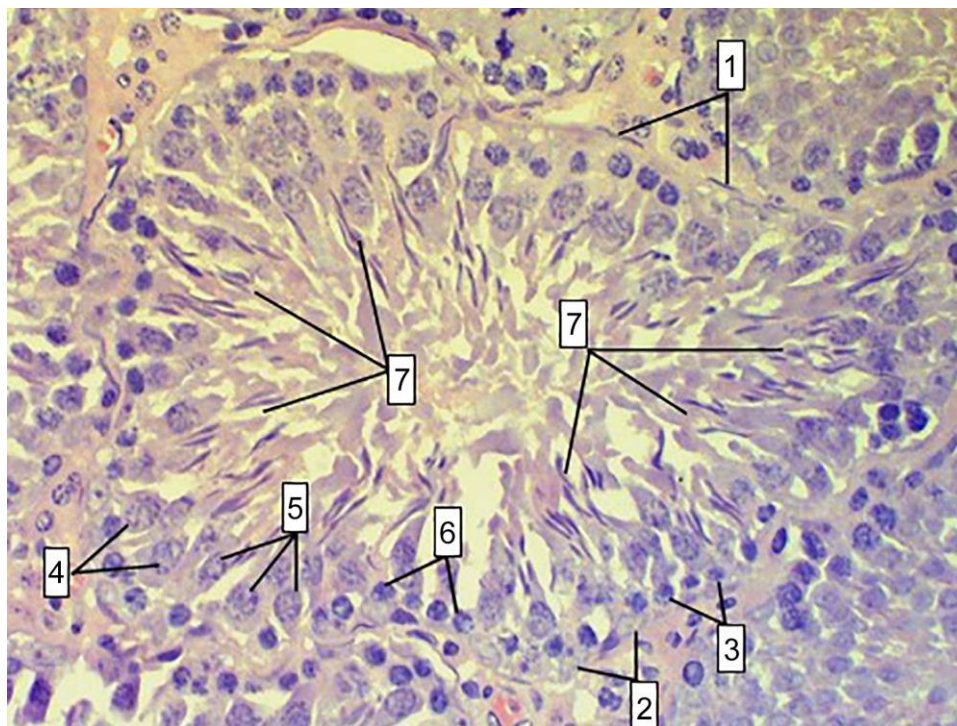


Рисунок 1 – Извитой семенной каналец половозрелых самцов белых крыс (контрольная группа животных):
1 – миоциты; 2 – sustentоциты; 3 – сперматогонии; 4 – сперматоциты; 5 – ранние сперматиды;
6 – поздние сперматиды; 7 – сперматозоиды. Окраска гематоксилин–эозин. Увел. об. 40 × ок. 10

