

УДК 591.4+591.8+598.1

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЧЕНИ ЯЩЕРИЦ С БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Т.Н. Дуйсебаева¹, Г.В. Федотовских², Н.А. Стрелюхина³

¹ *Институт зоологии МОН РК*

Казахстан, 050060, Алматы, пр. Аль-Фараби, 93

² *Научный Центр хирургии им. Сызганова*

Казахстан, 050004, Алматы, пр. Желтоксан, 62

³ *Институт экспериментальной биологии МОН РК*

Казахстан, 050030, Алматы, пр. Абая, 78

Поступила в редакцию 16.02.2007 г.

ВВЕДЕНИЕ

В литературе мало сведений по воздействию радиационного излучения на организм амфибий, рептилий и птиц. В основе большинства работ по изучению отдаленных последствий ионизирующей радиации на живой организм лежат экспериментальные исследования на млекопитающих (Кропачева, Мишурова, 1988; Богатов и др., 1991; Костеша, Лопухова, 1991). После чернойбыльской катастрофы 1985 г. амфибии и рептилии также явились объектами серии исследований по воздействию на живой организм малых доз радиации низких интенсивностей. Однако работы с этими позвоночными ограничились в основном изучением содержания радионуклидов во внутренних органах, цитогенетическим мониторингом и анализом структуры популяций (Елисеева и др., 1994, 1995; Пикулик, Дробенков, 1995; Пикулин, Пленин, 1995). Те же задачи преследовало изучение бесхвостых амфибий на территории Восточно-Уральского радиационного следа (Черданцев и др., 1993). Отдельные цитологические нарушения, выражающиеся в деструкции гепатоцитов, гипертрофии клеток гемопоэтического окружения, увеличении размеров ядер и снижении митотической активности, были отмечены только для печени лягушек (Пястолова и др., 1996; Пястолова, Вершинин, 1999). К сожалению, в доступной нам литературе мы не встретили работ по цитологии и ультраструктуре печени у пресмыкающихся, населяющих территории, пострадавшие от радиационного воздействия.

Бывший Семипалатинский испытательный полигон (СИП), расположенный в Восточном Казахстане, относится к одной из уникальных точек на планете, являясь природной радиоэкологической лабораторией. Многолетнее воздействие ионизирующей радиации не могло не отразиться на сообществах обитающих здесь растений и животных. В настоящее время комплексные исследования на биологических объектах полигона проводятся в ряде научных учреждений Казахстана. Из зоологических объектов традиционными продолжают оставаться млекопитающие, как наиболее радиочувствительные животные (Черных и др., 1998, 1999), хотя морфологические и цитогенетические исследования начаты и для других групп поз-

воночных (Атаханова, 1998; Ильинских и др., 1998; Крайнюк, 1998). Располагая материалом по двум видам ящериц с территории СИП и опираясь на результаты радиационных экспериментальных работ по печени амфибий и млекопитающих, мы поставили целью настоящего исследования изучение эффектов радиационного воздействия разной дозы на внутреннюю и тонкую структуру печени ящериц, постоянно обитающих на территории бывшего СИП.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящего исследования послужила печень 9 взрослых особей прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) с длиной тела 54 – 90 мм и 14 взрослых особей разноцветной ящурки (*Eremias arguta*) с длиной тела 52 – 79 мм. Животные были отловлены в летний период 1999 – 2001 гг. на территории бывшего СИП, а также в других районах Восточного Казахстана с уровнем радиации в пределах нормы. Ниже приведены точки сбора материала с указанием мощности экспозиционной дозы (МЭД, мкР/ч). Данные МЭД получены с использованием показаний индивидуального дозиметра типа ДЛТ-03 при непосредственном сборе материала и уточнены по литературным данным (Апсаликов и др., 1996): 1) подножье гор Семейтау, МЭД 10 – 12 мкР/ч (фоновый уровень), *L. agilis* ($n = 4$), *E. arguta* ($n = 3$); 2) западный берег р. Чаган, 1 – 1.5 км южнее оз. Чаган, СИП, МЭД 100 – 200 мкР/ч, *L. agilis* ($n = 3$), *E. arguta* ($n = 5$); 3) западный берег оз. Чаган (края воронки), СИП, МЭД 400 – 1500 мкР/ч, *L. agilis* ($n = 2$), *E. arguta* ($n = 6$).

По ряду причин определение суммарной дозы облучения (внешнего и внутреннего) ящериц затруднительно (см. Апсаликов и др., 1996: 127 – 128). Поэтому в работе мы приводим только значения мощности экспозиционных доз для соответствующих местностей без расчета суммарной дозы облучения, полученной животными. Очевидно, что приуроченные к обитанию на ограниченной территории (индивидуальный участок площадью около $40 \times 40 \text{ м}^2$) и не способные к протяженным миграциям особи из мест обитания с разной МЭД будут соответственно различаться по величине полученной дозы облучения.

