

УДК 636.934.3:611.4:621.039

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ НАДПОЧЕЧНИКОВ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ В УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

*Федотов Д.Н., *Жуков А.И., **Юрченко И.С.

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

**Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский
государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь

Впервые установлено морфологическое состояние надпочечников у енотовидных собак, обитающих на территории зоны отчуждения. Ключевые слова: енотовидная собака, надпочечник, радионуклиды, радиационный фон.

REGULARITIES OF AGE-RELATED MORPHOLOGICAL RESTRUCTURING OF THE ADRENALS OF THE RACCOON DOG IN THE CONDITIONS OF THE TERRITORY OF THE BELARUS SECTOR OF THE EXCLUSION AREA

*Fiadotau D.N., *Jukov A.I., **Yrchenko I.S.

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

**Polesky State Radiation Ecological Reserve, Khoyniki, Republic of Belarus

The morphological state of the adrenal glands of raccoon dog living in the exclusion zone was established for the first time. Keywords: raccoon dog, adrenal gland, radionuclides, radiation background.

Введение. Радиационно-экологический мониторинг государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» включает наблюдение и контроль состояния загрязненной радионуклидами ближней зоны Чернобыльской АЭС, получение базовой информации для оценки и прогноза общей радиозоологической обстановки. Использование данных радиозоологического мониторинга позволяет выявлять многие закономерности изменения радиационной обстановки территории, существования и развития наземных и водных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения территории и снятия антропогенной нагрузки [1, 8].

На территорию заповедника и близлежащие земли оказала существенное влияние техногенная катастрофа на Чернобыльской АЭС [1]. Специфика любых техногенных воздействий заключается, с одной стороны, в разрушении природной среды, приводящей к формированию сообществ с иными качественными и количественными параметрами, с другой стороны, выделяемые токсичные или радиоактивные вещества напрямую или через цепи питания воздействуют на морфофизиологические процессы организма [5, 6]. Однако часто ученые рассматривают техногенное воздействие на биоценоотическом уровне или популяционно-видовом, а на организменном и тканево-органном – практически остаются без внимания, возможно, в связи со сложностью их проведения.

В последние годы значительно повысился научный и практический интерес к изучению эффектов воздействия радиационного фона окружающей среды на адреналовую железу [2, 8], что обусловлено, прежде всего, распространением ядерных технологий, а, следовательно, возможностью возникновения аварийных ситуаций, при которых могут иметь место радиоактивные выбросы.

Организм диких животных постоянно находится во взаимодействии с многочисленными факторами окружающей среды или ареала обитания. Задача, стоящая перед ними в такой ситуации, заключается в непрерывном приспособлении к этой среде для сохранения себя как единого целого [3]. Как известно, реализация действия различных раздражителей осуществляется нейрогуморальным путем. Среди факторов гуморальной регуляции первостепенное значение принадлежит железам внутренней секреции.

Работы, посвященные изучению физиологии надпочечников, довольно многочисленны. Однако морфологический субстрат изменений этих периферических эндокринных желез при адаптивно-приспособительных реакциях остается недостаточно изученным.

В данной работе был изучен морфогенез надпочечников енотовидной собаки (*Nyctereutes procyonoides*) в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии на организм радиационного фона как одного из экстремальных факторов среды обитания – зоны отчуждения (30-километровой зоны Чернобыльской АЭС).

Материалы и методы исследований. Морфологические исследования выполнялись на кафедре патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Изъятие енотовидной собаки из природы на территории заповедника проводилось в сентябре – октябре 2017 г. (разрешение на изъятие диких

животных из среды их обитания №0000147 от 13.03.2017 г.). Животные отлавливались путем постановки капканов № 3-7, вскрытие проводили в условиях отдела экологии фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Материал для исследования отбирался от 23 енотовидных собак (всего изъято из среды обитания 30 особей), обитающих на загрязненной радионуклидами территории заповедника (зона отчуждения) в бывших населенных пунктах Семеница, Красноселье, Кулажин (в ареале рек Несвич, Припять и озер Гнездное, Оревичи).

Животных поделили на три группы: сеголетки – удельная активность ^{137}Cs в организме составила до 17,29 кБк/кг; молодые и половозрелые – до 62,09 кБк/кг, старые – до 185,00 кБк/кг. Удельная активность ^{90}Sr в организме енотовидной собаки в возрастных группах составила от 2,35 до 10,90 кБк/кг (у единичных особей – выше 11 кБк/кг).