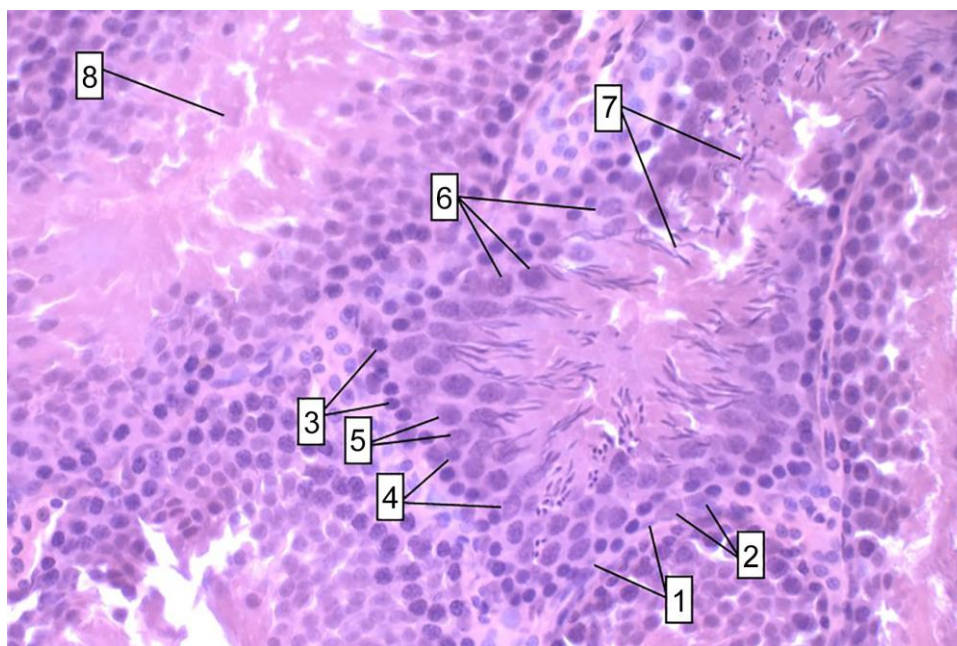


Рисунок 2 – Извитой семенной каналец половозрелых самцов белых крыс (опытная группа животных):
1 – миоциты; 2 – sustentоциты; 3 – сперматогонии; 4 – сперматоциты; 5 – ранние сперматиды;
6 – поздние сперматиды; 7 – сперматозоиды; 8 – просвет извитого семенного канальца,
в котором не обнаружено сперматозоидов. Окраска гематоксилин–эозин. Увел. об. 40 × ок. 10

Выводы

1. Результаты эксперимента свидетельствуют о негативном воздействии больших доз УФ-излучения на структуру мужских половых желез.
2. Особое внимание можно обратить на то, что мы обнаружили извитые семенные каналцы, в которых не было сперматозоидов. Это наблюдение может указывать на то, что процесс образования мужских половых клеток (сперматогенез) замедлен. Там, где же они визуальны просматривались, то располагались более рассредоточено и в меньшем количестве.
3. Высокие дозы ультрафиолетового излучения оказывают выраженное повреждающее действие на репродуктивную систему половозрелых белых крыс. Эти результаты указывают на важность соблюдения мер предосторожности при работе с источниками ультрафиолетового излучения и использование защитных средств для предотвращения негативных последствий.

Список источников:

1. Вассерман А.Л., Шандала М.Г., Юзбашев В.Г. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний. М.: Медицина, 2003. 208 с.
2. Асхаков М.С., Чеботарёв В.В. Ультрафиолетовое облучение кожи и фотопротекция в косметологии // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 6. С. 5–13.
3. Артюхов В.Г., Путинцева О.В., Вдовина В.А., Колтаков И.А., Пашков М.В., Василенко Д.В. Уровень экспрессии молекул рецепторного комплекса Т-лимфоцитами крови человека в условиях их УФ-облучения // Радиационная биология. Радиоэкология. 2011. Т. 51, № 2. С. 258–263.
4. Саркисян Н.Г., Пасхина А.И., Шагеев Г.Ю., Меликян С.Г. Применение ультрафиолетового излучения в медицинской практике // Клиническая медицина. 2022. № 100 (6). С. 278–284. DOI: 10.30629/0023-2149-2022-100-6-278-284.
5. Попова Л.И. Воздействие УФ-света и активированных кислородных метаболитов на структурно-функциональные свойства лимфоцитов человека в присутствии биогенных аминов: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.02. Воронеж, 2008. 199 с.
6. Бескровная Е.В., Мосур Е.Ю., Потуданская М.Г. Влияние ультрафиолетового излучения на белки плазмы крови и производные гемоглобина // Вестник Омского университета. 2013. № 4 (70). С. 118–120.
7. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Ультрафиолетовое излучение и его воздействие на организм человека // Экологические чтения – 2021: мат-лы XII национальной науч.-практ. конф. (с междунар. участием) (4–5 июня 2021 г., г. Омск). Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2021. С. 209–212.
8. Катюхин Л.Н. Влияние излучения инфракрасного спектра на реологические показатели эритроцитов *in vitro* // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 6–1 (72). С. 84–88. DOI: 10.23670/ijr.2018.72.6.016.
9. Ободовский И.М. Влияние радиации на здоровье человека. Долгопрудный: Интеллект, 2018. 309 с.
10. Дуденкова Н.А. Ультрафиолетовое излучение и его воздействие на репродуктивную систему животных // Наука, техника и развитие инновационных технологий: сб. науч. ст. по мат-лам науч. конф., посв. 30-летию юбилею независимости Туркменистана (12–13 июня 2021 г., г. Ашхабад, Туркменистан). Ашхабад: Ылым, 2021. С. 530–531.
11. Дуденкова Н.А. Влияние ультрафиолетового излучения на репродуктивную способность семенников // Теоретические и прикладные аспекты естественнонаучного образования: сб. науч. ст. по мат-лам всерос. науч.-практ. конф. (19 мая 2022 г., г. Чебоксары). Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2022. С. 173–178.
12. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Изучение влияния разных доз ультрафиолетового излучения на репродуктивную способность животных // Естественные и технические науки. 2023. № 12 (187). С. 55–58.
13. Дуденкова Н.А., Савельева К.С., Узерцова Е.Ю. Влияние малых доз мягкого ультрафиолетового излучения на репродуктивную функцию самцов белых крыс // Молодые ученые – науке и практике АПК: сб. науч. ст. по мат-лам науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых (25–26 апреля 2024, г. Витебск). Витебск: ВГАВМ, 2024. С. 668–671.
14. Кузнецов С.Л., Мушкхамбаров Н.Н. Гистология, цитология и эмбриология: учебник. М.: Медицинское информационное агентство, 2007. 600 с.
15. Држевецкая И.А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной системы: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1983. 272 с.
16. Самусев Р.П., Зубарева Е.В. Железы внутренней секреции: учеб. пособие. М.: Мир и образование, 2011. 144 с.
17. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Влияние жесткого ультрафиолетового излучения на клетки организма // Современные проблемы естественных наук и фармации: сб. ст. всерос. науч. конф. (Йошкар-Ола, 16–19 мая 2023 г.). Вып. 12. Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2023. С. 174–176.
18. Дуденкова Н.А., Шубина О.С., Смекалина Ю.А. Изучение влияния больших доз прямого жесткого ультрафиолетового излучения на эритроциты крови крыс // Фундаментальные и прикладные проблемы биологии и химии: мат-лы ежегодной всерос. науч.-практ. конф. (г. Грозный, 13 декабря 2022 г.). Грозный: Изд-во ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2022. С. 42–45.
19. Семченко В.В., Барашкова С.А., Ноздрин В.Н., Артемьев В.Н. Гистологическая техника: учеб. пособие. 3-е изд., доп. и перераб. Омск–Орёл: Омская областная типография, 2006. 290 с.

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») по теме «Исследование влияния ультрафиолетового излучения на протекание процесса сперматогенеза животных в различные этапы онтогенеза» (руководитель – Н.А. Дуденкова, доцент кафедры биологии, географии и методик обучения).

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
Дуденкова Наталья Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, географии и методик обучения; Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева (г. Саранск, Россия). E-mail: dudenkova_natalya@mail.ru. Шубина Ольга Сергеевна, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии, географии и методик обучения; Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева (г. Саранск, Россия). E-mail: os.shubina@mail.ru. Узерцова Екатерина Юрьевна, студент естественно-технологического факультета; Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева (г. Саранск, Россия). E-mail: katerinauzercova@gmail.com.	Dudenkova Natalya Anatolievna, candidate of biological sciences, associate professor of Biology, Geography and Methods of Teaching Department; Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev (Saransk, Russia). E-mail: dudenkova_natalya@mail.ru. Shubina Olga Sergeevna, doctor of biological sciences, professor of Biology, Geography and Methods of Teaching Department; Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev (Saransk, Russia). E-mail: os.shubina@mail.ru. Uzertsova Ekaterina Yurievna, student of Faculty of Natural Sciences and Technology; Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev (Saransk, Russia). E-mail: katerinauzercova@gmail.com.

Для цитирования:

Дуденкова Н.А., Шубина О.С., Узерцова Е.Ю. Влияние больших доз ультрафиолетового излучения на структуру половых желез половозрелых самцов белых крыс // Самарский научный вестник. 2025. Т. 14, № 3. С. 46–50. DOI: 10.55355/snv2025143106.