Для гистологического изучения кусочки печени исследуемых животных, собранных в точках 2 (МЭД 100 – 200 мкР/ч) и 3 (МЭД 400 – 1500 мкР/ч), фиксировали в 10% нейтральном формалине. После обработки по общепринятой методике и заливки в парафин-воск срезы (5 – 7 мкм) окрашивали гематоксилином и эозином (Волкова, Елецкий, 1971). Полихромная окраска по Массону (Martoja, Martoja-Pierson, 1967) использовалась, главным образом, для выявления соединительной ткани. Для электронно-микроскопического исследования биопсийные кусочки ткани животных, собранных в точке 3 (МЭД 400 – 1500 мкР/ч), фиксировали в 2.5% растворе глутаральдегида на 0.2М фосфатном буфере Миллонига (pH 7.4 – 7.6) в течение 2 часов с постфиксацией в 1% растворе четырехоксида осмия (2 часа). Проводка осуществлялась по общепринятой методике с заключением в эпоксидную смолу эпон. Полутонкие и ультратонкие срезы готовились на ультрамикротоме Reichert OM U2 и Nova LKB-3. Полутонкие срезы, толщиной около 3 микрон, окрашивали полихромным красителем – метиленовым синим, азуром-2 и основным фуксином по Humphrey и Pittman (1974). Ультратонкие срезы толщиной около 600 ангстрем контрастировали 2.5% раствором уранилацетата и цитратом свинца по Reynolds (1963). Ультратонкие срезы изучали в электронном микроскопе ЭВМ-100.

РЕЗУЛЬТАТЫ

**Гистологическое исследование печени ящериц
Lacerta agilis и *Eremias arguta***

Гистологическое исследование показало, что у изученных ящериц из контрольной группы гепатоциты имели полигональную форму с округлым ядром в центральной части. Соединительная ткань в междольковых перегородках не выявлялась, и границы печеночных долек определялись только по скоплениям сосудов, располагающихся на границе соседних печеночных долек. В цитоплазме гепатоцитов встречались мелано-макрофагальные комплексы. Небольшое их количество обнаруживалось и в глиссоновой капсуле.

У ящериц обоих видов из опытной группы морфологические изменения в печени были сходными, поэтому мы приводим результаты исследования независимо от видовой принадлежности особей. У ящериц, обитающих в зоне МЭД 100 – 200 мкР/ч, обращало на себя внимание неравномерное полнокровие печени. Большинство капилляров, венул и синусоидов были расширены и полнокровны, в то время как другие малокровны. Иногда можно было видеть старые и свежие очаговые и диапедезные кровоизлияния, лимфоцитарные выпоты, явления периваскулярного отека (рис. 1). В очагах старых кровоизлияний ядра эритроцитов были лизированы.

Дистрофические изменения в печени носили характер вакуольной и жировой дистрофии. Явления вакуольной дистрофии были выражены в центральных частях долек, однако не во всех из них одинаково интенсивно. Жировая дистрофия гепатоцитов локализовалась по периферии дольки (рис. 2). Иногда встречались очаги некробиоза и некроза. В очагах микронекроза ядра подвергались лизису, реже пикнозу и рексису. Во многих клетках ядра не были видны, и вся клетка имела вид тусклого глыбчатого образования. Некоторые очажки микронекроза имели вид небольших зернистых, сравнительно четко контурированных участков, в которых отдельные гепатоциты не различались. По периферии и внутри очажков можно было видеть инфильтрацию лимфоцитов, гистиоцитов и купферовских клеток. Местами встречалась очаговая дисконфлексация гепатоцитов. Количество двуядерных гепатоцитов увеличивалось, по сравнению с контролем (МЭД 10 – 12 мкР/ч). Нередко в ядрах наблюдалось по два гипертрофированных ядрышка.

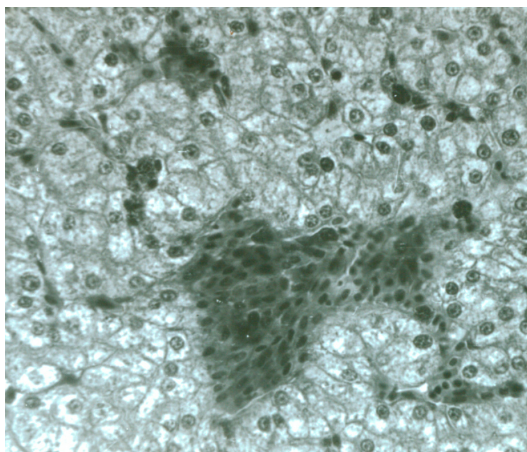


Рис. 1. Гистология печени прыткой ящерицы в опытной группе. Полнокровие синусоида и капилляра, вакуольная дистрофия гепатоцитов. МЭД 100 – 200 мкР/ч. Окраска гематоксилином и эозином.
Ув. × 250

