

Формулы Фармации. 2021. Т. 3, № 4. С. 96-101

Научная статья

УДК: 615.27:616-001.28:619

DOI: <https://doi.org/10.17816/phf106190>

Применение «Мексидол-Вет®» на фоне ультрафиолетового и гамма-облучения у крыс

© 2022. Евгений Иванович Трошин¹, Наталья Юрьевна Югатова¹, Роман Олегович Васильев¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку:
Роман Олегович Васильев, veterenar4ik@mail.ru

АННОТАЦИЯ. В статье представлены данные о результатах применения препарата «Мексидол-Вет®» у крыс, подвергшихся облучению бактерицидной лампой, являющейся генератором коротковолнового излучения с длиной волны 253,7 нм, а также гамма-излучению в дозе, вызывающей острое радиационное поражение. Описаны результаты динамики клинического и гематологического статуса как на фоне воздействия физических факторов, так и при применении препарата. В работе представлены данные о том, что применение «Мексидол-Вет®» согласно описанной схеме лечения обладает эритропоэтическим эффектом при ультрафиолетовом облучении, и препарат может быть рекомендован для включения в комбинированную схему лечения при остром радиационном поражении.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: «Мексидол-Вет®», ультрафиолетовое облучение, гамма-облучение, гиперемия кожи ушных раковин, эритроциты, гемоглобин, лейкоциты

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время применение источников ионизирующих и ультрафиолетовых излучений в различных отраслях промышленности, медицины, сельского хозяйства, научных экспериментах имеет широкое распространение. В связи с этим работа по поиску новых физических, биологических и химических средств, обладающих протекторными, профилактическими, терапевтическими свойствами, активно продолжается.

Биологические действия ультрафиолетового излучения в коротковолновом диапазоне (280–200 нм) и гамма-лучей обладают рядом негативных эффектов, в том числе связанных с накоплением продуктов радикального характера на фоне напряжения антиоксидантной системы. Таким образом, выраженность течения патологического состояния, вызванного действием облучения, связана с окислительным стрессом и проявляется на молекулярном, клеточном и органном уровнях [1–3].

Биологические эффекты и оценка различных лекарственных средств имеют большое значение на разных этапах поражений под действием ультрафиолетового и гамма-облучения, что важно при выборе препаратов, повышающих лечебный и защитный эффект. Поиск новых комбинаций в рецептурах, направленных на стимуляцию радиозащитного и лечебного действия, а также профилактики и купирование негативных последствий действия ультрафиолетовых лучей, может в значительной мере усилить терапевтический и протекционный эффекты от воздействия изучаемых физических факторов [4, 5].

Среди лекарственных средств, обладающих выраженным антиоксидантным и ангиопротекторным действием, находится оригинальный препарат «Мексидол-Вет®», который производится в России. Он обладает широким спектром фармакологических действий. Согласно проведенным исследованиям «Мексидол-Вет®» является ингибитором свободнорадикальных процессов, перекисного окисления липидов и характеризуется выраженным противогипоксемическим, антиоксидантным, мембранопротекторным и анксиолитическим действиями [6, 7].

Изложенные свойства и качества препарата, на фоне растущего интереса практикующих в области ветеринарии специалистов, открывают возможности и инициируют исследования по изучению его эффекта при остром радиационном поражении, а также патологиях, вызванных физическими факторами, в частности действием ультрафиолетового излучения в коротковолновом спектре.

Целью нашего исследования является, с одной стороны, изучение радиозащитной и радиотерапевтической эффективности препарата «Мексидол-Вет®», с другой стороны – оценка результативности его применения при воздействии на организм крыс коротковолнового излучения с длиной волны 253,7 нм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проводились на 80 аутбредных крысах-самцах в возрасте 3,5 месяца, массой на начальном этапе эксперимента 243,6±8,9 грамм. В рацион крыс входил комбикорм для содержания лабораторных животных ЛБК-120, доступ к воде был свободный.

