

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-68-74
УДК 611.451:639.113.3**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ НАДПОЧЕЧНИКОВ И УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ У ВЫДРЫ РЕЧНОЙ В ЗОНЕ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ****Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704**

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

*Впервые определены анатомические, гистологические и морфометрические критерии по радиационно-индуцированному воздействию на надпочечники выдры речной в постнатальном онтогенезе. Выраженных индивидуальных и возрастных топографических закономерностей у правого органа, как у левого, не установлено. Правый надпочечник бобовидной, а левый – конусовидной формы. К 6-7 годам ростовые процессы надпочечников продолжают в положительной динамике. По параметрам удельной активности ^{137}Cs в надпочечниках установлено, что у речной выдры на протяжении всего постнатального онтогенеза в зоне высокого радиоактивного загрязнения показатель увеличивается в 3,62 раза до $1,99 \pm 0,25$ кБк/кг. Толщина всего коркового вещества надпочечника за весь период исследований увеличивается до $258,97 \pm 6,04$ мкм и превалирует над мозговым веществом. **Ключевые слова:** надпочечники, морфология, выдра, радиация.*

REGULARITIES OF AGE STRUCTURAL-FUNCTIONAL RESTRUCTURING OF THE ADRENAL GLANDS AND THE LEVEL OF RADIONUCLIDES CONTENTS IN THE RIVER OTTER IN THE ZONE OF HIGH RADIOACTIVE POLLUTION IN THE TERRITORY OF BELARUS**Fiadotau D.N.**

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

*For the first time, anatomical, histological and morphometric criteria have been determined for radiation-induced effects on the adrenal glands of the river otter in postnatal ontogenesis. Pronounced individual and age-related topographic patterns in the right organ, as in the left, have not been established. The right adrenal gland is bean-shaped, and the left one is cone-shaped. By the age of 6-7 years, the growth processes of the adrenal glands continue in positive dynamics. Based on the parameters of the specific activity of ^{137}Cs in the adrenal glands, it was established that in the river otter throughout the entire postnatal ontogenesis in the zone of high radioactive contamination, the indicator increases by 3.62 times to 1.99 ± 0.25 kBq/kg. The thickness of the entire adrenal cortex over the entire study period increases to 258.97 ± 6.04 μm and prevails over the medulla. **Keywords:** adrenal glands, morphology, otter, radiation.*

Введение. Выдра является типичным представителем хищников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Как и другие хищники, выдра может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее органов и систем на гистологическом уровне представляет большой интерес для научных исследований [2, 8]. В современной биологии и ветеринарии имеется значительное количество работ, которые доказывают, что при воздействии ионизирующего излучения в клетках и тканях развиваются морфологические изменения разной степени выраженности [4, 7, 9]. Предполагают, что механизмы биологических эффектов малых и больших доз облучения могут принципиально отличаться. Эндокринные железы, а особенно такие как щитовидная железа и надпочечники, занимают одно из центральных мест в регуляции и реализации таких жизненно важных процессов, как рост, развитие (включая все этапы онтогенеза), репродуктивное поведение и адаптация организма к изменяющимся условиям существования [7, 10, 11]. Однако работ о влиянии радиационной среды обитания на надпочечники речной выдры в подручной литературе не имеется.

Цель исследований – определить возрастные морфологические изменения и уровень содержания ^{137}Cs в надпочечниках выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

Материалы и методы исследований. Животные отлавливались путем постановки капканов № 3-5, вскрытие проводили в условиях отдела экологии фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Материал для исследования отбирался от речных выдр, обитающих на загрязненной радионуклидами территории заповедника (белорусский сектор 30-км зоны отчуждения) в бывших населенных пунктах вблизи озера Гнездное. В результате полученного материала было сформировано три возрастные группы из 12 животных: 1-2 года (неполовозрелые, самостоятельно питающиеся); 3-4 года (половозрелые); 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период).

Самцы речной выдры отлавливались в ареале обитания озера Гнездное (с высокой плотностью радиоактивного загрязнения). Определена плотность радиоактивного загрязнения почвы территории водосбора, так как вода является как транспортной средой (поверхностный и внутриводный)

