

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ САМЦОВ БЕЛЫХ КРЫС

© 2022

Дуденкова Н.А., Шубина О.С.

*Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева
(г. Саранск, Российская Федерация)*

Аннотация. Ультрафиолетовое излучение – это не воспринимаемая глазом область электромагнитного излучения, которое занимает средний диапазон между видимым и рентгеновским излучениями. Учеными и медиками было доказано, что ультрафиолетовое облучение в умеренных дозах достаточно положительно воздействует на организм человека и животных, а также на их здоровье. Хорошо изучено влияние ультрафиолетового излучения на кожу, кровь и иммунную систему. Однако практически отсутствуют сведения о влиянии ультрафиолетового излучения на репродуктивную систему, и в частности на мужскую, которая наиболее подвержена воздействию получаемого от него теплового эффекта. Проведенный нами эксперимент свидетельствует о том, что воздействие ультрафиолетового излучения негативно сказывается на репродуктивной функции мужских половых желез (семенников). Так, при кратковременном воздействии длинноволнового ультрафиолетового излучения сначала происходит активизация защитных ресурсов организма и начинается активное восполнение потраченных ресурсов организма, что сказывается в незначительном увеличении общей концентрации эпидидимальных сперматозоидов, и показатели их жизнеспособности незначительно повышаются. При более длительном воздействии длинноволнового ультрафиолетового излучения, в частности из-за теплового эффекта, вызываемого им, происходит как снижение общей концентрации эпидидимальных сперматозоидов, так и снижение их жизнеспособности.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение; репродуктивная система; семенники; семенные железы; эпидидимис; эпидидимальные сперматозоиды.

THE EFFECT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON THE REPRODUCTIVE FUNCTION OF MALE WHITE RATS

© 2022

Dudenkova N.A., Shubina O.S.

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

Abstract. Ultraviolet radiation is an area of electromagnetic radiation that is not perceived by the eye, which occupies the middle range between visible and X-ray radiation. Scientists and doctors have proven that ultraviolet radiation in moderate doses has a rather positive effect on the human and animal body, as well as on their health. The effect of ultraviolet radiation on the skin, blood and immune system has been well studied. However, there is practically no information about the effect of ultraviolet radiation on the reproductive system, and in particular on the male, which is most susceptible to the thermal effect received from it. Our experiment indicates that exposure to ultraviolet radiation adversely affects the reproductive function of the male gonads (testes). So, with short-term exposure to long-wave ultraviolet radiation, the protective resources of the body are first activated and active replenishment of the spent resources of the body begins, which affects a slight increase in the total concentration of epididymal spermatozoa, and their viability indicators increase slightly. With a longer exposure to long-wave ultraviolet radiation, in particular due to the thermal effect caused by it, there is a decrease in the total concentration of epididymal spermatozoa, as well as a decrease in their viability.

Keywords: ultraviolet radiation; reproductive system; testicles; seminal glands; epididymis; epididymal spermatozoa.

Введение

Ультрафиолетовое излучение – это не воспринимаемая глазом область электромагнитного излучения, которое занимает средний диапазон между видимым и рентгеновским излучениями [1, с. 154].

В естественных природных условиях мощным источником ультрафиолетового излучения является Солнце. Однако лишь длинноволновая его область достигает земной поверхности [2, с. 531].

Учеными и медиками было доказано, что ультрафиолетовое облучение в умеренных дозах достаточно положительно воздействует на организм человека и животных, а также на их здоровье. Хорошо изучено влияние ультрафиолетового излучения на кожу,

кровь и иммунную систему [3, с. 262; 4, с. 102; 5, с. 119; 6, с. 210].

Ультрафиолетовое излучение может проникать в кожу в достаточно глубокие слои и достигать густой сети поверхностных кровеносных микрососудов [7, с. 37]. При воздействии ультрафиолетового излучения на кожный покров гладкие мышцы кровеносных сосудов расслабляются, что ведет к их расширению и ускорению в них кровотока, ведущему к улучшению процесса кровообращения [8, с. 322; 9, с. 86]. Но в то же время ультрафиолетовое излучение за счет своего теплового эффекта повышает температуру крови, протекающей по капиллярам, скорость которой повышается по мере повышения ее температуры [10, с. 33].