В печени ящериц, собранных при мощности экспозиционной дозы 400 – 1500 мкР/ч, нарушения кровообращения нарастали: капилляры, венулы и синусоиды были расширены и переполнены кровью, увеличивались отеки и количество очагов микронекрозов. Купферовские клетки нередко были гиперплазированы, некоторые из них подвергались некрозу. Отмечалось также очаговое слущивание эндотелиоцитов в просветы синусоидов. Внутри долек местами встречались мелкие скопления лимфоцитов. В периваскулярных пространствах иногда можно было видеть отечную жидкость, а в стенках отдельных сосудов были отмечены явления микрофокусного плазматического пропитывания. Стенки отдельных сосудов были утолщены и разволокнены. Часто встречались свежие и старые очаговые, периваскулярные и диапедезные кровоизлияния.

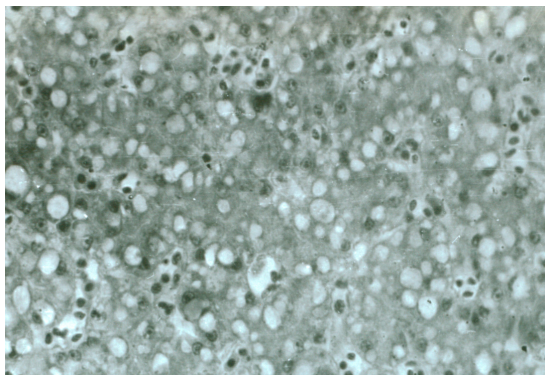


Рис. 2. Гистология печени разноцветной ящурки в опытной группе. Жировая дистрофия гепатоцитов. МЭД 100 – 200 мкР/ч. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 200$

Изменения гепатоцитов были представлены вакуольной и жировой дистрофией. Очаги микронекрозов и дискомплексация гепатоцитов отмечались чаще, чем у ящериц, обитающих в зоне при 100 – 200 мкР/ч. Гепатоциты в состоянии вакуольной дистрофии были набухшие, ядро их было нередко смещено к периферии (эктопия ядер). Ядра большинства гепатоцитов были крупные, просветленные, но встречались темные ядра, иногда пикнотичные. Гепатоциты с темными уменьшенными ядрами встречались преимущественно в периваскулярных зонах ацинусов.

Также обращало на себя внимание значительное увеличение числа двуядерных гепатоцитов. Встречалось множество гепатоцитов с крупными ядрами, содержащими по 2 или 4 ядрышка. Выявлялись и гепатоциты с базофильной цитоплазмой.

Электронно-микроскопическое исследование печени ящериц *Lacerta agilis* и *Eremias arguta*

Ультраструктура печени прыткой ящерицы в контрольной группе. Морфологическое исследование полутонких срезов печени на светооптическом уровне выявило неоднородную структуру ткани, представленную традиционными трубчатыми структурами из крупных гепатоцитов на фоне широких синусоидов и полями мелких, разделенных тонкой ретикулярной стромой и значительно удаленных от узких синусоидов, гепатоцитов.

На электронно-микроскопическом уровне характерной особенностью гепатоцитов была ярко выраженная депонирующая функция. Большая часть гиалоплазмы была заполнена электронно-плотными розетками и гранулами гликогена, а также полиморфными по величине осмиофильными липидными включениями

(рис. 3). Крупные и плотные митохондрии с обвивающими их канальцами гранулярного эндоплазматического ретикулума располагались возле ядра и по периферии гепатоцитов. В области желчных капилляров, сформированной обычно четырьмя гепатоцитами, располагались элементы комплекса Гольджи, пузырьки и крупные эндоплазматические ретикулумы и многочисленные цитосегресомы, представленные миелоноподобными фигурами с осмиофильными зернистыми вкраплениями типа ферритина. Синусоидальная поверхность гепатоцитов содержала микроворсинки и характеризовалась на отдельных участках выраженным микропиноцитозом. Базальная мембрана имела прерывистый вид. Пространство Диссе было заполнено хлопьевидным материалом и нежными волоконцами тропоколлагена со слабовыраженной поперечной исчерченностью. Такие приспособительные реакции, как клазматоз цитоплазмы и активное высвобождение гепатоцитов от цитосегресом через синусоидальную поверхность, отражали высокий уровень обменных процессов в печени. Цитосегресомы фагоцитировались эндотелиальными клетками синусоидальной выстилки. Наряду с клетками Купфера нами были отмечены немногочисленные малодифференцированные пигментные клетки с крупными премеланосомами.

