

УДК 619:591.21:599:[504.5:539.16.04]

Патоморфологические изменения сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих, обитающих на территории радиоактивного загрязнения

А.В. Гулаков

В работе проанализировано состояние сердечно-сосудистой системы наиболее распространенных видов диких промысловых копытных, обитающих на территории радиоактивного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС. Представлены наиболее характерные патоморфологические изменения в данной системе добытых животных. Результаты гистологического исследования показали, что морфологические изменения органов и тканей диких промысловых копытных, по степени выраженности были значительно переменчивы.

Ключевые слова: дикие копытные, сердечно-сосудистая система, патоморфологические изменения, авария на Чернобыльской АЭС.

This paper analyzes the state of the cardiovascular system of the most common types of wild ungulates inhabiting the radioactive contaminated areas after the accident at the Chernobyl atomic power station. It provides the most characteristic pathomorphological changes in the system of the given animals. The results of histological examination showed that the morphophysiological changes of the organs and tissues of wild ungulates by the degree of severity were significantly variable.

Keywords: wild ungulates, cardiovascular system, pathomorphological changes, accident at the Chernobyl atomic power station.

Введение. После катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивное загрязнение природных сред на значительной территории республики остается сложной социальной и технической проблемой. К сожалению, определенная напряженность на данной территории сохранится еще длительное время. Следствием данного воздействия является медленное развитие функциональных изменений в организме с параллельно развивающимися восстановительными процессами, которые в значительной мере могут снижать уровень биологического эффекта [1], [2]. Нередко у животных, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, снижается иммунитет и повышается чувствительность к различным эндогенным и экзогенным инфекциям [3], [4], [5].

В результате аварии люди, а также сельскохозяйственные и дикие животные подверглись хроническому воздействию внешнего и инкорпорированного облучения в малых дозах. Последствия облучения для растительного и животного мира были наиболее заметными на расстоянии до нескольких десятков километров от места выброса только в зоне отчуждения.

С точки зрения формирования тканевых доз и радиобиологических последствий после аварии на Чернобыльской АЭС основным дозообразующим изотопом является ^{137}Cs . Отдельные органы, благодаря выраженному поступлению в них радиоцезия подвергаются огромному токсическому воздействию как самого радионуклида, так и его дочерних продуктов распада, в частности ^{137}Ba [6].

Проведенные исследования показали, что частота развития лучевых повреждений сердечно-сосудистой системы достаточно высока и, по различным данным, колеблется от 1% до 54% [7], [8], [9].

Как известно, наиболее радиочувствительной тканью организма является кровяная, которая характеризуется быстрым обновлением, а клетки миокарда, до недавнего времени, рассматривали как радиорезистентные ткани [10]. Однако с помощью биохимических, морфофункциональных и электронно-микроскопических методов были обнаружены непосредственные и отдаленные изменения миокарда после локального облучения в дозах 5–10 Гр [8], [11].

Изменение функции капилляров выявляется, по экспериментальным данным различных авторов, в результате однократного облучения в дозах от 1 до 3,5 Гр [12], [13]. При лучевом

воздействии в дозах, которые превышают пороговые, увеличивается проницаемость эндотелиального слоя, происходит повреждение мембран эндотелиоцитов и некроз с возможным тромбированием капилляров. В более отдаленном периоде развивается клеточная депопуляция на фоне постепенного истощения пролиферации поврежденных эндотелиоцитов с развитием ишемии миокарда и интерстициального фиброза [8], [12], [13].

Изменения, развивающиеся в тканях сердца и сосудов в острый и отдаленный период после локального облучения в высоких дозах, различны.

В работах Саркисова Д.С. по изучению субклеточной организации тканей при воздействии на них различных повреждающих факторов приводятся данные о том, что млекопитающие не утратили способности к регенерации, которая в зависимости от структурных и функциональных особенностей тканей проявляется у них по-разному. Она может быть в виде полной регенерационной гипертрофии (гиперплазии клеток) и внутриклеточной регенерационной гипертрофии (гиперплазии ультраструктур). Вторая форма наблюдается в ряде органов (в частности, в сердце), в которых нормализация функции не может быть обусловлена новообразованием специфических для них тканей. Для этой формы регенерации важно сочетание во времени между ритмом непрерывно протекающих физиологических процессов регенерации в клеточных органеллах и ритмом воздействия на них повреждающего фактора, так как чем чаще ритм воздействия на клетку, тем в меньшей степени она успевает восстановить число ультраструктур к моменту повторного воздействия [14].