венный сток в прибрежных экосистемах), так и субстратом, в котором протекают первые процессы трансформации химических форм радионуклидов. Плотность радиоактивного загрязнения почвы территории водосбора озеро Гнездное составляет по ^{137}Cs – 271 ± 54 кБк/м², по ^{90}Sr – 44 ± 13 кБк/м². При этом ^{90}Sr и ^{137}Cs , поступающие в озеро Гнездное, попадают в воду, переносятся и аккумулируются из нее грунтами и гидробионтами, их средняя удельная активность в воде исследуемого водного объекта равна по ^{137}Cs – $1,13$ Бк/л², по ^{90}Sr – <20 Бк/л. Озеро Гнездное (замкнутый водоем) находится в Наровлянском районе Гомельской обл., в 28 км на юго-восток от г.п. Наровля, возле б.н.п. Хвощевка и относится к бассейну р. Припять (фактически расположено в ее пойме). Является озером старичного типа. Местность холмистая, имеющая сложный рельеф. Берега песчаные, высокие, местами поросшие древесно-кустарниковой растительностью (их предпочитает речная выдра). Длина береговой линии озера Гнездное около 4,2 км. На относительно крупном озере Гнездное встречаемость рыбы в рационе речной выдры составляет 80-85%. Основу кормления выдры составляет рыба массой до 200 г: окунь (^{137}Cs – 284-560 Бк/кг), щука (^{137}Cs – 137-281 Бк/кг), плотва (^{137}Cs – 45-298 Бк/кг), густера (^{137}Cs – 47-118 Бк/кг). До настоящего времени в белорусском секторе зоны отчуждения существуют водоемы, в том числе озеро Гнездное, с высокими уровнями удельной активности ^{137}Cs в гидробионтах, в частности рыбах. Радионуклиды вовлекаются в биогеохимические циклы и, мигрируя по пищевой сети, накапливаются верхними трофическими уровнями, которые в большинстве пресноводных экосистем занимают рыбы – один из объектов кормления речной выдры. Это может являться дополнительным источником поступления радионуклидов в организм речной выдры и приводить к увеличению дозовых нагрузок на ее популяцию, обитающую на радиоактивно загрязненной территории. Рыба массой 300-500 г и более добывается выдрой относительно редко. Наибольшая удельная активность ^{137}Cs среди всех исследуемых видов рыб из рациона речной выдры регистрировалась в окуне обыкновенном (406 ± 91 Бк/кг) и немного превышала республиканские допустимые уровни содержания ^{137}Cs в рыбе (370 Бк/кг).

Радиоактивное загрязнение стало дополнительным экологическим фактором на пострадавших территориях. Основными факторами, определяющими количественное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в рыбах, являются: уровень и состав радиоактивного загрязнения водных объектов и их водосборных территорий, гидрологический режим водоемов, а также физиологические особенности накопления радионуклида в органах и тканях.

Нами была определена удельная активность ^{137}Cs в надпочечниках выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

Определение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в объектах 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».

У животных изучали абсолютную массу надпочечников. Линейные размеры исследуемых органов измеряли с помощью линейки с ценой деления 1 мм и штангенциркуля. Абсолютную массу измеряли на электронных весах Scout Pro. Топография описывалась с учетом голотопии (местоположением в теле), скелетотопии (расположением органов в теле животного относительно элементов скелета) и синтопии (топографическое отношение органа к соседним анатомическим образованиям). Также отмечали внешние морфологические признаки – цвет, консистенцию, поверхность, вид, форму и абрис органов.

Макрофотографирование исследуемых эндокринных желез проводили при помощи цифрового фотоаппарата Lumix производства Panasonic, модели DMC – FX12 (с функцией для макроскопического или анатомического фото).

Надпочечники фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Гистологические срезы окрашивали гематоксилин-эозином, судан III и по Ван-Гизону.

Абсолютные измерения структурных компонентов надпочечников осуществляли при помощи светового микроскопа «Olympus» модели ВХ-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).

Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Установлено, что у речной выдры правый и левый надпочечник располагается кранио-медиально на соответствующей почке. Нередко почки окружены жировой капсулой, на которой локализуются надпочечники. Левый надпочечник имеет синтопические связи с желудком, селезенкой и печенью (большая часть которой располагается в левом подреберье) и большей степенью – с жировой капсулой почки. Синтопия правого надпочечника практически по-

стоянна, то есть он имеет связь с жировой капсулой почки и ее веной, а также с правой долей печени. Выраженных индивидуальных и возрастных топографических закономерностей у правого органа, как у левого, не имеется. Надпочечниковая вена входит не в центральную часть органа, как это свойственно другим млекопитающим, а в его каудо-латеральную поверхность. Относительно скелета надпочечники у выдры располагаются на уровне последнего грудного и 1-го поясничного позвонков. У речной выдры правый надпочечник бобовидной, а левый – конусовидной формы. Цвет надпочечников у выдр возрастных групп 1-2 и 3-4 года – розово-коричневый, а у особей 6-7 лет – бордовый; консистенция упругая.