Ультраструктура мелких гепатоцитов отличалась слабовыраженной депонирующей функцией. Гиалоплазма данных клеток была равномерно заполнена немногочисленными гранулами гликогена. Липидные включения были скудными. Небольшие и плотные митохондрии, каналы гранулярного эндоплазматического ретикулума располагались без определенной закономерности. Помимо цитосегресом и крупных фаголизисом, в цитоплазме мелких гепатоцитов были отмечены свободнолежащие в гиалоплазме электронно-плотные зерна гемосидерина. Плотно прилежащие друг к другу гепатоциты соединялись межклеточными контактами типа замка. Пласты гепатоцитов были окружены утолщенной базальной мембраной. Широкие межклеточные щели были заполнены элементами ретикулярной стромы и образующимися в процессе клазматоза фрагментами гепатоцитов. В просвете синусоидов были часто видны распадающиеся клетки Купфера.

Таким образом, печень *L. agilis* в контрольной группе исследования характеризовалась «рекомбинацией» гепатоцитов, являющейся морфологическим эквивалентом приспособительных реакций, приобретенных в филогенезе и связанных с определенными условиями функционирования (Калашникова, 1996).

Ультраструктура печени прыткой ящерицы в опытной группе. В опытной группе ящериц *L. agilis* на фоне преобладающего большинства гепатоцитов с вы-

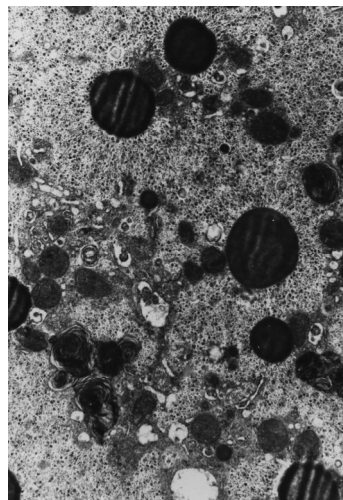


Рис. 3. Ультраструктура печени прыткой ящерицы в контрольной группе. Цитосегресомы и крупные липидные капли в цитоплазме крупного гепатоцита.

Ув. $\times 12000$

соким, как и в контроле, уровнем депонирующей функции, нами были отмечены гепатоциты с ярко выраженными признаками гликогенолиза и уменьшения липидных включений. Резкое снижение электронной плотности гранул гликогена проявлялось на светооптическом уровне как бы лакированной розовой окраской цитоплазмы гепатоцитов. Сохранялась лишь небольшая зона возле ядра, занятая не-

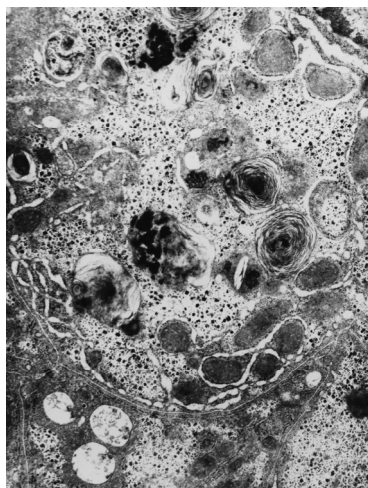


Рис. 4. Ультраструктура печени прыткой ящерицы в опытной группе. Многочисленные цитосегресомы с зернами типа ферритина.

Ув. $\times 12000$

многочисленными органеллами и рибосомами. Наблюдалось также некоторое увеличение числа цитосегресом и зернообразных включений как вкрапленных в миелиноподобные фигуры цитосегресом, так и свободно расположенных в гиалоплазме (рис. 4).

На отдельных, более бледных на светооптическом уровне участках печени, к данным изменениям присоединялись явления вакуолизации агранулярного эндоплазматического ретикулума, образование крупных баллонов, заполненных отечной жидкостью. Деструкция канальцев ретикулума приводила к очаговому оводнению гиалоплазмы и появлению многочисленных тонких миелиноподобных фигур, образующихся в результате вторичной структуризации фосфолипидов. В состоянии вакуолизации и дегрануляции мембраносвязанных рибосом находились и канальцы гранулярного эндоплазматического ретикулума. В отдельных гепатоцитах располагались значительные скопления крупных вторичных лизосом, формирующихся на месте деструк-

тивно измененных электронно-плотных митохондрий и фрагментов гранулярного эндоплазматического ретикулума. В цитоплазме клеток Купфера располагались крупные обломки фагоцитированных эритроцитов, формирующие массы гемосидерина с миелиноподобными структурами по периферии, а также мелкие электронно-плотные гранулы. В цитоплазме пигментных клеток были отмечены многочисленные везикулы комплекса Гольджи, трубочки агранулярного эндоплазматического ретикулума, премеланосомы и зрелые электронно-плотные гранулы меланина.