При отборе образцов надпочечников стремились к оптимальной стандартизации всех методик, включающих фиксацию, проводку, заливку, приготовление блоков и гистологических срезов. Железы фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина и в жидкости Бродского. Затем морфологический материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин. Изготавливали гистологические срезы толщиной 3–5 мкм на санном микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином. Абсолютные измерения структурных компонентов эндокринных желез осуществляли при помощи светового микроскопа «Olympus» модели BX-41 с цифровой фотокамерой системы «Altra₂₀» и спектрометра HR 800 с использованием программы «Cell-A» и проводили фотографирование цветных изображений (разрешением 1400 на 900 пикселей). Дополнительно на цифровом микроскопе Celestron с LCD-экраном PentaView модели #44348 проводили фотографирование с последующим анализом цветных изображений (разрешением 1920 на 1080 пикселей).

Определение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в мышцах проводили гамма-спектрометрическим методом. Радиоспектрометрический анализ проведен в лаборатории спектрометрии и радиохимии государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra».

Все цифровые данные, полученные при проведении морфологических исследований, были обработаны с помощью компьютерного программного профессионального статистического пакета «IBM SPSS Statistics 21».

Результаты исследований. При гистологическом исследовании установлено, что наружная соединительнотканная капсула надпочечника енотовидной собаки, обитающей на загрязненной радионуклидами территории, образована двумя толстыми слоями: наружным, более плотным, содержащим относительно мало клеток, но богатым волокнами и жировой тканью, и внутренним, более рыхлым, с множеством клеточных элементов с преобладанием адипоцитов. Капсула надпочечника енотовидных собак дополнительно содержит множество крупных сосудов, популяции нейроцитов, а иногда – целые нейроглиальные образования, а также аденомы. За весь изучаемый период от щенков до старости енотовидных собак толщина капсулы их надпочечников увеличивается в 2,1 раза.

Корковое вещество адреналовой железы енотовидных собак представлено системой многочисленных эпителиальных тяжей, ориентированных перпендикулярно капсуле и тесно прилегающих друг к другу. Каждый тяж коры надпочечника состоит из нескольких рядов железистых клеток. Клетки периферических участков тяжей образуют неправильные скопления или, дугообразно изгибаясь, образуют аркады клубочковой зоны. Полигональные клетки клубочковой зоны коры надпочечника енотовидных собак расположены в виде групп, разграниченных соединительнотканными трабекулами, напоминающими арки или изогнутые столбцы. Цитоплазма клеток окрашена гомогенно, в некоторые возрастные периоды встречаются многочисленные вакуоли. Ядра тоже окрашиваются гомогенно. Имеются отдельные погибшие клетки с пикнотичным ядром и «пустой» цитоплазмой, нередко адренкортикоциты имеют умеренные дистрофические изменения с очагами дисконфлексии. Капилляры умеренно расширены, кровоизлияний нет. Толщине клубочковой зоны были присущи большие индивидуальные различия: наибольший показатель равнялся $48,40 \pm 0,99$ мкм (3-4 года), наименьший – $26,38 \pm 1,55$ мкм (5-6 лет).

Пучково-сетчатая зона коры надпочечника енотовидных собак является наиболее широкой и состоит из двух частей – наружной и внутренней. Наружная часть этой зоны образована светлыми адренкортикоцитами с цитоплазмой, содержащей светлые вакуоли и слабо воспринимаемой применяемые для обзорного изучения красители (эозин). Клетки внутреннего слоя данной зоны имеют хорошо воспринимающую красители цитоплазму. Кариометрия, проведенная в нескольких случаях отдельно в наружных и внутренних слоях пучково-сетчатой зоны, не выявила различий этих показателей. Границы наружной и внутренней части пучково-сетчатой зоны не были резкими. Клетки данной зоны кубической, призматической или полигональной формы расположены в виде радиальных тяжей. Клетки у молодых особей имеют пеннистую цитоплазму и округлые набухшие ядра. Ядра прозрачные, с мелкими зернами хроматина и хоро-

шо видимыми ядрышками. Капилляры имеют обычные размеры, явлений застоя крови нет. Встречаются отдельные погибшие клетки, но у особей в возрасте старше 3-4 лет выявлены массивные поля клеточной дегенерации. У взрослых енотовидных собак пучково-сетчатая зона не всегда имеет типичный рисунок столбов. Клетки набухшие, тесно соприкасаются друг с другом, имеют пенистую цитоплазму и иногда – вакуоли. Капилляры слегка расширены, иногда наблюдаются застойные явления. Между клетками и кровеносными капиллярами синусоидного типа выявляются крупные адипоциты. В клетках данной зоны преобладает выраженная белковая дистрофия, местами – дисконкомплексация, некробиоз и липоматоз. Толщине пучково-сетчатой зоны были присущи большие индивидуальные различия: наибольший показатель равнялся $179,82 \pm 2,33$ мкм (3-4 года), наименьший – $105,82 \pm 4,71$ мкм (до 1 года).