При выполнении работы мы руководствовались принципами биоэтики, закрепленными нормативно-правовыми документами в данной области, а именно «Правилами надлежащей лабораторной практики», утвержденными приказом Минздрава России от 01.04.2016 № 199н, а также разделом

«Этического кодекса» в вопросах проведения медико-биологических исследований с использованием животных.

Эксперимент включал два основных направления:

1. Изучение терапевтической эффективности «Мексидол-Вет®» при облучении ультрафиолетом коротковолнового спектра действия;

2. Изучение действия радиозащитной и радиотерапевтической эффективности «Мексидол-Вет®» при общем внешнем воздействии гамма-излучений.

Для оценки эффективности препарата на фоне воздействия жесткого ультрафиолетового излучения были сформированы три группы животных по десять особей в каждой. Первая группа служила контрольной. Животные данной группы подвергались облучению без введения препарата. Вторая группа – подопытные животные, получавшие «Мексидол-Вет®». Третья группа – интактные животные, которых помещали под лампу, но не проводили облучение.

В качестве оборудования использовали облучатель бактерицидный ОБНП 2 «ГЕНЕРИС», который является генератором коротковолнового излучения с длиной волны 253,7 нм.

Перед началом облучения животным выстригали участки шерстного покрова в области спины площадью 12 см². Облучение проводили однократно, на расстоянии 20 см, с экспозицией 30 минут. Расчетным методом была установлена доза эритемной облученности в 562,5 эр ч/м².

Крысам подопытной группы через час после обработки ультрафиолетом в аналоговом режиме внутримышечно вводили «Мексидол-Вет®» из расчета 15 мг/кг курсом 15 суток.

Для реализации целей первого направления были сформированы пять подопытных групп животных. Каждая группа включала десять особей, собранных по принципу аналогов.

В первую входили интактные животные, которым проводили внутримышечное введение иглы без препарата.

Вторая и третья группы являлись контрольными. Крысам второй группы (группа А) осуществляли внутримышечное введение воды для инъекций из расчета 0,2 мл на одно животное два раза в день, ежедневно, в течение двух недель до воздействия лучевого фактора. Третьей группе (группа Б) внутримышечно инъецировали воду для инъекций в объеме 0,2 мл два раза в день в течение 15 дней через час после облучения.

Четвертая и пятая группа были укомплектованы подопытными животными. Крысам четвертой группы (группа А) внутримышечно вводили «Мексидол-Вет®» в дозе 15 мг/кг на одно введение в течение двух недель два раза в день до проведения облучения. Особи пятой группы (группа Б) получали «Мексидол-Вет®» при аналогичных условиях, но после облучения.

Во всех группах интервал между инъекциями составлял 12 часов.

Модель острого лучевого поражения у крыс получали путем проведения внешнего однократного облучения гамма-излучением с применением источника ¹³⁷Cs, в дозе 6,0 Гр с мощностью поглощенной дозы в 0,99 Гр/мин.

Животным, выжившим в ходе проведения опыта, в целях выведения из эксперимента проводили передозировку наркоза с дальнейшей декапитацией.

У всех животных, находящихся под наблюдением, проводили клинические и гематологические исследования. Кровь исследовали с использованием автоматического ветеринарного гематологического анализатора «Mindray BC-2800 Vet».

Отбор крови у животных на фоне гамма-облучения проводили на третьи, седьмые, двенадцатые и тридцать

тые сутки. У животных, обработанных бактерицидным облучателем, – на первые, третьи, пятые, десятые и пятнадцатые сутки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Однократное тотальное ультрафиолетовое облучение крыс в дозе 562,5 эр час/м² вызывало у подопытных в первые сутки общее угнетенное состояние, взъерошенность шерстного покрова, снижение аппетита по сравнению со здоровыми животными. Слизистая оболочка глаз была сухой, отмечали светобоязнь, веки воспалены и утолщены, кожа век гиперемирована. У всех животных отмечали экзофтальм. Также зафиксировано учащение частоты дыхательных движений. Сосуды ушной раковины были кровенаполнены, кожа – гиперемирована.