Ультраструктура мелких гепатоцитов характеризовалась накоплением электронноплотных масс гемосидерина и усиленным клазматозом цитоплазмы, высоким уровнем ядерно-белкового и энергетического синтеза.

Ультраструктура печени разноцветной ящурки в опытной группе. Электронно-микроскопическое исследование печени разноцветной ящурки вне очагов микронекроза показало значительное накопление крупных электронно-плотных масс гемосидерина в цитоплазме гепатоцитов (рис. 5). Отмечена трансформация липидных капель в гранулы гликогена. На месте резорбирующихся липидных включений оставались миелиноподобные мембранные структуры и небольшие очаги про-

светления гиалоплазмы. Выраженная гиперплазия агранулярного эндоплазматического ретикулума была направлена на компенсаторный синтез липидных включений, мелкие новообразованные капли которых располагались возле мелких везикул агранулярного эндоплазматического ретикулума.

Характерной особенностью печени данных животных было наличие большого числа макрофагов моноцитарного типа, незрелых и зрелых клеток Купфера, полностью заполняющих просвет синусоидов, и находящихся на различных этапах катаболизма погибающих фагоцитированных эритроцитов. Клетки Купфера содержали различные по размеру и структуре фагосомы. Наряду с обломками эритроцитов, электронно-плотными массами с зернами ферритина, миелиноподобными структурами, связанными с перевариванием липидов стромы эритроцитов, в цитоплазме клеток Купфера появлялись и электронно-плотные гранулы меланина, непосредственно включенные в фагосомы (рис. 6). Пигментные клетки содержали премеланосомы и гранулы меланина, свободно расположенные в гиалоплазме. Многие макрофаги находились в состоянии деструкции. Те же виды фагосом, отмеченные нами в цитоплазме клеток Купфера, наблюдались и в гиалоплазме гепатоцитов.

Полученные нами ультраструктурные картины полностью подтвердили данные М.М. Калашниковой (2000) о том, что выходящие из распадающихся клеток Купфера фагосомы поступают в цитоплазму гепатоцитов и выделяются в желчь через желчные капилляры. В области комплекса Гольджи, расположенного в перилиарной зоне, данные структуры, по-видимому, подвергаются ферментативной обработке и лизису, превращаясь в электронно-прозрачные пузыри, хорошо видимые на полутонких срезах. Высокий уровень обменных процессов обеспечивался усиленным ядерно-белковым синтезом и крупными электронно-плотными энергезированными митохондриями.

В отдельных гепатоцитах при еще большем напряжении катаболизма фагоцитированных

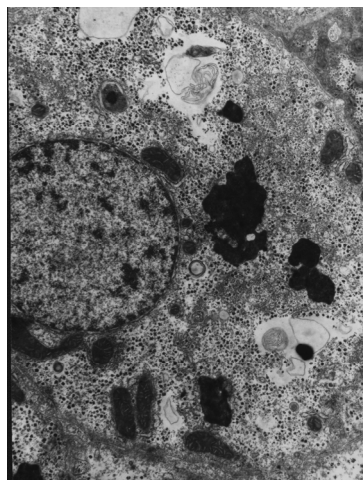


Рис. 5. Ультраструктура печени разноцветной ящурки в опытной группе. Крупные массы гемосидерина в гиалоплазме гепатоцитов. Ув. $\times 12000$

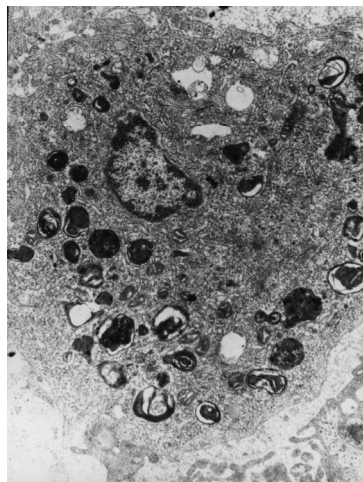


Рис. 6. Ультраструктура печени разноцветной ящурки в опытной группе. Клетка Купфера с глыбками гемосидерина и миелиноподобными структурами. Ув. $\times 9800$

эритроцитов, когда вдоль синусоидальной поверхности появлялись целые ряды мелких и крупных фагосом, а в перибиллиарной зоне «дорожка» трансформируемых фагосом, нами было отмечено набухание митохондрий, свидетельствующих об активации фосфорилирующей функции. Высокий уровень белкового синтеза отражался в появлении полей гиперплазированных и расширенных канальцев гранулярного эндоплазматического ретикулума, заполненных хлопьевидным материалом. Перенапряжение энергообразующей функции митохондрий приводило к фрагментации и лизису крист митохондрий. В участках, прилежащих к очагам микронекрозов, гепатоциты находились в состоянии парциального некроза.