Отдаленный период после облучения характеризуется нарастанием фиброзных изменений структур сердца. Преобладание патологических изменений той или иной структуры отражает многообразие возможных проявлений радиационно-индуцированной болезни сердца [15].

Поэтому при проведении радиоэкологического мониторинга за промысловыми копытными в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС особый интерес представляло изучение состояния сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих, как наиболее подверженных воздействию ионизирующего излучения.

Материал и методика исследований. Радиоэкологический мониторинг отдельных популяций диких промысловых животных проводился на территории Белорусского Полесья. Белорусское Полесье занимает площадь около 6,1 млн. гектаров, или 30% общей площади землепользования Республики Беларусь, и включает 28 административных районов: 12 – Гомельской, 12 – Брестской, 3 – Минской и 1 – Могилевской областей [16].

Основным объектом исследований являлись дикие промысловые копытные животные: лось (*Alces alces* L.) и косуля европейская (*Capreolus capreolus* L.), обитающие на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения после катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Наиболее загрязненный радионуклидами участок, где проводились исследования, находился в зоне отчуждения аварийного выброса Чернобыльской АЭС в районе деревень Борщевка, Молочки, Погонное, Радин, Аревичи, Дроньки Хойникского района Гомельской области, где уровень загрязнения территории ^{137}Cs составлял 1100–8184 кБк/м² и ^{90}Sr – 185–1633 кБк/м². Данная местность расположена в Полесском зоогеографическом районе и находится в подзоне широколиственно-сосновых лесов. Основную часть изучаемой территории занимают дерново-подзолистые (дерново-глееватые рыхлосупесчаные или связнопесчаные почвы) – 80% и менее значительную часть – аллювиальные (пойменные) и торфяно-болотные почвы – 20%. Район характеризуется, главным образом, низким и плоским рельефом с конечноморенными грядами, террасами и равнинами. Территория исследования расположена в междуречье рек Припять и Днепр на расстоянии 10–35 км от Чернобыльской АЭС.

Наряду с зоной отчуждения, отбор проб также проводился на территории зоны отселения Брагинского района Гомельской области в окрестностях деревень Савичи, Пучин, Жердно. Плотность загрязнения участка по ^{137}Cs находилась в пределах 185–1480 кБк/м² и по ^{90}Sr – 74–420 кБк/м². Местность также расположена в Полесском зоогеографическом районе. Основную часть территории занимают дерново-глееватые рыхлосупесчаные или связносупесчаные (85%) почвы и торфяно-болотные почвы (15%). Район в основном с низким и плоским рельефом, с конечноморенными грядами, террасами и равнинами. Он расположен в междуречье рек Припять и Днепр на расстоянии 30–35 км от Чернобыльской АЭС.

Контрольным районом служила территория Гомельского района Гомельской области, расположенная около д. Кравцовка и находящаяся на границе с Черниговской областью Украины, на притоке реки Днепр (р. Сож). Основную часть территории занимают рыхлосупесчаные (до 80%) и торфоболотные почвы (до 20%). Данная местность находится на расстоянии 40 км от г. Гомеля и около 100 км от Чернобыльской АЭС. Уровень загрязнения территории ^{137}Cs составляет 18,5–37,0 кБк/м² и ^{90}Sr – 1,0–1,85 кБк/м².

От диких животных, добытых на территории радиоактивного загрязнения, производили отбор проб сердечной ткани для проведения патоморфологического и гистологического исследования.

Исследование клинического состояния диких копытных проводили согласно общепринятым методикам. Обращали внимание на общее состояние животных, упитанность, координацию движений, состояние шерстного покрова, видимых слизистых оболочек, лимфатических узлов. Кусочки сердечной ткани фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Срезы готовили в Гомельском государственном медицинском университете на серийном микротоме из парафиновых блоков и окрашивали их гематоксилинэозином.