А так как кровь движется по всему организму, повышение температуры крови может приводить к повышению температуры в тех органах, по которым она протекает [11, с. 27; 12, с. 20].

Однако не все органы и системы организма адекватно реагируют даже на незначительное повышение температуры, следовательно, ультрафиолетовое излучение может оказывать на него и негативное воздействие [13, с. 92].

Учеными и медиками было доказано, что наиболее страдает от повышения температуры (а повышение температуры может вызвать и ультрафиолетовое излучение) мужская репродуктивная система, а это может привести к снижению ее фертильности [14, с. 120; 15, р. 59].

Однако практически отсутствуют какие-либо работы по изучению ультрафиолетового излучения на мужскую репродуктивную систему, а также исследование ее репродуктивной способности после такого воздействия.

Поскольку организм человека схож с организмом млекопитающих животных, то наиболее удобными для проведения нашего эксперимента являлись самцы белых крыс [16, с. 216].

Целью нашего исследования было выявление влияния ультрафиолетового излучения на мужскую репродуктивную функцию самцов белых крыс.

Материалы и методика исследований

Животных брали, начиная с возраста от 2 месяцев (т.к. доказано, что именно в этот период у крыс начинается период полового созревания) и массой тела от 200 до 250 г.

Материалом исследования являлись эпидидимальные сперматозоиды самцов белых крыс, полученные хирургическим путем из придатков семенников (эпидидимиса).

Предмет исследования – эпидидимальные сперматозоиды в придатках семенников самцов белых крыс, подвергшихся воздействию ультрафиолетового излучения.

В своем эксперименте мы изучали влияние ультрафиолетового излучения на семенники (семенные железы) самцов белых крыс в течение разного по продолжительности воздействия времени (180 сек., 480 сек. и 600 сек.).

В нашем эксперименте участвовало несколько групп животных.

Первая группа животных – контрольная (20 животных).

Вторая группа животных – самцы белых крыс, подвергшихся воздействию ультрафиолетового излучения в течение 180 сек. (3 мин.) (20 животных).

Третья группа животных – самцы белых крыс, подвергшихся воздействию ультрафиолетового излучения в течение 480 сек. (8 мин.) (20 животных).

Четвертая группа животных – самцы белых крыс, подвергшихся воздействию ультрафиолетового излучения в течение 600 сек. (10 мин.) (20 животных).

Таким образом, в нашем эксперименте были задействованы 1 контрольная группа животных и 3 опытные.

Всего в проведенном эксперименте принимали участие 80 самцов белых крыс.

Животных содержали на общем режиме вивария, со свободным доступом к пище и воде.

Опытные группа животных подвергалась облучению паховой области бактерицидной ультрафиолетовой лампы (жесткое ультрафиолетовое излучение, ультрафиолетовое излучение типа А, «гамма-лучи» или длинноволновые ультрафиолетовые лучи) в течение 180 сек. (3 мин.), 480 сек. (8 мин.) и 600 сек. (10 мин.) воздействия на расстоянии 25–30 см от облучаемого места.

Время ультрафиолетового излучения взято, именно начиная со 180 сек. (3 мин.), поскольку в ранее проведенных нами экспериментах по менее продолжительному его воздействию на организм животных каких-либо существенных отличий в показателях репродуктивной функции, по сравнению с контрольной группой животных, практически не было обнаружено.

Длину световой волны, исходящей от ультрафиолетовой бактерицидной лампы, измеряли люксметром Digital LX-101, она составляла приблизительно 1800 лк.

Облучению подвергались семенники самцов белых крыс, так как нами исследовалась именно репродуктивная способность семенников после воздействия ультрафиолетового излучения.

Заблаговременно для безопасного проведения эксперимента самцов белых крыс временно и безопасно усыпляли под воздействием наркоза эфира с хлороформом в соотношении 1:1.

Спустя 24 часа хирургическим путем получали эпидидимальные сперматозоиды белых крыс из эпидидимиса (придатка семенника, или яичка).