ОБСУЖДЕНИЕ

Печень является великолепным индикатором состояния организма, поскольку весьма чувствительна к изменению внутренней среды организма или различного рода внешним факторам. Показано, что действие токсических веществ, в том числе при индустриальном загрязнении мест обитания, ведет к увеличению индекса печени, снижению цитоядерного соотношения гепатоцитов, увеличению размеров их ядер и появлению гигантских ядер (Пястолова, Трубецкая, 1989). Результаты экспериментальных радиационных работ, проведенных на млекопитающих, показали, что после перенесения животными острой лучевой болезни в печени происходят серьезные деструктивные изменения, включающие в том числе нарушения гемодинамики, отложения в больших количествах гемосидерина, жировую и гидропическую вакуольную дистрофию, значительные изменения в ядрах и ядрышках гепатоцитов (Костеша, Лопухова, 1991). В печени млекопитающих, подверженных экспериментальному облучению в малых дозах и с низкой интенсивностью, были выявлены значительные неспецифические изменения гепатоцитов, липидная, паренхиматозная и вакуольная дистрофии, некроз и гиперплазия купферовских клеток, развитие предопухолевых изменений в виде микрохолангиом и другие патологии (Пинчук и др., 1991).

Проведенное нами гистологическое исследование показало, что длительное воздействие ионизирующей радиации вызывало в печени ящериц заметные патоморфологические изменения, причем они были сходными у ящериц обоих видов (*L. agilis*, *E. arguta*) и зависели от мощности дозы радиации в зоне обитания животных. Характерными изменениями были расстройства кровообращения в виде неравномерного кровенаполнения органа при МЭД 100 – 200 мкР/ч и венозного, синусоидального и капиллярного полнокровия, приводящих к гипоксии, отекам и кровоизлияниям при МЭД 400 – 1500 мкР/ч. Патологические изменения характеризовались также вакуольной и жировой дистрофией, очаговой дискompлексацией гепатоцитов, появлением очагов микронекрозов, в которых нередко отмечалась инфильтрация лимфоцитов, гистиоцитов и купферовских клеток, которая расценивается как реакция печени на повреждение.

Особенностью изменений в печени у ящериц из зоны МЭД 400 – 1500 мкР/ч являлось то, что наряду с выраженными гемодинамическими, дистрофическими и некротическими изменениями, наблюдались и компенсаторно-приспособительные процессы. Эти процессы выражались в появлении увеличенных гепатоцитов с ба-

зофильной цитоплазмой, значительном увеличении количества двуядерных гепатоцитов и появлением гепатоцитов с крупными ядрами, содержащими по 2 – 4 ядрышка. Увеличение ядер гепатоцитов при равных с контролем индексах печени, а также некоторые другие признаки деструкции гепатоцитов отмечались рядом авторов и в печени остромордых лягушек (*Rana arvalis*) из зоны радиационного загрязнения Чернобыля и Восточно-Уральского следа (Носова и др., 1994; Пястолова, Вершинин, 1999). Приведенные изменения свидетельствовали об усилении энергетических, гликогенообразовательных и белоксинтетических процессов в гепатоцитах в ответ на сильный экзогенный, а возможно, и эндогенный раздражитель (Саркисов, 1970).

Картина патологических изменений в печени ящериц при дозе 400 – 1500 мкР/ч, описанная в настоящей работе, оказалась весьма сходной с результатами гистологического исследования печени овец (Жапбасов и др., 1998), круглогодично содержащихся в районе атомного озера «Балапан» на территории Семипалатинского полигона с заметно меньшим радиационным фоном (МЭД 25 – 100 мкР/ч). В печени подопытных овец были отмечены расширения и отеки перикапиллярных пространств и синусоидов, встречалось большое количество гепатоцитов с признаками жировой и вакуольной дистрофии, скопления темных клеток, двуядерные гепатоциты и гигантские гепатоциты с крупными ядрами и множественными ядрышками.

Электронно-микроскопическое исследование печени ящериц в опытной группе обнаружило появление признаков гликогенолиза и уменьшения липидных включений, явления гидропической дистрофии и внутриклеточного отека в определенной части гепатоцитов. Вне очагов микронекроза было отмечено значительное накопление гемосидерина в гепатоцитах в результате усиленного катаболизма погибших фагоцитированных эритроцитов. Высокий уровень обменных процессов обеспечивался утилизацией более эффективных в энергетическом отношении жировых включений, высоким уровнем ядерно-белкового синтеза и интенсификацией фосфорилирующей функции митохондрий. Функциональная активность гиперплазированных клеток Купфера была направлена на синтез пигментных гранул, важная роль среди которых отводится меланину как мощному антиоксиданту, защищающему организм от свободных радикалов кислорода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что длительное воздействие ионизирующей радиации в зоне обитания ящериц *L. agilis* и *E. arguta* приводит как к патологическим изменениям в печени этих пресмыкающихся (при мощности экспозиционной дозы 100 – 200 мкР/ч), так и к появлению компенсационно-приспособительных реакций, направленных на защиту организма от действия поражающего фактора (при мощности экспозиционной дозы 400 – 1500 мкР/ч).