Масса животных подопытной группы после облучения имела тенденцию к снижению в первые пять суток, после чего отмечали стойкий прирост массы тела, который к десятым суткам достигал фоновых значений. В дальнейшем вес увеличивался, и к концу курса введения препарата достигал показателей, характерных для здоровых животных.

В группе контроля облучения тенденция к снижению массы тела наблюдалась до одиннадцатых суток с последующим приростом массы к пятнадцатым суткам до фоновых значений.

Клиническое состояние животных контрольной группы после облучения сопровождалось значительным общим угнетением, снижением реактивности на раздражители, опуханием морды и кожи век, взъерошенностью шерстного покрова, выраженной гиперемией ушей, отказом от корма, усилением жажды, учащением дыхания. На третьи сутки отмечали выраженный кожный зуд. На оголенных участках кожи наблюдали картину, характерную для дерматита, индуцированного УФ-лучами, характеризующуюся покраснением и припухлостью кожных покровов, которые формировалась в первые часы после воздействия фактора. На седьмые-восьмые сутки на месте воздействия УФ-лучей на коже появилась пигментация. На седьмые сутки после облучения общее состояние животных оценивали как удовлетворительное. Повысилась активность, отмечена активная реакция на внешние раздражители. Признаки конъюнктивита сохранялись, однако степень выраженности гиперемии кожи ушных раковин снизилась. Поедаемость корма у крыс контрольной группы полностью восстановилась к пятнадцатым суткам.

Общее состояние крыс подопытной группы характеризовалось апатией, вялой реакцией на внешние раздражители, отсутствием аппетита, кожным зудом в первые двое-трие суток. На четвертые сутки тяжесть клинических признаков уменьшалась. Животные активно передвигались по клетке, реагировали на внешние раздражители. Признаки конъюнктивита сохранялись, что проявлялось светобоязнью, гиперемией, слезотечением, однако кожа век приобрела вид как у здоровых животных. На выстриженных участках кожи отмечались признаки дерматита, визуализированные в первые часы после облучения. К седьмым суткам проведения опыта общее состояние животных мало отличалось от здоровых крыс. Животные были активными, чутко реагировали на внешние раздражители, охотно поедали корм. Глаза были открыты, припухлость век отсутствовала, отек морды спал. На оголенных участках кожи визуально отмечали уменьшение отека и гиперемии. Кожный зуд отсутствовал. Таким образом, к пятнадцатым суткам исследования общее состояние животных подопыт-

ной группы было удовлетворительным, а масса тела превысила фоновые значения.

Анализируя данные показателей крови крыс группы контроля облучения, мы отметили понижение содержания эритроцитов через сутки после облучения на 19,9%, на пятые сутки – на 25%. К седьмым суткам этот показатель снизился на 32%. На пятнадцатые сутки наблюдений было отмечено увеличение содержания эритроцитов на 9,8% по сравнению с их числом на седьмые сутки, однако их количество не достигло фоновых величин.

Сравнивая содержание эритроцитов у подопытных животных с данными интактных животных, мы отметили достоверное снижение этого показателя в первые сутки после облучения. К пятым суткам уровень красных кровяных клеток снизился, однако количество изучаемого показателя было достоверно выше в сравнении с результатами контрольной группы в этот же период.

Изучая изменения содержания гемоглобина в крови, мы отметили его достоверное снижение у группы контроля облучения и подопытных животных относительно крыс интактной группы. При сопоставлении результатов исследования уровня гемоглобина с фоновыми значениями у животных группы контроля облучения на седьмые сутки было отмечено его уменьшение на 22%. К пятнадцатому дню исследования этот показатель возрос, однако не достиг уровня фоновых значений. У животных подопытной группы уже на седьмые сутки отмечалось повышение содержания гемоглобина, и к пятнадцатым суткам его значение достигло уровня показателя у здоровых животных.