Морфометрические показатели надпочечников выдр показывают, что правая железа крупнее левой. У выдр возрастной группы 3-4 года абсолютная масса правого и левого надпочечника выше в 2,5 раза ($p < 0,001$) по сравнению с выдрами из возрастной группы 1-2 года. Кроме массы, длина правого органа выше в 1,22 раза, а левого – в 1,25 раза ($p < 0,05$). Ширина и толщина правого и левого надпочечников выдры, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения, увеличивается к 3-4 годам соответственно в 1,35 ($p < 0,05$) и 1,6 раза ($p < 0,01$). К 6-7 годам ростовые процессы органов продолжают в положительной динамике (в сравнении с предыдущей возрастной группой 3-4 года). Абсолютная масса правого и левого надпочечника выше в 1,3 раза и составляет соответственно $0,77 \pm 0,12$ ($p < 0,05$) и $0,68 \pm 0,09$ г. В ранний геронтологический период (6-7 лет) линейные размеры правого и левого надпочечника продолжают увеличиваться по сравнению с предыдущей возрастной группой.

В неполовозрелом возрасте (1-2 года) у выдр удельная активность ^{137}Cs в надпочечниках составляет $0,55 \pm 0,12$ кБк/кг. У половозрелых животных (3-4 года) удельная активность ^{137}Cs в органе равна $0,75 \pm 0,19$ кБк/кг, то есть достоверно увеличивается в 1,36 раза ($p < 0,05$) по сравнению с предыдущей возрастной группой. У выдр 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период) удельная активность ^{137}Cs в надпочечниках увеличивается в 2,65 раза ($p < 0,001$) до $1,99 \pm 0,25$ кБк/кг. По параметрам удельной активности ^{137}Cs в надпочечниках установлено, что у речной выдры на протяжении всего постнатального онтогенеза (с 1 до 7 лет) в зоне высокого радиоактивного загрязнения показатель увеличивается в 3,62 раза.

Таблица 1 – Морфометрические показатели правого (П) и левого (Л) надпочечника у выдры с разных зон обитания

Показатели		Зоны обитания		
		1-2	3-4	6-7
Абсолютная масса, г	П	$0,26 \pm 0,08$	$0,60 \pm 0,14^{***}$	$0,77 \pm 0,12^*$
	Л	$0,22 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,10^{***}$	$0,68 \pm 0,09$
Длина, см	П	$1,39 \pm 0,02$	$1,69 \pm 0,09$	$1,75 \pm 0,06$
	Л	$1,31 \pm 0,04$	$1,64 \pm 0,05^*$	$1,69 \pm 0,04$
Ширина, см	П	$0,72 \pm 0,11$	$0,97 \pm 0,08^*$	$1,06 \pm 0,02$
	Л	$0,68 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,09$	$0,99 \pm 0,03$
Толщина, см	П	$0,45 \pm 0,04$	$0,68 \pm 0,02^{**}$	$0,73 \pm 0,01$
	Л	$0,42 \pm 0,04$	$0,67 \pm 0,02^{**}$	$0,71 \pm 0,04$
Удельная активность ^{137}Cs , (кБк/кг)		$0,55 \pm 0,12$	$0,75 \pm 0,19^*$	$1,99 \pm 0,25^{***}$

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; * - по отношению к предыдущему возрастному периоду.

Выдра речная имеет надпочечники, окруженные сформированной соединительнотканной капсулой. Ее внешняя часть более однородна, в ней преобладают коллагеновые волокна и немногочисленные клетки рыхлой соединительной ткани. У молодых особей снаружи, между волокнами иногда обнаруживаются единичные жировые клетки – адипоциты, а у особей 3-4 и 6-7 лет образуют целый жировой слой (за счет которого увеличивается орган и его абсолютная масса). Через капсулу проходят многочисленные кровеносные сосуды и нервные волокна. За внешним слоем располагается основная масса капсулы, состоящая из рыхлых коллагеновых волокон, большого числа фибробластов, гладкомышечных клеток и слабо дифференцированных клеток мезодермального происхождения.

В корковом веществе паренхимы надпочечников выдры речной выявляются три зоны – клубочковая, пучковая и сетчатая. Клубочковая зона не имеет четко выраженного настоящего клубочкового строения. Она представлена своеобразной арочной зоной и состоит из вертикально расположенных тяжей клеток, иногда формирующих узкие пластинки. Клетки этой зоны разнообразной формы, часто вытянуты горизонтально. Ядра сферической формы располагаются в центре, иногда эксцентрично. В ядрах чаще всего видны одно ядрышко и мелкие глыбки хроматина. У молодых особей (1-2 года) в арочной зоне попадаются фигуры митоза. Цитоплазма клеток часто ажурная, что говорит о присутствии в ней липидов, однако количество их в разных клетках сильно варьирует. У

старых животных форма клеток неправильно округлая, цитоплазма слабо базофильна, вакуолизована, она узким ободком окружает ядро, которое имеет четкие границы, преимущественно овальную форму и содержит небольшие зерна гетерохроматина. Некоторые клетки находятся в состоянии митотического деления.