Липоматоз надпочечника относится к относительно редко встречающейся патологии множественного разрастания жировой ткани. У енотовидных собак, обитающих на территории, загрязненной радионуклидами, предполагается связь заболевания с первичным поражением гипоталамической области и поражением эндокринной системы, но не исключена первичная роль генетических нарушений (наследственный характер). Нами установлено, что липоматоз надпочечников у енотовидных собак классифицируется по критерию распространенности – общий и местный (регионарный); по характеру локализации – узловатый (узловатые инкапсулированные разрастания жировой ткани), диффузный (разлитые, лишённые четких границ разрастания жировой ткани), диффузно-узловатый (смешанный). Форма адипоцитов шаровидная или слегка овальная. Между жировыми клетками диффузно расположены зрелые фибробласты. Иногда адипоциты тесно прилегают к поверхности крупных сосудов. Величина адипоцитов различна, чаще они очень крупные, цитоплазма заполнена огромной жировой каплей и представлена лишь узкой полоской на периферии клетки, расширяющейся в околядерной зоне. Ядро адипоцитов овальное, вытянутое, с ровными или слегка изрезанными контурами, хроматин конденсирован по периферии, имеются лишь небольшие его скопления по всей площади ядра. Встречаются также адвентициальные клетки, тесно прилегающие к стенкам капилляров и синусов. Большинство периваскулярных клеток имеют темное ядро и значительных размеров цитоплазму. В некоторых адвентициальных клетках обнаружены разной величины жировые капли. Встречаются клетки с довольно крупной каплей жира, окруженной широким ободком цитоплазмы. Среди адвентициальных клеток обнаружены менее дифференцированные клетки с крупным ядром и мелкодисперсным хроматином.

Мозговое вещество надпочечника енотовидной собаки на разрезе располагается сугубо в центре и в основном имеет округлую или амебовидную форму. Кортекс-медуллярная граница четко не выражена. Построена медулла из однотипных клеток полигональной, округлой или несколько вытянутой формы, располагающихся тяжами или скоплениями вокруг широких синусов, разделенных тонкими соединительнотканными прослойками. Ядра лежат у базальных концов клеток. Цитоплазма базофильна и имеет тонко-гранулированное строение. На протяжении постнатального онтогенеза мозговое вещество по своей толщине превалирует над корковым веществом надпочечника енотовидных собак. В мозговом веществе надпочечника преобладает жировая ткань с обилием сосудов и соединительной ткани. У некоторых собак разных возрастов возможны склероз, атрофия, жировое перерождение ткани. Толщине медуллы были присущи большие индивидуальные различия: наибольший показатель равнялся $157,07 \pm 4,45$ мкм (1-2 года), наименьший – $49,95 \pm 3,47$ мкм (5-6 лет).

Измерение объема ядер показало, что в железах енотовидной собаки практически всех периодов постнатального онтогенеза изменение кариометрических показателей происходит плавно, и они отличаются у щенков, половозрелых и старых собак. При кариометрии обнаружено, что адренокортициты разных зон у енотовидных собак различаются.

В раннем постнатальном развитии (до 1 года) у енотовидных собак устанавливаются взаимоотношения объемов ядер клеток коры надпочечника, характерны для всего последующего постнатального онтогенеза. Максимальными параметрами характеризуются ядра клеток пучково-сетчатой зоны, минимальными – клубочковой. Это отражает зональную неоднородность паренхиматозных клеток адреналовой железы, хотя появление «клубков» и «сеточки» в соответствующих зонах во все возрастные периоды не всегда четко выявляется. Обращает на себя внимание и высокая однородность размеров ядер, клеток в пределах зон, высокая упорядоченность и однотипность взаиморасположения клеток.

Надпочечники старых енотовидных собак (5-6 лет) отличались по гистологическому строению от желез более молодых животных. Клубочковая зона суживалась, толщина ее не больше, чем у молодых, варьировала в разных участках среза органа. В цитоплазме адренокортицитов данной зоны содержалось больше светлых вакуолей, чем в железах молодых собак. Пучково-сетчатая зона в этом возрастном периоде состояла преимущественно из клеток со светлой цитоплазмой крупных размеров. Если у молодых енотовидных собак подобные клетки занимали примерно половину зоны (наружную), то у старых – почти всю ее. Необходимо отметить, что адренокортициты данной зоны иногда имели черты, характерные для жировой дистрофии – одна-две вакуоли занимали всю цитоплазму, ядра теряли обычную структуру, часто

появлялись картины пикноза и лизиса. Во всех возрастных периодах в надпочечниках были выявлены гемодинамические нарушения микроциркуляторного русла.