Благодарности

Авторы благодарят Ж.Б. Левину (Казахстанский государственный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы) и А.И. Жарикова (Научный центр хирургии им. Сызганова, г. Алматы) за техническую помощь в подготовке биопсийного ма-

териала для последующего гистологического и электронно-микроскопического изучения; И.Н. Магду (Институт зоологии, г. Алматы) за ценные консультации по радиационной обстановке на территории бывшего Семипалатинского полигона и В.А. Хромова (Семипалатинский государственный университет, г. Семипалатинск) за помощь при проведении полевых работ на территории бывшего СИАП и ряд публикаций по радиационным исследованиям, предоставленным авторам для ознакомления.

Работа выполнена при финансовой поддержке фондов ИНТАС (проект INTAS-Kazakhstan 95-0016 «Environmental effects on amphibians and reptiles in severely polluted or destroyed habitats of Kazakhstan», 1997 – 1999) и НАТО (проект «Genetic screening of reptiles from Semipalatinsk «Polygon» nuclear test site», 2000 – 2001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ансаликов К.Н., Гусев Б.И., Дусь В.И., Леонгардт Р.Б. Семипалатинское атомное озеро. Алматы: Гылым, 1996. 301 с.

Атаханова К. Я. Эколого-генетическая характеристика некоторых видов позвоночных животных, обитающих на территории Семипалатинского ядерного полигона // Радиационная безопасность и социально-экологические проблемы Казахстана. Караганда; Алматы: Гылым, 1998. С. 121 – 129.

Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1971. 272 с.

Богатов Л.В., Сурина А.Г., Антоненко Г. И., Перишина Л.И. Функциональное состояние щитовидной железы у овец в отдаленный период после однократного введения Sr^{90} , Pu^{239} и их смеси // Радиобиология. 1991. Т. 31, вып. 4. С. 481 – 484.

Елисеева К.Г., Войтович А.М., Плоская М.В., Смаль С.Э. Генетический мониторинг популяций бурых лягушек, обитающих в загрязненных радионуклидами районах Республики Беларусь // Радиационная биол. Радиоэкология. 1994. Т. 34, вып. 6. С. 838 – 846.

Елисеева К.Г., Войтович А. М., Трусова В.Д., Огурцова С.Э. Цитогенетический мониторинг популяции амфибий // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС. Минск: Наука і тэхніка, 1995. С. 148 – 156.

Жапбаров Р.Ж., Сейсебаев А.Т., Каримбаева А.Т., Карабалин Б.К., Тусупбаева В.И., Шеналь К., Нурғалиева К.Ж. Цитогенетическое изучение млекопитающих, обитающих на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона // Радиационная безопасность и социально-экологические проблемы Казахстана. Караганда; Алматы: Гылым, 1998. С. 64 – 68.

Ильинских Н.Н., Ксенз А.С., Ильинских Е.Н., Юркин А.Ю. Генотоксическая оценка состояния окружающей среды в зоне влияния Семипалатинского ядерного полигона // Радиационная безопасность и социально-экологические проблемы Казахстана. Караганда; Алматы: Гылым, 1998. С. 117 – 121.

Калашиникова М.М. Особенности ультраструктуры клеток печени в сравнительно-морфологическом ряду животных и их значение // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. 1996. № 6. С. 604 – 609.

Калашиникова М.М. Ультраструктура клеток печени рыб и амфибий при катаболизме погибающих эритроцитов // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. 2000. №1. С. 117 – 120.

Костеша Н.Я., Лопухова В.В. Отдаленные эффекты у леченых собак, перенесших острую лучевую болезнь // Радиобиология. 1991. Т. 21, вып. 4. С. 491 – 495.

Крайнюк В.Н. Морфоэкологическая характеристика популяций карпа *Cyprinus carpio* L. водоемов территории Семипалатинского ядерного полигона // Радиационная безопасность и социально-экологические проблемы Казахстана. Караганда; Алматы: Гылым, 1998. С. 129 – 133.

Кропачева К., Мишурова Е. Продолжительность скрытого повреждения печени после окончания хронического γ -облучения // Радиобиология. 1988. Т. 28, вып. 1. С. 44 – 47.

Носова Л.И., Шалимов В.А., Рясенко В.И., Шевченко Ж.Т. Динамика изменения гематологических показателей у позвоночных зоны ЧАЭС // Итоги 8-летних работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Зеленый Мыс, 1994. С. 253.