Содержание в крови лейкоцитов у УФ-облученных крыс изменялось волнообразно. После незначительного увеличения через сутки, их количество к пятому дню опыта возвратилось к фоновым значениям.

У крыс, подвергшихся однократному воздействию общего внешнего γ -излучения ¹³⁷Cs в дозе 6,0 Гр при мощности дозы 0,99 Гр/мин, это приводило к развитию острого радиационного поражения средней степени тяжести. Введение «Мексидол-Вет®» до облучения способствовало снижению летальности, что демонстрирует благоприятное влияние на течение и исход острого радиационного поражения. Как показали исследования, гибель крыс отмечали в период с седьмых по девятнадцатые сутки после облучения. Уровень 30-дневной выживаемости у контрольных животных групп А и Б составлял соответственно 30% и 20%, у подопытных животных на фоне применения «Мексидол-Вет®» до лучевого воздействия – 50%, после лучевого воздействия – 40%.

Период «первичных реакций» на облучение у крыс характеризовался повышением общей температуры тела на 1,1–1,3 °C ($p \leq 0,05$), общим возбуждением в течение 1–1,5 ч после облучения (повышение двигательной активности), частыми стойкими, грумингом, отказом от корма, полидипсией, повышением тактильной чувствительности. Затем отмечали признаки общего угнетения. Пищевая активность сохранялась, но была понижена, полидипсия выражена, реакция на внешние раздражители сохранялась, но была понижена, шерстный покров был взъерошен.

У всех животных, подвергнутых γ -излучению, отмечено достоверное повышение температуры тела относительно здоровых животных на 0,9–1,4 °C ($p \leq 0,05$) через один и три часа с последующим снижением к первым суткам до фоновых значений. В разгар заболевания существенных различий в динамике общей температуры тела у облученных животных не отмечали.

Исследования показали прогрессивное снижение массы у облученных относительно здоровых животных на 7,6–17% в период с третьих по тридцатые сутки. В группах контроля облучения А и Б масса животных достоверно снижалась в среднем на 5% относительно фоновых значений в период с седьмых по тридцатые сутки после воздействия γ -излучения. У подопытных животных на фоне применения «Мексидол-Вет®» масса достоверно снизилась в период с седьмых по тридцатые сутки, однако к тридцатым суткам она была достоверно выше, чем у соответствующих групп контроля облучения на 3,6% и 5,4%.

Абсолютное содержание эритроцитов у крыс контрольных групп А и Б на фоне лучевого воздействия достоверно снижается относительно здоровых животных к двенадцатым суткам. Введение «Мексидол-Вет®» до облучения способствовало увеличению концентрации эритроцитов до 9,4 [8,8; 9,6] $10^{12}/л$ ($p < 0,05$) против 8,2 [8,1; 8,3] $10^{12}/л$ у здоровых животных и 8,1 [7,9; 8,4] $10^{12}/л$ в контрольной группе. Степень эритропении начинает нарастать к двенадцатым суткам после облучения, но сохраняется достоверно выше, чем у контрольных животных в аналогичный период. Введение «Мексидол-Вет®» животным после лучевого воздействия привело к стабилизации показателя абсолютного содержания эритроцитов в разгар заболевания на уровне 8,3 [8,2; 8,4] $10^{12}/л$, что достоверно выше чем у группы контроля – 7,4 [7,2; 7,7] $10^{12}/л$.

Показатели абсолютного содержания лейкоцитов в периферической крови облученных животных характеризуются достоверным лейкоцитозом к первым суткам с последующим прогрессивным снижением к двенадцатым суткам. При этом тяжесть абсолютной лейкопении у крыс на фоне применения «Мексидол-Вет®» достоверно ниже относительно животных контрольных групп. Так к двенадцатым суткам количество лейкоцитов у подопытных животных групп А и Б составляло 7,0 [6,9; 8,1] $10^9/л$ и 7,4 [6,5; 8,2] $10^9/л$ соответственно по сравнению с 6,3 [6,0; 7,0] $10^9/л$ и 6,6 [6,2; 6,8] $10^9/л$ в группах контроля.