Таблица 1 – Морфометрические параметры надпочечников енотовидной собаки

Показатели	Возраст, г			
	до 1 (n=7)	1-2 (n=5)	3-4 (n=7)	5-6 (n=4)
Капсула, мкм	31,25±0,78	49,65±0,54	58,48±2,35	64,99±0,05
Толщина клубочковой зоны, мкм	29,41±3,88	41,50±4,52	48,40±0,99	26,38±1,55
Объем ядра клеток клубочковой зоны, мкм ³	55,29±2,11	61,00±1,58	68,71±1,50	51,00±1,41
Толщина пучково-сетчатой зоны, мкм	105,82±4,71	168,13±4,73	179,82±2,33	159,11±1,27
Объем ядра клеток пучково-сетчатой зоны, мкм ³	84,86±2,27	96,20±3,11	103,43±2,99	84,75±1,50
Толщина коркового вещества, мкм	135,23±6,57	209,63±3,70	228,22±2,57	185,49±2,37
Толщина мозгового вещества, мкм	91,62±2,08	157,07±4,45	130,94±1,56	49,95±3,47
Объем ядра хромаффиноцитов, мкм ³	87,14±1,07	90,40±1,52	71,14±1,46	55,75±2,75

Заключение. Для объективизации установления причин изменения популяции или оценки морфофизиологических особенностей енотовидных собак, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование надпочечников. У енотовидной собаки, обитающей на территории, загрязненной радионуклидами, в ветеринарной и биологической практике рекомендуется учитывать установленные нами гистологические преобразования желез. Выявленная в возрастном аспекте пролиферация клеток соединительной ткани является местной защитной реакцией в ответ на формирование хронических гемодинамических нарушений, сопровождающихся липоматозом, дистрофией с исходом в некроз, или связана с длительной компенсаторной гиперфункцией эндокриноцитов, которая сопровождается усиленным разрушением паренхимы железы.

Установленные нами возрастные изменения надпочечников енотовидных собак следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия. Организация системы мониторинга диких животных на загрязненных территориях необходима для процесса принятия экологических решений и прогнозирования изменений радиоэкологической ситуации на продолжительное время.

Литература. 1. Бондарь, Ю. И. Вертикальное распределение ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am в почве при прохождении пожаров на территории Белорусского сектора зоны отчуждения / Ю. И. Бондарь, В. И. Садчиков, В. Н. Калинин // Сахаровские чтения 2015 года : экологические проблемы XXI века : матер. 15-й межд. науч. конф., 21–22 мая 2015 г. / под ред. С. С. Позняка, Н. А. Лысухо. – Минск, 2015. – С 200. 2. Валдина, Е. А. Заболевания щитовидной железы / Е. А. Валдина. – СПб. : Питер, 2001. – 416 с. 3. Витер, В. И. Функциональная морфология надпочечников при смерти от общей гипотермии / В. И. Витер, Ю. С. Степанян // Проблемы экспертизы в медицине : научно-практический журнал. – Ижевск, 2005. – №3 (19), т. 5. – С. 25-27. 4. Гулаков, А. В. Накопление и распределение ¹³⁷Cs в организме хищных животных / А. В. Гулаков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, № 1. – С. 68–73. 5. Демина, Л. Л. Оценка эколого-морфологических параметров мелких млекопитающих в условиях техногенного воздействия / Л. Л. Демина, Д. А. Боков // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 12. – С. 21–26. 6. Кучмель, С. В. Видовое разнообразие млекопитающих отрядов Насекомоядные (Insektivora), Зайцеобразные (Lagomorpha), Хищные (Carnivora), Грызуны (Rodentia) и Парнокопытные (Artiodactyla) Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / С. В. Кучмель // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике : сб. науч. тр.; под ред. Г. В. Анципова. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. – С. 38–64. 7. Павлова, Т. В. Клинико-морфологические аспекты рака щитовидной железы / Т. В. Павлова, И. А. Павлов // Научные ведомости БелГУ : серия Медицина. Фармация. – 2011. – № 4. – С. 13–20. 8. Федотов, Д. Н. Морфологические перестройки в органах эндокринной системы и биохимические особенности крови европейского ежа при различных физиологических состояниях в условиях ареала Республики Беларусь : рекомендации / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский. – Минск, 2016. – 20 с.

Статья передана в печать 24.04.2019 г.