Животных забивали путем декапитации под наркозом эфира с хлороформом в соотношении 1:1 и с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации, и в соответствии с требованиями правил проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Для изучения морфологических особенностей строения эпидидимальных сперматозоидов мы готовили временные микропрепараты мазков суспензии сперматозоидов контрольной и опытных групп животных на предметных стеклах, предварительно разведенных в физрастворе в примерном соотношении 1:1 [17, с. 132].

Готовые временные микропрепараты исследовали с помощью цифрового микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN 2011 [18, с. 22].

Измерения производили при увеличении об. 100 × ок. 10.

Разрешение полученных изображений – 1300 × 1030 пикселей.

Фотосъемку микропрепаратов производили цифровой камерой, встроенной в цифровой микроскоп AxioCam MRc5 (ZEISS, Япония), с последующей обработкой изображения в компьютерной программе Adobe Photoshop Elements 11.

Для более детального рассмотрения эпидидимальных сперматозоидов в цифровой микроскоп нами была использована его функция к флуоресценции.

Влияние ультрафиолетового излучения на репродуктивность семенных желез самцов белых крыс оценивалась по выявлению концентрации в 1 мл суспензии эпидидимальных сперматозоидов, а также подсчета их жизнеспособности. Концентрацию живых и мертвых эпидидимальных сперматозоидов определяли с помощью автоматического счетчика клеток Countess™

(Invitrogen, США), увеличение которого составляло $100 \times 2,3$. Предварительно смесь суспензии сперматозоидов из-за ее густой консистенции разводили в физрастворе в соотношении 1:4 [19, с. 12; 20]. Далее проводили быстрое их окрашивание органического красителя трипановый синий на предметном стекле, так как при длительном нахождении эпидидимальных сперматозоидов в чужеродном им внешним условиям происходит их естественная гибель. Доказано, что эпидидимальные сперматозоиды быстро погибают в кислой среде физраствора (pH 5,5) [21, с. 20].

Получившуюся смесь суспензии эпидидимальных сперматозоидов с физраствором и красителя трипановый синий перемещали микропипеткой в концентрации 1 мл на одноразовые блок-стекла.

Учеными было доказано, что живые клетки трипановый синий окрашивает однородно только по краям, а мертвые – однородно по всей клетке [22, с. 35].

Жизнеспособность эпидидимальных сперматозоидов определяли по формуле:

$$Ж = C_{жив.} / C_{общ.} \times 100\%,$$

где: Ж – жизнеспособность эпидидимальных сперматозоидов (в %); $C_{жив.}$ – концентрация живых эпидидимальных сперматозоидов в 1 мл суспензии физраствора ($\times 10^7$ /мл); $C_{общ.}$ – общая концентрация эпидидимальных сперматозоидов в 1 мл суспензии физраствора ($\times 10^7$ /мл).

Статистическая обработка цифровых данных проводилась с помощью программ FStat и Excel.

При оценке статистических гипотез принимались следующие уровни значимости: $P \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенных нами исследований нами было выяснено, что зрелые эпидидимальные сперматозоиды самцов белых крыс имеют четкое разделение на составляющие их части: головка, шейка и хвост. Головка их сперматозоидов имеет форму крючка. Суспензия эпидидимальных сперматозоидов имеет густую структуру (рис. 1).

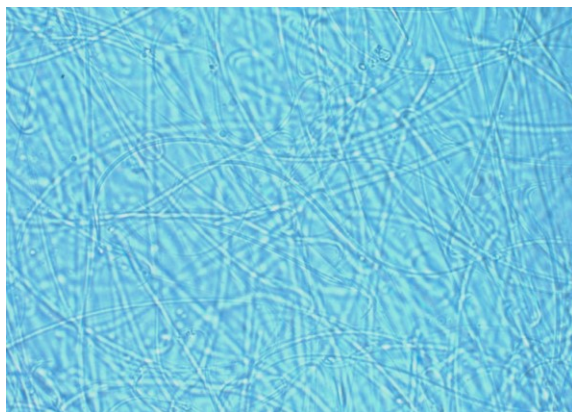


Рисунок 1 – Эпидидимальные сперматозоиды самцов белых крыс (контроль). Мазок. Увеличение об. $100 \times$ ок. 10. Флуоресценция