Динамика концентрации тромбоцитов в периферической крови в момент клинического проявления острого радиационного поражения характеризуется абсолютной тромбоцитопенией у всех подопытных животных, однако тяжесть ее проявления на фоне применения «Мексидол-Вет®» ниже.

Предполагаемым механизмом радиозащитного и терапевтического действия «Мексидол-Вет®» может являться купирование оксидативного стресса у животных на фоне лучевого воздействия. Проявляя выраженную антиоксидантную активность, «Мексидол-Вет®» блокирует непря-

мое звено патогенеза острого радиационного поражения, связанное с радиолизом воды и перекисного окисления липидов. Кроме того, «Мексидол-Вет®» обладает мембранопротекторными и ангиопротекторными свойствами, что может благоприятно влиять на гемопоэз, устойчивость форменных элементов к действию ионизирующей радиации, снижение тяжести геморрагического синдрома в «скрытый» период и в период «разгара». Полученные данные согласуются с выводами других ученых, испытывающих фармакологические субстанции, обладающие антиоксидантной активностью и влияющими на гемопоэз [8–10].

ВЫВОДЫ

1. Облучение животных бактерицидным облучателем ОБНП 2 «ГЕНЕРИС» с длиной волны 253,7 нм на расстоянии 20 см в течении 30 минут привело к облучению с формированием эритемной дозы 562,5 эр час/ $м^2$. Данные характеристики обусловили развитие дерматита, индуцированного УФ-лучами.

2. Действие эритемной дозы УФ облучения 562,5 эр час/ $м^2$, привело к снижению количества эритроцитов и гемоглобина крови к седьмым суткам в среднем на 25%.

3. Применение препарата «Мексидол-Вет®» оказывает достоверно доказанное эритропоэтическое действие при ультрафиолетовом облучении животных.

4. Внутримышечное введение «Мексидол-Вет®» крысам в дозе 15 мг/кг за раз с интервалом 12 часов в течение 15 дней до общего внешнего однократного воздействия γ -излучения в дозе 6,0 Гр и аналогичный режим применения препарата после облучения оказывают благоприятное влияние на течение острого радиационного поражения, повышая выживаемость животных до 50 и 40% соответственно против 30 и 20% в соответствующих контрольных группах.

5. «Мексидол-Вет®» определяет уменьшение степени тяжести панцитопении в периферической крови у крыс на фоне общего внешнего однократного воздействия γ -излучения в дозе 6,0 Гр, а также повышает скорость восстановления популяций эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в крови на фоне острого радиационного поражения.

6. Предполагаем, что включение «Мексидол-Вет®» в качестве вспомогательного препарата в рецептуру средств, применяемых с радиозащитной и терапевтической целью при различных вариантах лучевого воздействия на животных, может определять более благоприятное течение и исход радиационных поражений. В том числе оно возможно при проведении лучевой терапии, что существенно может расширить область применения препарата в ветеринарии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Карманова Е. Е. Мексидол как препарат для преодоления окислительного стресса, индуцированного рентгеновским излучением / Е. Е. Карманова, А. В. Черников, В. Е. Иванов [и др.] // Теоретическая и экспериментальная биофизика: Материалы конференции, Пушкино, 05–07 февраля 2020 года. – Пушкино: Синхробук (SynchrobookTM), 2020. – С. 21–22.

2. Кекконен В. А. Опыт применения «Мексидол-Вет®» у крыс на фоне общего внешнего УФ-облучения / В. А. Кекконен, Р. О. Васильев, Н. Ю. Югатова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Пе-

тербург, 19–20 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2020. – С. 179–180.

3. Васильев Р. О. Динамика показателей периферической крови облученных крыс на фоне применения монклавита 1 и калия йодистого / Р. О. Васильев, Е. И. Трошин, Н. Ю. Югатова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. А. Киршина, Казань, 05–06 апреля 2018 года. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2018. – С. 38–41.