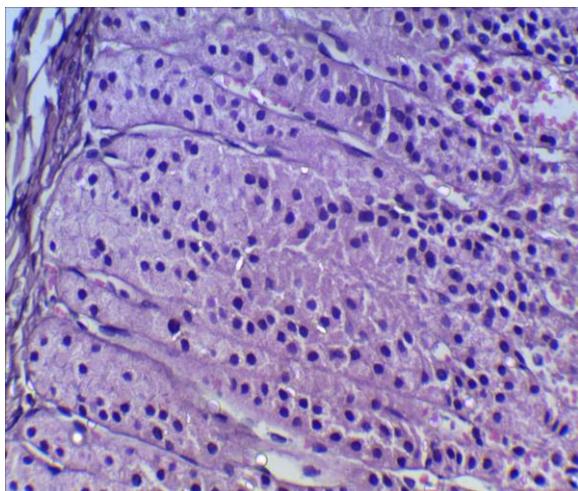


Рисунок 1 – Клубочковая зона не имеет четко выраженного настоящего клубочкового строения и представлена своеобразной арочной зоной коркового вещества надпочечника. Возрастная группа 1-2 года (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

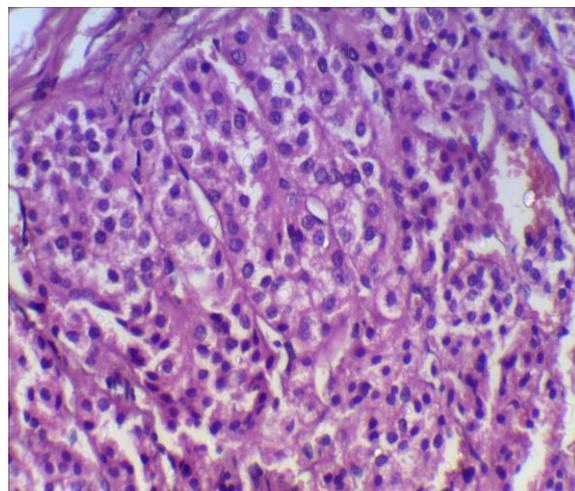


Рисунок 2 – Строение клубочковой зоны коркового вещества надпочечника. Возрастная группа 3-4 года (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

В коре надпочечника выдры выявляется хорошо сформированная пучковая зона, клетки которой имеют не всегда четкие границы. Пучковая зона построена из радиально направленных эпителиальных тяжей, между которыми залегают тонкие соединительнотканые прослойки и синусоидные капилляры. Клетки этой зоны – спонгициты, имеют крупные шаровидные ядра, которые лежат в центре, значительный объем цитоплазмы обильно вакуолизирован, крупные глыбки хроматина придают интенсивную окраску ядрам, в них просматриваются 1-3 ядрышка, отмечаются фигуры митоза. Во внутренней части пучковая зона переходит в сетчатую.

Внутреннюю часть коры представляет сетчатая зона, которая у выдр выражена отчетливо. Она сравнительно тонкая и представлена рядами клеток, расположенными беспорядочно, и в большей степени разделенных синусоидными капиллярами и редко – соединительной тканью. Клетки сетчатой зоны полигональной формы и имеют не всегда четкие границы, цитоплазма слегка пенная. Ядра клеток данной зоны имеют преимущественно неправильно округлую форму и четкие границы.

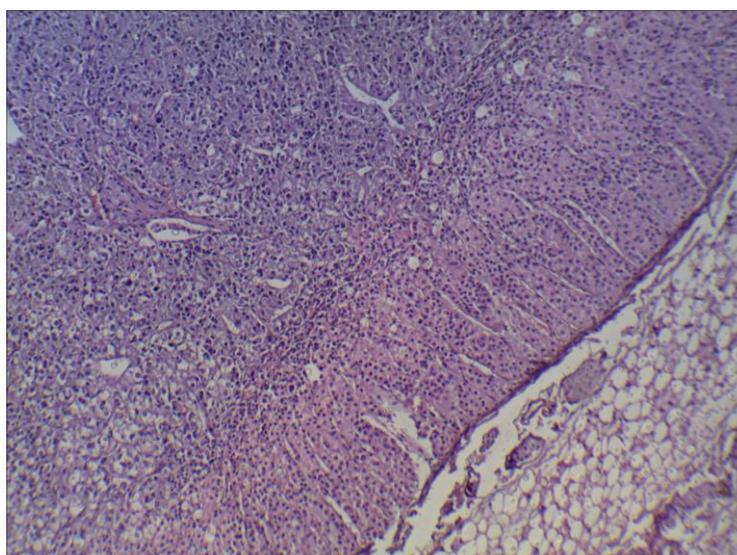


Рисунок 3 – Структурная организация клубочковой и пучковой зон коркового вещества надпочечника. Возрастная группа 6-7 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×50)