После 180 сек. воздействия ультрафиолетового излучения на мазках в объективе цифрового микроскопа наблюдается более сильная концентрация эпидидимальных сперматозоидов, что, возможно, свидетельствует об усилении резервных функций организма на внешние раздражители. Из этого следует, что небольшие по

продолжительности дозы ультрафиолетового излучения могут благоприятно воздействовать на организм.

Однако на мазках мы можем наблюдать агглютинацию эпидидимальных сперматозоидов, т.е. склеивание их различных частей между собой, а также склеивание с другими эпидидимальными сперматозоидами (рис. 2: А).

Вполне возможно, что агглютинация сперматозоидов объясняется увеличением их концентрации в суспензии.

В объективе цифрового микроскопа наблюдается более сильная подвижность эпидидимальных сперматозоидов.

После 480 сек. воздействия ультрафиолетового излучения на микропрепаратах заметно уменьшение концентрации эпидидимальных сперматозоидов в поле зрения препарата. Суспензия имеет более прозрачный цвет. Отмечается деформация эпидидимальных сперматозоидов: более сильная агглютинация (возможно, из-за увеличения количества мертвых эпидидимальных сперматозоидов), а также различные обрывы их хвостов (рис. 2: Б).

После 600 сек. воздействия ультрафиолетового излучения на микропрепаратах становится заметно сильное повреждение эпидидимальных сперматозоидов, различные их деформации (рис. 2: В).

В ходе проведенных исследований было выяснено, что после воздействия кратковременного (180 сек.) длинноволнового ультрафиолетового излучения происходит незначительное увеличение общей концентрации и концентрации живых сперматозоидов по сравнению с контролем, соответственно на 3,26% ($P \leq 0,05$) и 5,53% ($P \leq 0,05$). Такие показатели могут свидетельствовать об активизации защитных свойств организма. При этом происходит снижение концентрации мертвых сперматозоидов на 16,25% ($P \leq 0,05$), что может объясняться общим увеличением концентрации эпидидимальных сперматозоидов, т.е. ускоренной их выработкой.

После 480 сек. воздействия ультрафиолетового излучения происходит снижение общей концентрации и концентрации живых сперматозоидов по сравнению с контролем, соответственно на 16,01% ($P \leq 0,05$) и 22,61% ($P \leq 0,05$). При этом происходит увеличение концентрации мертвых сперматозоидов на 21,51% ($P \leq 0,05$).

После 600 сек. воздействия ультрафиолетового излучения происходит снижение общей концентрации и концентрации живых сперматозоидов по сравнению с контролем, соответственно на 35,54% ($P \leq 0,05$) и 49,05% ($P \leq 0,05$). При этом происходит увеличение концентрации мертвых сперматозоидов на 24,73% ($P \leq 0,05$) (табл. 1). Проведенное нами исследование показало, что после кратковременного воздействия (180 сек.) ультрафиолетового излучения типа А («гамма-лучи») или длинноволновые ультрафиолетовые лучи происходит незначительное увеличение жизнеспособности эпидидимальных сперматозоидов по сравнению с контролем, примерно на 2,18% ($P \leq 0,05$), что может объясняться общим увеличением концентрации эпидидимальных сперматозоидов в 1 мл суспензии.

После воздействия ультрафиолетового излучения 480 сек. и 600 сек. происходит снижение жизнеспособности эпидидимальных сперматозоидов по сравнению с контролем, соответственно на 5,69% ($P \leq 0,05$) и 9,97% ($P \leq 0,05$) (рис. 3).