Результаты исследований и их обсуждение. Клиническое состояние животных в целом за весь период исследований не имело существенных отклонений от физиологической нормы. Визуальный осмотр и наблюдение за животными в природной среде показали, что у них хорошее обоняние, острота зрения, не нарушена координация движения и частота дыхания, отмечается хорошая поедаемость корма. Не приходилось встречать животных с аномальным развитием (уродства, гигантизм, карликовость).

В результате послеубойного осмотра было установлено, что у всех добытых животных упитанность хорошая, кожные покровы чистые, эластичные, шерстный покров густой и прочно удерживается. Слизистые оболочки имели бледно-розовый цвет без видимых патологических изменений. Органы и ткани находились в естественном положении без физиологических изменений.

За период исследований нами были проанализированы патоморфологические изменения в сердечной ткани наиболее распространенных видов диких млекопитающих, обитающих на территории радиоактивного загрязнения.

Так, при патоморфологическом исследовании сердечной мышцы лося, добытого на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения (рисунок 1), отмечали умеренно выраженный кардиосклероз и отек миокарда.

В сердце животных также отмечали умеренно выраженный интерстициальный отек миокарда, очаговую фрагментацию кардиомиоцитов, местами с признаками пересокращения, полнокровие сосудов со сладжированием крови в микроциркуляторном русле, диффузный мелкоочаговый кардиосклероз и очаговую стромальную жировую дистрофию миокарда (рисунок 2).

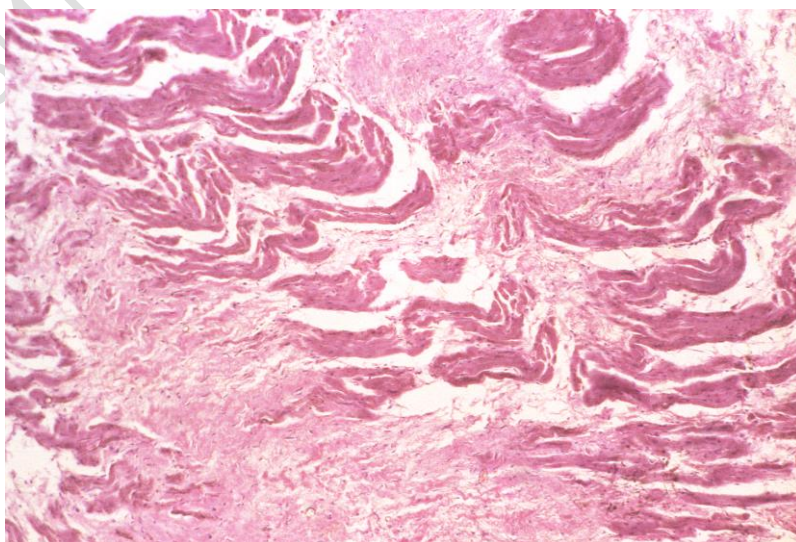


Рисунок 1 – Умеренно выраженный кардиосклероз и отек миокарда

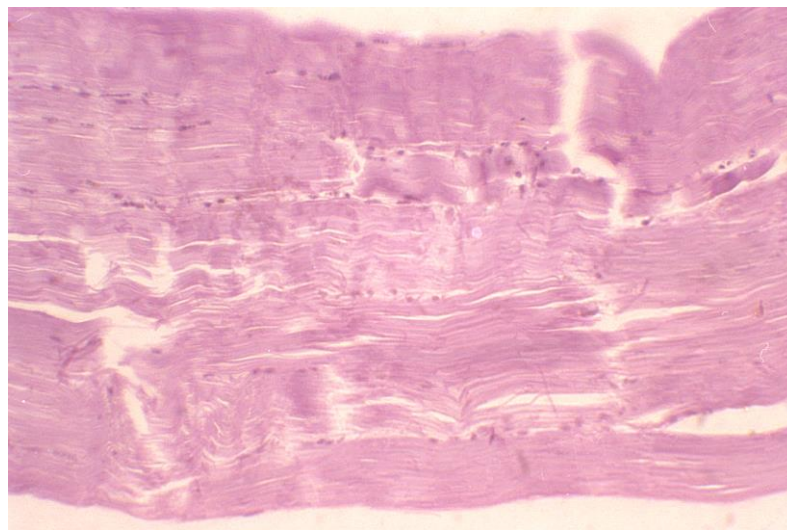


Рисунок 2. – Умеренно выраженный интерстициальный отек миокарда, очаговая фрагментация кардиомиоцитов, местами с признаками пересокращения

Нами было также проведено гистологическое исследование органов и тканей косули европейской, добытой на территории с различным уровнем радиоактивного загрязнения.