Все три зоны коркового вещества надпочечника у выдры речной содержат липидные включения. В центре железы располагаются клетки мозгового вещества (хромаффиноциты). У выдры речной хромаффиноциты медуллы крупные, границы не всегда ясные и ровные. Ядра мелкие, округлой формы. В некоторых ядрах заметен базофильный мелко распыленный гетерохроматин. Адреналиновые клетки (А-клетки) располагаются под корковым веществом в виде длинных тяжей, идущих в различных направлениях, а скопление норадреналиновых клеток (Н-клеток) локализуется между тяжами А-клеток и они в основном суданофобные.

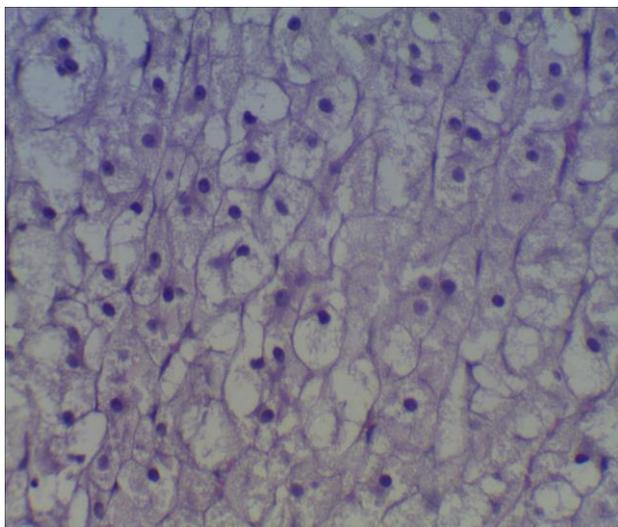


Рисунок 4 – Радиально направленные эпителиальные тяжи пучковой зоны коркового вещества надпочечника. Возрастная группа 3-4 года (окраска гематоксилин-эозином, ×400)

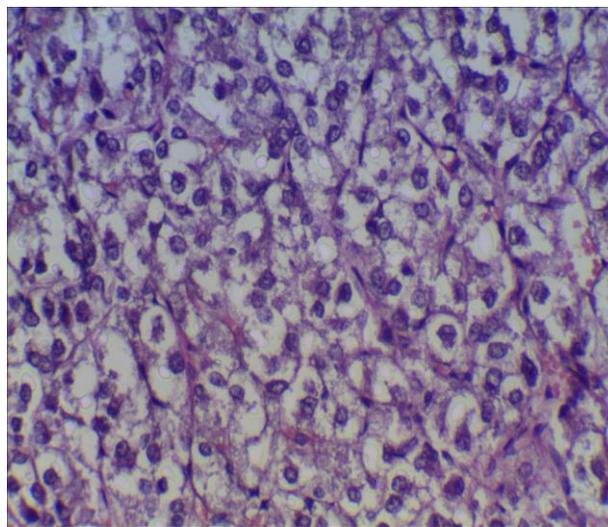


Рисунок 5 – Структурная организация мозгового вещества надпочечника. Возрастная группа 3-4 года (окраска гематоксилин-эозином, ×400)

У молодых особей выдры (1-2 года) краевую часть мозгового вещества надпочечника занимают А-клетки, характеризующиеся четкими клеточными границами, призматической формой, ядра их чаще сдвинуты к апикальному концу клеток. Характерно расположение этих клеток в виде длинных тяжей, идущих в различных направлениях. Между клеточными тяжами проходят широкие венозные синусы. Центральную часть мозгового вещества надпочечника занимают Н-клетки, мелкие, с неясными границами, многоугольной формы; они более или менее компактным слоем располагаются вокруг центральной вены. Для ядер клеток медуллы характерны некоторые тинкториальные особенности. Они (при окраске гематоксилин-эозином) красятся слабее ядер корковых клеток; среди хромаффиноцитов много светлых ядер, содержащих визуально мало хроматина, и попадаются ядра крупной величины.

У половозрелых выдр (3-4 года) в надпочечнике граница между корковым и мозговым веществом неровная. Клетки коркового вещества в виде отдельных групп вдаются в мозговое вещество и нередко даже окружают центральную вену. В данной возрастной группе совершенно отчетливо выявляется топографическое распределение краевых А-клеток и центральных Н-клеток, что не исключает того, что в некоторых случаях тяжи А-клеток входят и в зону Н-клеток.