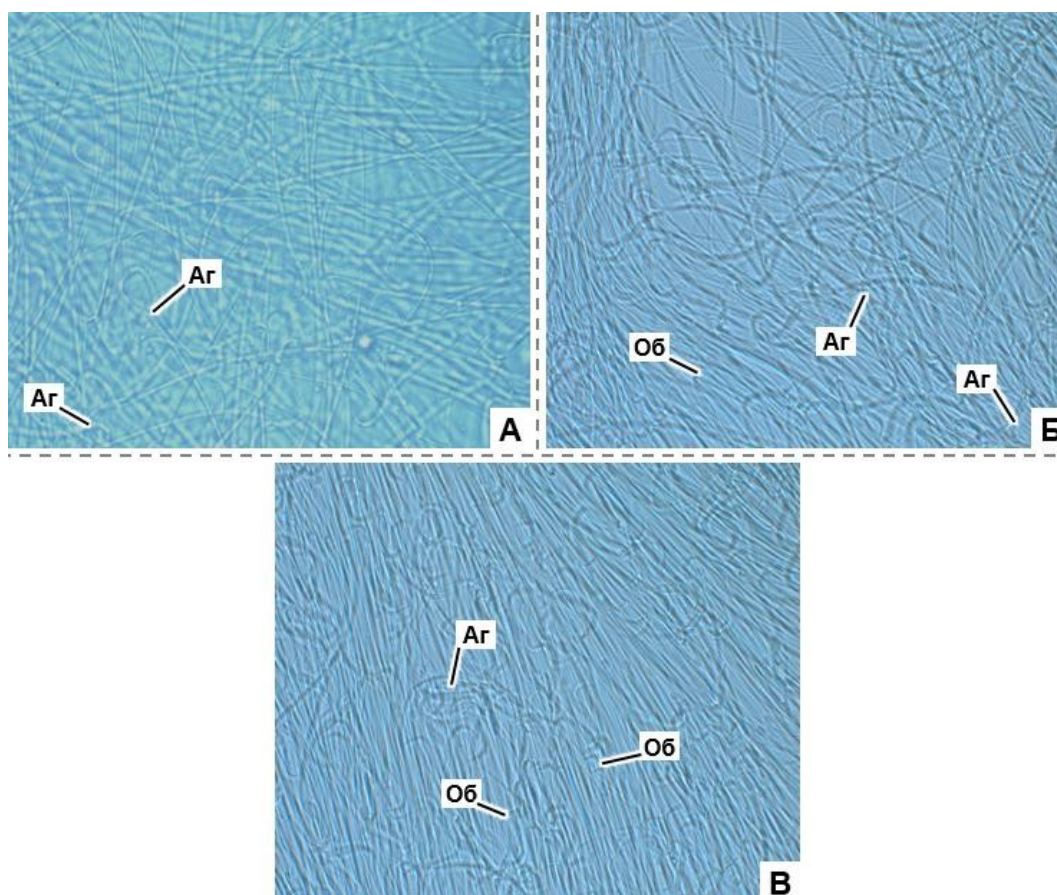


Рисунок 2 – Эпидидимальные сперматозоиды самцов белых крыс (опыт). Мазок. Увеличение об. 100 × ок. 10. Флуоресценция: А – воздействие УФ 180 сек.; Б – воздействие УФ 480 сек.; В – воздействие УФ 600 сек.; Аг – агглютинация; Об – обрывы хвостов

Таблица 1 – Влияние ультрафиолетового излучения на эпидидимальные сперматозоиды самцов белых крыс

№ п/п	Показатель	Контроль	Воздействие ультрафиолетового излучения		
			180 сек.	480 сек.	600 сек.
1	Общая концентрация эпидидимальных сперматозоидов в суспензии, ×10 ⁷ /мл	7,97 ± 0,44	8,23 ± 0,40*	6,87 ± 0,22*	5,88 ± 0,12*
2	Концентрация живых эпидидимальных сперматозоидов суспензии, ×10 ⁷ /мл	7,05 ± 0,11	7,44 ± 0,55*	5,75 ± 0,40*	4,73 ± 0,10*
3	Концентрация мертвых эпидидимальных сперматозоидов в суспензии, ×10 ⁷ /мл	0,93 ± 0,06	0,80 ± 0,14*	1,13 ± 0,16*	1,16 ± 0,05*

Примечание. * – достоверно по отношению к контролю P ≤ 0,05.