В сердечной мышце данного вида животных наблюдали очагово умеренно выраженный склероз стромы, умеренный отек, участки фрагментации и пересокращений мышечных волокон, округлые базофильные включения в миоцитах (рисунок 3).

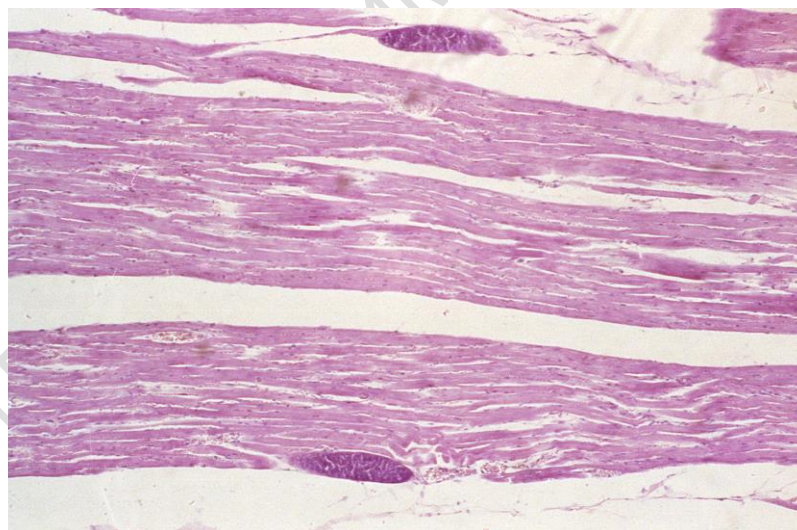


Рисунок 3. – Умеренно выраженный склероз стромы, участки фрагментации и пересокращений мышечных волокон

Также отмечали выраженный стромальный отек миокарда, причем отдельные волокна кардиомиоцитов сердца были фрагментированы (рисунок 4).

Следует отметить, что в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС у диких промысловых копытных, обитающих на территории с различной плотностью радиоактивного загрязнения, изменения во внутренних органах при патологоанатомическом обследовании были выражены значительно слабее или ткани имели нормальное гистологическое строение.

Например, у животных, добытых на территории зоны отселения, в период 1996–2003 годов в сердце обнаруживали лишь умеренный отек стромы и очаговую фрагментацию

мышечных волокон. Схожие изменения в сердечной мышце наблюдались в органах и тканях сельскохозяйственных животных, эвакуированных из зоны радиоактивного загрязнения после Чернобыльской аварии [17], [18].

Наверное, нельзя говорить, что вся патология сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих обусловлена ионизирующим излучением. Но, тем не менее, лучевые повреждения нормальных тканей являются неизбежным следствием воздействия радиоактивного фактора.