Мозговое вещество надпочечника у животных возрастной группы 6-7 лет в основном не отличается от рассмотренного выше у половозрелых особей. Надо все же отметить, что широкая зона А-клеток вдаётся лучами в центральную зону, а отдельные группы Н-клеток встречаются в краевой зоне.

В возрастной группе 1-2 года толщина клубочковой зоны коркового вещества составляет $74,44 \pm 4,33$ мкм – это наибольший показатель из всех изучаемых периодов. В возрасте 3-4 лет толщина клубочковой зоны снижается в 1,35 раза ($p < 0,05$) до $55,01 \pm 3,12$ мкм. В возрастной группе 6-7 лет продолжается дальнейшее истончение клубочковой зоны на 40% ($p < 0,01$).

Толщина пучковой зоны имеет положительную динамику, и с каждым возрастным периодом показатель увеличивается. У половозрелых выдр (3-4 года) толщина пучковой зоны составляет $164,22 \pm 4,08$ мкм, что в 1,17 раз больше ($p < 0,05$) по сравнению с предыдущим возрастным периодом. За весь срок исследования толщина пучковой зоны увеличивается незначительно – в 1,34 раза до $188,01 \pm 4,19$ мкм.

Таблица 2 – Морфометрические показатели коры и ее зон в надпочечнике у речной выдры в постнатальном онтогенезе

Возрастная группа, г	Толщина коркового вещества, мкм	Толщина зон коркового вещества, мкм			Толщина мозгового вещества, мкм
1-2	244,60±6,11	74,44±4,33	140,05±3,55	30,11±2,42	140,35±3,55
3-4	256,27±6,72	55,01±3,12*	164,22±4,08*	37,04±2,54	105,15±2,91*
6-7	258,97±6,04	39,29±3,06**	188,01±4,19	31,67±2,03	77,34±2,56*

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; * - по отношению к предыдущему возрастному периоду.

Толщина сетчатой зоны с 1-го по 4-й год жизни увеличивается в 1,23 раза и составляет 37,04±2,54 мкм. В данной возрастной группе 3-4 года показатель является максимальным и к 6-7 годам снижается в 1,17 раза. Достоверных возрастных изменений толщины сетчатой зоны коры надпочечника у выдры нами не обнаружено.

Толщина всего коркового вещества надпочечника в возрастной группе 1-2 года составляет 244,60±6,11 мкм. За весь период исследований толщина коры увеличивается в 1,06 раза до 258,97±6,04 мкм.

Толщина коркового вещества надпочечника на протяжении всего постнатального онтогенеза превалирует над мозговым веществом.

В возрастной группе 1-2 года толщина мозгового вещества составляет 140,35±3,55 мкм – это наибольший показатель из всех изучаемых периодов. В возрасте 3-4 лет толщина медуллы снижается в 1,33 раза ($p < 0,05$) до 105,15±2,91 мкм. В возрастной группе 6-7 лет продолжается дальнейшее истончение мозгового вещества на 35,96% ($p < 0,05$).

Заключение. 1. У речной выдры правый и левый надпочечник располагается краниомедиально на соответствующей почке. Выраженных индивидуальных и возрастных топографических закономерностей у правого органа, как у левого, не установлено. Относительно скелета надпочечники у выдры располагаются на уровне последнего грудного и 1-го поясничного позвонков. Правый надпочечник бобовидной, а левый – конусовидной формы. Цвет надпочечников у молодых особей – розово-коричневый, у старых – бордовый. Правая железа крупнее левой. К 6-7 годам ростовые процессы надпочечников продолжают в положительной динамике. По параметрам удельной активности ^{137}Cs в надпочечниках установлено, что у речной выдры на протяжении всего постнатального онтогенеза (с 1 до 7 лет) в зоне высокого радиоактивного загрязнения показатель увеличивается в 3,62 раза до 1,99±0,25 кБк/кг. 2. К адапционным изменениям гистологических структур надпочечников у выдры можно отнести отсутствие четко выраженного настоящего клубочкового строения клубочковой зоны коры и приобретение на протяжении постнатального онтогенеза своеобразной арочной зоной (состоящей из вертикально расположенных тяжелой клеток), которая истончается к 6-7 годам на 40% ($p < 0,01$) до 39,29±3,06 мкм. Толщина пучковой зоны имеет положительную динамику, и с каждым возрастным периодом показатель увеличивается до 188,01±4,19 мкм. Толщина всего коркового вещества надпочечника за весь период исследований увеличивается до 258,97±6,04 мкм и превалирует над мозговым веществом. У молодых особей выдры (1-2 года) краевую часть мозгового вещества надпочечника занимают А-клетки, а у половозрелых выдр (3-4 года) в надпочечнике граница между корковым и мозговым веществом неровная и отчетливо выявляется топографическое распределение краевых А-клеток и центральных Н-клеток. К 6-7 годам наблюдается истончение мозгового вещества на 35,96% ($p < 0,05$) до 77,34±2,56 мкм. 3. Для объективизации установления причин изменения популяции или морфофизиологических особенностей выдры, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование надпочечников. Установленные нами адапционные изменения в железах выдры речной следует рассматривать при организации системы мониторинга диких животных на загрязненных территориях для процесса принятия экологических решений и прогнозирования изменений радиоэкологической ситуации на продолжительное время.