4. Трошин Е. И. Мониторинг отдаленных последствий радиационного поражения животных / Е. И. Трошин, Р. О. Васильев, Н. Ю. Югатова // Актуальные вопросы зооветеринарной науки: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, ветерана труда Новых Николая Николаевича, Ижевск, 15 мая 2019 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 92–98.

5. Ростегаева Д. А. Морфофункциональные и гистологические особенности надпочечников крыс, получавших препарат «Мексидол» / Д. А. Ростегаева, Н. А. Березина // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. – 2016. – № 21(8). – С. 92–94.

6. Семикашева О. В. Количественный анализ антиоксидантной активности лекарственного препарата «Мексидол» / О. В. Семикашева, Л. Р. Якупова, И. М. Борисов [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. – 2020. – Т. 54. – № 12. – С. 52–55. – <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2020-54-12-52-55>

7. Китаева А. А. Исследование влияния препарата «Мексидол» на морфологическое состояние эритроцитов мышей *in vitro* / А. А. Китаева, Н. Ю. Логинова, М. Е. Лобанов // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2018. – Т. 8. – № 9. – С. 412.

8. Мещерякова А. Ю. Изменение биохимических показателей при совместном действии препарата мексидол и наночастиц железа на белых мышей / А. Ю. Мещерякова, Д. К. Сабурова, О. В. Кофтин // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2018. – Т. 8. – № 9. – С. 413.

9. Гильдилов Д. И. Гепатопротекторное и антиоксидантное действие препарата «Мексидол-Вет®» в эксперименте на крысах / Д. И. Гильдилов // Российский ветеринарный журнал. – 2020. – № 5. – С. 38–42. – <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-5-38-42>

10. Волков А. А. Изучение терапевтической эффективности препарата «Мексидол-Вет» в ветеринарной гериатрии / А. А. Волков, С. А. Староверов, А. Н. Остапчук [и др.] // Российский ветеринарный журнал. – 2017. – № 10. – С. 33–37.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Иванович Трошин – д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной радиобиологии и БЖЧС Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия, e.troshin48@mail.ru

Наталья Юрьевна Югатова – канд. вет. наук, доцент кафедры ветеринарной радиобиологии и БЖЧС Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия, makrinova.73@mail.ru

Роман Олегович Васильев – канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарной радиобиологии и БЖЧС Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия, veterenar4ik@mail.ru

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 02.04.2022 г., одобрена после рецензирования 12.04.2022 г., принята к публикации 15.04.2022 г.

Pharmacy Formulas. 2021. Vol. 3, no. 4. P. 96-101

Original article

The use of Mexidol-Vet® against the background of ultraviolet and gamma irradiation in rats

© 2022. Evgeny I. Troshin¹, Natalia Y. Yugatova¹, Roman O. Vasiliev¹

¹Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author: Roman O. Vasiliev, veterenar4ik@mail.ru

ABSTRACT. The article presents data on the results of using Mexidol-Vet® in rats exposed to a bactericidal lamp, which is a generator of shortwave radiation with a wavelength of 253.7 nm, as well as gamma radiation at a dose that causes acute radiation damage in rats. The results of the dynamics of the clinical and hematological status have been described both against the background of the influence of physical factors and during the use of the drug. The paper presents data that the use of Mexidol-Vet® according to the described treatment regimen has an erythropoietic effect under ultraviolet irradiation, and can be recommended for inclusion in a combined treatment regimen for acute radiation injury.