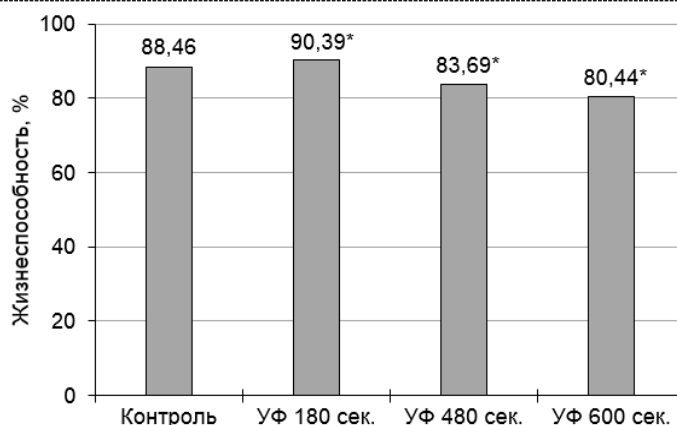


Рисунок 3 – Жизнеспособность эпидидимальных сперматозоидов самцов белых крыс до и после воздействия ультрафиолетового излучения. Примечание: * – достоверно по отношению к контролю P ≤ 0,05

Подобные показатели могут свидетельствовать о том, что воздействие ультрафиолетового излучения негативно сказывается на репродуктивной способности семенников (мужских половых желез). Так при кратковременном его воздействии происходит активизация защитных ресурсов организма и восполнение потраченных ресурсов, что сказывается в незначительном увеличении общей концентрации эпидидимальных сперматозоидов, и, следовательно, показатель их жизнеспособности незначительно повышается.

При более длительном воздействии ультрафиолетового излучения, в частности из-за теплового эффекта, вызываемого им, происходит снижение как общей концентрации эпидидимальных сперматозоидов, так и их жизнеспособности.

Выводы

1. Непродолжительное по времени воздействие ультрафиолетового излучения благоприятно влияет на репродуктивную функцию мужского организма, увеличивая его фертильность, т.е. увеличение концентрации в суспензии и их жизнеспособность, что, возможно, является ответной защитной реакцией организма на внешнее воздействие.

2. При более продолжительном воздействии длинноволнового ультрафиолетового облучения на семенники происходит как снижение общей концентрации эпидидимальных сперматозоидов в 1 мл суспензии, так и снижение их жизнеспособности. Также были замечены их деформации, в частности многочисленная агглютинация и частичные обрывы хвостов эпидидимальных сперматозоидов. Возможно, это является следствием теплового эффекта, вызываемого ультрафиолетовым излучением, к которому наиболее восприимчива мужская репродуктивная система.

3. При дальнейшем воздействии ультрафиолетового излучения на семенники наблюдаются необратимые последствия в их функции, в частности, на микропрепаратах были обнаружены различные деформации эпидидимальных сперматозоидов, а также их многочисленные обрывы их хвостов.

Таким образом, проведенный нами эксперимент доказывает, что небольшие дозы ультрафиолетового излучения благоприятно влияют на репродуктивную функцию мужского организма. Наиболее продолжительные же дозы обладают совершенно обратным эффектом, вызывая необратимые изменения в структуре суспензии сперматозоидов: уменьшается их концентрация и жизнеспособность, а также возникают различные деформации в самом их строении.

И поскольку организмы человека и крыс схожи, проведенный нами эксперимент доказывает, что такие же эффекты вероятны и в организме человека при действии ультрафиолетового излучения.

Список литературы:

1. Вассерман А.Л., Шандала М.Г., Юзбашев В.Г. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний. М.: Медицина, 2003. 208 с.

2. 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.

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. 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.

5. Бескровная Е.В., Мосур Е.Ю., Потуданская М.Г. Влияние ультрафиолетового излучения на белки плазмы крови и производные гемоглобина // Вестник Омского университета. 2013. № 4. С. 118–120.

6. 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.