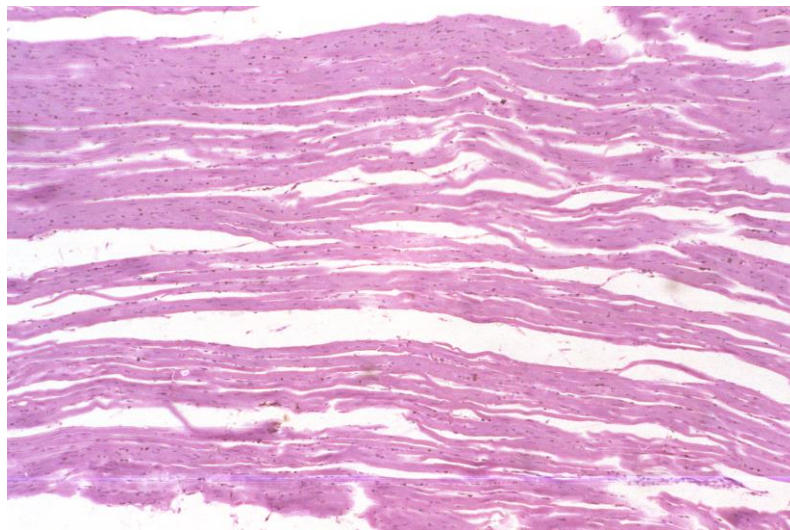


Рисунок 4 – Умеренно выраженный стромальный отек миокарда

Частота и степень тяжести лучевых повреждений зависят от совокупности многих факторов: времени облучения, значения разовых и суммарных поглощенных доз, индивидуальной радиочувствительности, сопутствующей патологии и т. д.

Заключение. В результате проведенных исследований было установлено, что патоморфологические изменения в сердечнососудистой системе диких промысловых копытных наблюдались только в начальный период аварии. Они характеризовались по степени выраженности значительной вариабельностью и зависели от дозы радионуклидов, поступивших в организм животных, места добычи, физиологического состояния и возраста животных, а так же от времени, прошедшего после аварии.

Литература

1. Москалев, Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М. : Медицина, 1991. – 464 с.
2. Киршин, В.А. Ветеринарная противорадиационная защита / В.А. Киршин, В.А. Бударков. – М. : Агропромиздат, 1990. – 207 с.
3. Клемпарская, Н.Н. Аутофлора, как индикатор радиационного поражения организма / Н.Н. Клемпарская, Г.А. Шальнова. – М. : Медицина, 1966. – 22 с.
4. Шубик, В.М. Состояние иммунитета при радиационных воздействиях / В.М. Шубик // Гигиена и санитария. – 1989. – № 1. – С. 25–28.
5. Шубик, В.М. Иммунологические исследования в радиозэкологии / В.М. Шубик // Экология. – 1989. – № 5. – С. 91–93.
6. Марей, А.Н. Глобальные выпадения Cs-137 и человек / А.Н. Марей, Р.М. Бархударов, Н.Я. Новикова. – М. : Атомиздат, 1974. – 168 с.
7. Байсоголов, Г.Д. Состояние сердечной мышцы у больных хронической лучевой болезнью в различные периоды заболевания (по данным эхокардиографического исследования) / Г.Д. Байсоголов, В.И. Кирюшкин // Радиация и риск. – Вып. 10. – 2000. – С. 43–47.
8. Воробьев, Е.И. Радиационная кардиология / Е.И. Воробьев. – М. : Атомиздат, 1971. – 266 с.

9. Кутузова, А.Б. Состояние сердца у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения / А.Б. Кутузова, В.Г. Лелюк, А.К. Гуськова // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – Т. 47. – 2000. – № 3. – С. 66–79.
10. Чазов, Е.И. Болезни сердца и сосудов / Е.И. Чазов. – М. : Медицина, 1992. – Т. 4. – С. 135–137.
11. Иванов, А.Е. Патологическая анатомия лучевой болезни / А.Е. Иванов, Н.Н. Куршакова, В.В. Шиходыров. – М. : Медицина, 1981. – 303 с.
12. Москалев, Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М. : Медицина, 1991. – 463 с.
13. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных / С.П. Ярмоненко. – М. : Высшая школа. 1988. – 424 с.
14. Саркизов, Д.С. Регенерация и ее клиническое значение / Д.С. Саркизов. – М : Медицина, 1970. – 271 с.
15. Сергоманова, Н.Н. Состояние сердечно–сосудистой системы в процессе и после окончания лучевой терапии рака молочной железы / Н.Н. Сергоманова // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. – 2005. – Вып. 5. – С. 143–147.
16. Ильина, З.М. Использование мелиорированных земель Полесья / З.М. Ильина, П.Г. Чухольский, О.М. Трифонова. – Минск : Ураджай, 1998. – 77 с.
17. Экологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления / под ред. Р.Г. Ильязова – Казань : Фэн, 2002. – 330 с.
18. Адаптация агроэкоосферы к условиям техногенеза / под ред. Р.Г. Ильязова – Казань : Фэн, 2006. – 664 с.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013