KEYWORDS: Mexidol-Vet®, ultraviolet irradiation, gamma irradiation, ear skin hyperemia, erythrocytes, he-moglobin, leukocytosis



REFERENCES

1. Karmanova E. E., Chernikov A. V., Ivanov V. E., et al. Meksidol kak preparat dlya preodoleniya oksislitel'nogo stressa, indutsirovannogo rentgenovskim izlucheniem. Teoreticheskaya i eksperimental'naya biofizika: Materialy konferentsii, Pushchino, 05–07 fevralya 2020 goda. Pushchino: SynchronbookTM; 2020. P. 21–22. (In Russ.).
2. Kekkonen V. A., Vasil'ev R. O., Yugatova N. Yu. Opyt primeneniya meksidol-vet® u kryс na fone obshchego vneshnego UF-oblucheniya. Znaniya molodykh dlya razvitiya veterinar-noy meditsiny i APK strany: Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Sankt-Peterburg, 19–20 noyabrya 2020 goda. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine; 2020. P. 179–180. (In Russ.).
3. Vasil'ev R. O., Troshin E. I., Yugatova N. Yu. Dinamika pokazateley perifericheskoy krovi obluchennykh kryс na fone primeneniya monklavita-1 i kaliya yodistogo. Aktual'nye prob-lemy veterinar-noy meditsiny: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora V. A. Kirshina, Kazan', 05–06 aprelya 2018 goda. Kazan: Federal centre of toxicological, radiation and biological safety; 2018. P. 38–41. (In Russ.).
4. Troshin E. I., Vasil'ev R. O., Yugatova N. Yu. Monitoring otдалennykh posledstviy ra-diatsionnogo porazheniya zhivotnykh. Aktual'nye voprosy zooveterinar-noy nauki: materialy Vse-rossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu doktora veterinar-nykh nauk, professora, pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya Ros-siyskoy Federatsii, veterana truda Novykh Nikolaya Nikolaevicha, Izhevsk, 15 maya 2019 goda. – Izhevsk: Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya; 2019. P. 92–98. (In Russ.).
5. Rostegaeva D. A., Berezina N. A. Morfofunktsional'nye i gistologicheskie osobennosti nadpochechnikov kryс, poluchavshikh preparat "Meksidol". Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy: ot teorii k praktike=Up-to-date areas of research: from theory to practice. 2016;2-1(8):92–94. (In Russ.).
6. Semikasheva O. V., Yakupova L. R., Borisov I. M., et al. Quantitative Analysis of the Antioxidant Activity of Mexidol. Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal=Pharmaceutical Chemis-try Journal. 2020;54(12):52–55. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2020-54-12-52-55> (In Russ.).
7. Kitaeva A. A., Loginova N. Yu., Lobanov M. E. Issledovanie vliyaniya preparata "Meksidol" na morfologicheskoe sostoyanie eritrotsitov myshey in vitro. Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy=Bulletin of medical internet conferences. 2018;8(9):412. (In Russ.).
8. Meshcheryakova A. Yu., Saburova D. K., Koftin O. V. Izmenenie biokhimicheskikh pokazateley pri sovmestnom deystvii preparata meksidol i nanochastits zheleza na belykh myshey. Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy=Bulletin of medical internet conferences. 2018;8(9):413. (In Russ.).
9. Gildikov D. I. Hepatoprotective and antioxidant effects of Mexidol-Vet® in an experiment on rats. Rossijskij veterinar-nyj zhurnal=Russian veterinary journal. 2020;(5):38–42. <https://doi.org/10.32416/2500-4379-2020-5-38-42> (In Russ.).
10. Volkov A. A., Staroverov S. A., Ostapchuk A. N., et al. Studying of Therapy Effectiveness of «MexidolVet» in Veterinary Geriatrics. Rossijskij veterinar-nyj zhurnal=Russian veterinary journal. 2017;(10):33–37. (In Russ.).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgeny I. Troshin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary Radiobiology and Life Safety in Emergency Situations of the Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia, e.troshin48@mail.ru

Natalia Y. Yugatova – Ph.D. in Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Radiobiology and Life Safety in Emergency Situations of the Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia, makrinova.73@mail.ru

Roman O. Vasiliev – Ph.D. in Biology, Associate Professor of the Department of Veterinary Radiobiology and Life Safety in Emergency Situations of the Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia, veterenar4ik@mail.ru

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted April 02, 2022; approved after reviewing April 12, 2022; accepted for publication April 15, 2022