Conclusion. 1. In the river otter, the right and left adrenal glands are located cranio-medially on the corresponding kidney. Pronounced individual and age-related topographic patterns in the right organ, as in the left, have not been established. Relative to the skeleton, the adrenal glands of the otter are located at the level of the last thoracic and 1st lumbar vertebrae. The right adrenal gland is bean-shaped, and the left one is cone-shaped. The color of the adrenal glands in young individuals is pink-brown, in old ones it is burgundy. The right gland is larger than the left. By the age of 6-7 years, the growth processes of the adrenal glands continue in positive dynamics. Based on the parameters of the specific activity of ^{137}Cs in the adrenal glands, it was established that in the river otter throughout the entire postnatal ontogenesis (from 1 to 7 years) in the zone of high radioactive contamination, the indicator increases by 3.62 times to 1.99 ± 0.25 kBq/kg. 2. Adaptive changes in the histological structures of the adrenal glands in the otter include the absence of a clearly defined true glomerular structure of the glomerular zone of the cortex and the acquisi-

tion during postnatal ontogenesis of a peculiar arched zone (consisting of vertically located cords of cells), which thins by 40% by 6-7 years. ($p < 0.01$) up to $39.29 \pm 3.06 \mu\text{m}$. The thickness of the fascicular zone has a positive trend and with each age period the indicator increases to 188.01 ± 4.19 microns. The thickness of the entire adrenal cortex over the entire study period increases to $258.97 \pm 6.04 \mu\text{m}$ and prevails over the medulla. In young otters (1-2 years), the marginal part of the adrenal medulla is occupied by A-cells, and in mature otters (3-4 years), in the adrenal gland the border between the cortical and medulla is uneven and the topographic distribution of the marginal A-cells and central ones is clearly visible N-cells. By 6-7 years, there is a thinning of the medulla by 35.96% ($p < 0.05$) to $77.34 \pm 2.56 \mu\text{m}$. 3. To objectify the establishment of the causes of changes in the population or morphophysiological characteristics of the otter, environmentally determined by the pathology of the organs, it is advisable to conduct a comprehensive morphological study of the adrenal glands. The adaptive changes we have established in the glands of the river otter should be considered when organizing a monitoring system for wild animals in contaminated areas for the process of making environmental decisions and predicting changes in the radioecological situation for a long time.

Список литературы. 1. Бондарь, Ю. И. Вертикальное распределение ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am 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 : материалы 15-й Междунар. науч. конф., 21-22 мая 2015 г., г. Минск, Республика Беларусь / МГЭУ им. А.Д.Сахарова. – Минск, 2015. – С. 200. 2. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. Е. Никифоров [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ по биоресурсам, Полес. гос. радиац.-экол. заповедник. – Минск : Белорусская наука, 2022. – 407 с. 3. Олейников, А. Ю. Выдра (*lutra lutra L.*, 1758) в Ботчинском заповеднике / А. Ю. Олейников // Амурский зоологический журнал. – 2010. – №4. – С. 378-388. 4. Патологоанатомическое исследование животных : практическое пособие / А. И. Жуков [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – 192 с. 5. Родиков, В. П. Распространение, численность и биология выдры в Белорусском Полесье : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. П. Родиков ; Институт зоологии Академии наук БССР, Гомельский государственный университет. – Минск, 1982. – 18 с. 6. Сидорович, В. Е. Структура популяции выдры в Беларуси / В. Е. Сидорович // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1992. – Вып. 6. – С. 43-51. 7. Федотов, Д. Н. Эндокринная система животных, как тест-система в радиэкологическом мониторинге / Д. Н. Федотов, И. М. Луппова // Региональные проблемы экологии : пути решения : тезисы докладов III Международного экологического симпозиума (14-15 сентября 2006 г.) в городе Полоцке : в 2-х т. / Полоцкий государственный университет. – Полоцк, 2006. – Т. 2. – С. 196–197. 8. Федотов, Д. Н. Морфология адаптационных изменений в щитовидной железе выдры речной в условиях белорусского сектора зоны отчуждения / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский, И. С. Юрченко // Экология и животный мир. – 2021. – № 2. – С. 3-7. 9. Федотов, Д. Н. Формообразовательные процессы и морфологические изменения периферических эндокринных желез при адаптивно-приспособительных реакциях енотовидной собаки в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии радиоактивного загрязнения / Д. Н. Федотов, И. С. Юрченко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – №1 (10). – С. 68–71. 10. Федотов, Д. Н. Частная гистология домашних животных : учебник для студентов по специальности «Ветеринарная медицина» / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, Н. Б. Дилмуродов. – Ташкент : издательство «Fan ziyosi», 2023. – 288 с. 11. Fiadotau, D. N. Veterinary Histology : Textbook / D. N. Fiadotau, Kh. B. Yunusov. – Tashkent : Publishing house «Fan ziyosi», 2023. – 80 p.