7. Ганюшкин В.В. Влияние инфракрасного и ультрафиолетового облучения на продуктивность свиноматок и поросят // Труды Всесоюзного сельскохозяйственного института заочного образования. 1984. Вып. 160. С. 35–39.

8. Кузнецов С.Л., Мушкхамбаров Н.Н. Гистология, цитология и эмбриология: учебник. М.: Медицинское информационное агентство, 2007. 600 с.

9. 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/ijj.2018.72.6.016.

10. Волошин Н.А., Тополенко Т.А. Морфофункциональные особенности формирования яичек крыс от момента рождения до второго месяца жизни // Украинский морфологический альманах. 2009. Т. 7, № 2. С. 32–34.

11. Новикова Р.И., Черный В.И., Ермилов Г.И. Особенности изменения системы гомеостаза при критических состояниях различной этиологии // Вестник интенсивной терапии. 1999. № 3. С. 25–29.

12. Черный В.И., Шраменко Е.К., Степанюк В.А., Тюменева К.С. Ультрафиолетовое облучение крови: современные представления // Клиническая эфферентология. 2004. № 2. С. 18–21.

13. Карандашов В.И., Петухов Е.Б. Ультрафиолетовое облучение крови. М.: Медицина, 1997. 224 с.

14. Самусев Р.П., Зубарева Е.В. Железы внутренней секреции: учеб. пособие. М.: Мир и образование, 2011. 144 с.

15. Lutskii D.L., Vybornov S.V., Lutskaia A.M., Goncharova L.A., Makhmudov R.M. Influence of chemical agents on male reproductive system (a review): Part I: Metals. Part II: Organic solvents and pesticides. Part III: Toxic agents in sperm // Russian Journal of Human Reproduction. 2009. Vol. 15, № 6. P. 48–64.

16. Држевецкая И.А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной системы: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1983. 272 с.

17. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Влияние свинцовой интоксикации на мужские половые клетки белых крыс // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2019. № 4 (52). С. 131–140. DOI: 10.21685/2072-3032-2019-4-14.

18. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Морфофункциональные изменения желтого тела в яичниках белых крыс при воздействии ацетата свинца // Инновации в науке. 2014. № 29. С. 20–27.

19. Шейко Л.Д. Влияние малых доз шестивалентного хрома на репродуктивную функцию мелких млекопитающих: модельный эксперимент: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Екатеринбург, 1999. 16 с.

20. Мельникова Н.А., Шубина О.С., Дуденкова Н.А., Лапина М.В., Лиференко О.В., Тимошкина О.И. Исследование жизнеспособности клеток при воздействии ацетата свинца на организм крысы [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=10588>.

21. Ласьков Д.С., Брюхин Г.В., Сизоненко М.Л., Алымов Е.А. Особенности морфофункциональных характеристик сперматозоидов у потомства самок с экспериментальным поражением печени алкогольного генеза // Проблемы репродукции. 2014. № 2. С. 18–22.

22. Николаев В.В., Строев Е.А., Астраханцев А.Ф. Биохимические исследования спермоплазмы при мужском бесплодии // Урология и нефрология. 1993. № 3. С. 33–36.

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 «Влияние ультрафиолетового излучения на эритроциты крови белых крыс» (руководитель – Н.А. Дуденкова, доцент кафедры биологии, географии и методик обучения).

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Дуденкова Наталья Анатолиевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, географии и методик обучения; Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева (г. Саранск, Российская Федерация). E-mail: dudenkova_natalya@mail.ru.</p> <p>Шубина Ольга Сергеевна, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии, географии и методик обучения; Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева (г. Саранск, Российская Федерация). E-mail: os.shubina@mail.ru.</p>	<p>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. Evseiev (Saransk, Russian Federation). E-mail: dudenkova_natalya@mail.ru.</p> <p>Shubina Olga Sergeevna, doctor of biological sciences, professor of Biology, Geography and Methods of Teaching Department; Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseiev (Saransk, Russian Federation). E-mail: os.shubina@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Влияние ультрафиолетового излучения на репродуктивную функцию самцов белых крыс // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 3. С. 35–40. DOI: 10.55355/snv2022113103.