Пикулик М.М., Дробенков С.М. Амфибии и рептилии // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС. Минск: Навука і тэхніка, 1995. С. 55 – 59.

Пикулик М.М., Пленин А.Е. Предисловие // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС. Минск: Навука і тэхніка, 1995. С. 3 – 8.

Пинчук В.Г., Никитченко В.В., Гольдшмидт В.Я., Андрущак Л.И., Серкиз Я.И. Сообщение 4. Морфологические и ультраструктурные изменения печени крыс // Радиобиология. 1991. Т. 31, вып. 5. С. 648 – 653.

Пястолова О.А., Трубецкая Е.А. Некоторые морфологические и цитогенетические особенности печени сеголеток *Rana arvalis* в условиях техногенного ландшафта // Экология. 1989. № 5. С. 57 – 63.

Пястолова О.А., Вершинин В.Л. Некоторые цитологические особенности остромордой лягушки на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Экология. 1999. № 1. С. 26 – 30.

Пястолова О.А., Вершинин В.Л., Трубецкая Е. А., Гатиятуллина Э.З. Использование амфибий в биоиндикационных исследованиях территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Экология. 1996. № 5. С. 378 – 382.

Саркисов Д. С. Регенерация и ее клиническое значение. М., 1970. 175 с.

Черданцев В.Г., Ляпков С.М., Черданцева Е.М., Северцов А.С. Методы и результаты анализа экологической устойчивости популяций бурых лягушек при радиационном загрязнении // Экологические последствия радиационного загрязнения на Южном Урале. М.: Наука, 1993. С. 303 – 307.

Черных А.Б., Морозов А.Е., Магда И.Н., Бекенов А.Б., Понявкина А.Г., Мырзабекова Д.М. Внутривидовая изменчивость мышевидных грызунов, населяющих Семипалатинский испытательный полигон // Изв. Акад. наук РК. Сер. Биология-Медицина. 1998. Вып. 4. С. 25 – 32.

Черных А.Б., Морозов А.Е., Магда И.Н., Бекенов А.Б., Понявкина А.Г., Мырзабекова Д.М. Эколого-эволюционные преобразования в популяциях лесной мыши Семипалатинского полигона // Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана / Ин-т зоологии и генофонда животных МН-АН РК. Алматы, 1999. С. 48 – 49.

Humphrey C., Pittman F.A. Simple methylene blue-azure 2 basic fuchysin stane for embedded tissue sections // Staine Technology. 1974. Vol. 49. P. 9 – 14.

Martoja R., Martoja-Pierson U. Initiation aux techniques de l'histologie animali. P., 1967. 345 p.

Reynolds E.S. The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscopy // J. of Cell Biology. 1963. Vol. 17. P. 208 – 212.

**HISTOLOGICAL AND ULTRASTRUCTURAL STUDIES OF THE LIVER
IN THE LIZARDS FROM THE FORMER SEMIPALATINSK TEST SITE
(EASTERN KAZAKHSTAN)**

T.N. Dujsebayeva ¹, G.V. Fedotovskikh ², N.A. Strelyukhina ³

¹ *Institute of Zoology, Ministry of Education and Sciences*

Al-Farabi Pr., 93, Almaty, 050060, Kazakhstan

² *Scientific Surgery Center named after Sizganov*

Zheltoksan Av., 62, Almaty, 050004, Kazakhstan

³ *Institute of Experimental Biology*

Abaya Av., 78, Almaty, 050030, Kazakhstan

The paper presents data on the histology and ultrastructure of the liver of two lizard species, *Lacerta agilis* and *Eremias arguta*, inhabiting the territory of the former Semipalatinsk Test Site (Eastern Kazakhstan). An LM study has shown the presence of pathological changes expressed in irregular vascular filling of the liver and venous, local discomplexation of hepatocyte, vacuole and adipose dystrophies and an increase of the local micronecroses where the lymphocyte, resident macrophage and Kupffer cell infiltrations have been registered. An EM investigation has revealed the features of glycogenolysis and decreasing of the lipid embeddings, the phenomenon of hydropical dystrophy and intracellular swelling in the certain part of the hepatocytes, significant hemosiderin accumulations in the liver cells appeared because of intensified catabolism of the phagocytosed erythrocytes. The high level of metabolism processes was provided by utilization of the lipid embeddings, the high level of nucleoprotein synthesis and intensification of phosphorylating function of the mitochondria. The functional activity of Kupfer's hyperplastic cells was directed to the synthesis of pigment granules, the most important role among which belongs to melanin as a strong antioxidant protecting the body against free radicals.

Key words: lizards, liver, histology, ultrastructure, nuclear pollution.