References. 1. Bondar', Yu. I. Vertikal'noye raspredeleniye ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am v pochve pri prokhozhenii pozharov na territorii Belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / Yu. I. Bondar', V. I. Sadchikov, V. N. Kalinin // Sakharovskiy chteniya 2015 goda : ekologicheskiye problemy XXI veka : materialy 15-y Mezhdunar. nauch. konf., 21-22 maya 2015 g., g. Minsk, Respublika Belarus' / MGEU im. A.D.Sakharova. – Minsk, 2015. – S. 200. 2. Biologicheskoye raznoobrazie zhitvnogo mira Polesskogo gosudarstvennogo radiatsionno-ekologicheskogo zapovednika / M. Ye. Nikiforov [i dr.] ; Nats. akad. nauk Belarusi, NPTS po bioresursam, Poles. gos. radiats.-ekol. zapovednik. – Minsk : Belaruskaya navuka, 2022. – 407 s. 3. Oleynikov, A. YU. Vydra (*lutra lutra L.*, 1758) v Botchinskoy zapovednike / A. YU. Oleynikov // Amurskiy zoologicheskiy zhurnal. – 2010. – №4. – S. 378-388. 4. Patologoanatomicheskoye issledovaniye zhitvotnykh : prakticheskoye posobiye / A. I. Zhukov [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2023. – 192 s. 5. Rodikov, V. P. Rasprostraneniye, chislennost' i biologiya vydry v Belorusskom Poles'ye : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / V. P. Rodikov ; Institut zoologii Akademii nauk BSSR, Gomel'skiy gosudarstvennyy universitet. – Minsk, 1982. – 18 s. 6. Sidorovich, V. Ye. Struktura populyatsii vydry v Belarusi / V. Ye. Sidorovich // Byull. MOIP. Otd. biol. – 1992. – Vyp. 6. – S. 43-51. 7. Fedotov, D. N. Endokrinnaya sistema zhitvotnykh, kak test-sistema v radioekologicheskoy monitoringe / D. N. Fedotov, I. M. Luppova // Regional'nyye problemy ekologii : puti resheniya : tezisy dokladov III Mezhdunarodnogo ekologicheskogo simpoziuma (14-15 sentyabrya 2006 g.) v gorode Polotske : v 2-kh t. / Polotskiy gosudarstvennyy universitet. – Polotsk, 2006. – T. 2. – S. 196–197. 8. Fedotov, D. N. Morfologiya adaptatsionnykh izmeneniy v shchitovidnoy zheleze vydry rechnoy v usloviyakh belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / D. N. Fedotov, M. P. Kuchinskiy, I. S. Yurchenko // Ekologiya i zhitvotnyy mir. – 2021. – № 2. – S. 3-7. 9. Fedotov, D. N. Formoobrazovatel'nyye protsessy i morfologicheskiye izmeneniya perifericheskikh endokrinnnykh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nykh reaktivnykh yenotovidnoy sobaki v zone snyatiya antropogennoy nagruzki i pri deystvii radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov, I. S. Yurchenko // Veterinarnyy zhurnal Belarusi. – 2019. – №1 (10). – S. 68–71. 10. Fedotov, D. N. Chastnaya gistologiya domashnikh zhitvotnykh : uchebnyk dlya studentov po spetsial'nosti «Veterinarnaya meditsina» / D. N. Fedotov, KH. B. Yunusov, N. B. Dilmurodov. – Tashkent : izdatel'stvo «Fan ziyosi», 2023. – 288 s. 11. Fiadotau, D. N. Veterinary Histology : Textbook / D. N. Fiadotau, Kh. B. Yunusov. – Tashkent : Publishing house «Fan ziyosi», 2023. – 80 p.

Поступила в редакцию 18.06.2024.