

Белорусский институт радиационной безопасности
«Белрад»

УДК 612.014.482

Ю. И. Бандажевский

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

Минск, 2002

БАНДАЖЕВСКИЙ Ю. И.

Патологические процессы в организме при инкорпорации радионуклидов. Мн.: «Белрад» 2002. - 140 с.
ISBN 985-434-080-5

Книга посвящена влиянию инкорпорированных радионуклидов на состояние жизненно важных систем организма. Используя клинко-экспериментальный подход, автор анализирует зависимость возникновения ряда патологических состояний от количества инкорпорированных в организм радионуклидов и, прежде всего, ^{137}Cs , учитывая широкое распространение последнего во внешней среде в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Книга предназначена для врачей всех специальностей, научных работников интересующихся вопросами радиоактивного воздействия на организм человека, а также может быть использована в качестве учебного пособия.

Рецензенты:

ФЕРНЕ МИШЕЛЬ – почетный профессор факультета медицины Университета г. Базель (Швейцария);

НЕСТЕРЕНКО В. Б. - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Республики Беларусь, директор НИИ «Белрад».

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время считается общепризнанным глобальное распространение радионуклидов, в большей мере ^{137}Cs , в биосфере. Это связано, как с испытаниями ядерного оружия в атмосфере, так и с авариями на атомных электростанциях, крупнейшей из которых явилась Чернобыльская в 1986 г.

Чернобыльская катастрофа принесла много горя и страданий жителям Беларуси, Украины и России. Отчасти это было связано с незнанием реальной ситуации, отсутствием сведений о влиянии образовавшихся радиационных факторов на человеческий организм.

Выброс в окружающую среду огромного количества радионуклидов привел к тому, что жизнь многих тысяч и миллионов людей настоящего и будущего поколений подвергается, и будет подвергаться постоянной опасности.

Для того чтобы свести неблагоприятное воздействие радиационных агентов на человеческий организм до минимума, необходимы серьезные медицинские разработки, основанные на результатах фундаментальных научных исследований. Данная книга анализирует итоги многолетних научных исследований автора по оценке влияния инкорпорированных радионуклидов и, прежде всего, ^{137}Cs , на организм человека. В основу проведенных изысканий были положены следующие методические подходы:

1. Оценка медико-биологических эффектов с учетом количества инкорпорированных в организм радионуклидов.
2. Изучение патологического процесса, индуцированного инкорпорированными радионуклидами, в клинике и моделирование его в экспериментах на лабораторных животных (клинико-экспериментальный подход).
3. Одновременное изучение структурных, функциональных и метаболических изменений, происходящих во всем организме, в отдельных органах и системах (морфофункциональный подход).

4. Оценка степени тяжести патологических состояний с позиции нарушения интегративных процессов в организме, что позволяет связать воедино патологические изменения, возникающие в различных органах.

Автор надеется на то, что затронутые в книге вопросы, вызовут интерес у медицинской и научной общественности и заранее благодарен за замечания и предложения.

Глава I

ИНКОРПОРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕЕ.

Авария на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 году привела к выбросу в окружающую среду не менее 180 млн. Ки радиоактивных веществ, без учета активности нескольких тонн ядерного горючего, выброшенного вблизи станции (Нестеренко В.Б., 1992). Из всех радионуклидов, выброшенных в атмосферу, наибольшее внимание следует уделить йоду-131, цезию-137 и 134, стронцию-90, вклад которых в мощность дозы является основным.

Йод-131 имеет период полураспада 8,05 дней, цезий-134 - 2,06 года, цезий-137 - 30 лет, стронций-90 - 29,12 года, в то время как плутоний-239 - 24390 лет (Нестеренко В.Б., 1992).

Если в первые дни после аварии основной вклад в мощность дозы вносили короткоживущие изотопы (йод-131, стронций-89), инертные газы (крептон, ксенон и др.), то во втором периоде определяющим явился вклад цезия-137 и 134. При этом следует учесть также влияние стронция-90 и трансурановых радионуклидов (плутоний), входящих в состав "горячих" частиц. Указанные радиоактивные элементы попадают в организм с продуктами питания, водой и воздухом, а также формируют внешний гамма-фон.

Йод-131 имеет период полураспада равный 8,05 дня. Основными путями поступления являются пищевой и ингаляционный (всасывание через кожные покровы составляет 1-2%) (Баженов В.А. и др., 1990).

Важное значение, как источник поступления в организм человека радиоактивного йода, имеют продукты питания растительного и животного происхождения, особенно молоко, свежие молочные продукты, листовые овощи. У коз и овец концентрация йода-131 в несколько раз выше, чем у коров. Мясо практически не содержит данного радионуклида. В то же время он в значительных количествах содержится в яйцах птиц.

В организме йод-131 очень быстро всасывается в кровь и лимфу. Величина и скорость всасывания, накопление данного

радионуклида в органах и тканях, скорость выведения из организма зависит от возраста, пола, содержания стабильного йода в продуктах питания (Баженов В.А. и др., 1990). Наибольшая концентрация наблюдается в щитовидной железе. Уже через 2 часа после введения изотопа его содержание составляет в этом органе 5-10%, а через сутки 25-30% от общего количества (Баженов В.А. и др., 1990). В других органах (почки, печень, мышечная и костная ткань) данный радиоактивный изотоп накапливается в значительно меньших количествах.

Отмечен переход йода-131 через плацентарный барьер из организма матери к плоду, с преимущественным накоплением в щитовидной железе последнего (Баженов В.А. и др., 1990).

Из организма радиоактивный йод выводится в основном почками. Последствия воздействия йода-131 на организм человека в первые дни после аварии на ЧАЭС проявились поражением щитовидной железы. Дозовые нагрузки на этот орган у людей в результате инкорпорации радиоактивного йода сформировались в относительно короткий промежуток времени 2,5-3 месяца после аварии, за счет короткого периода полураспада данного элемента.

Обнаружено, что наибольшие дозы облучения щитовидной железы получили дети (возраст 0-17 лет), проживающие в Хойникском районе (242-527 сГр.). В г. Гомеле дозы на щитовидную железу составили от 15 до 60 сГр., в г. Минске - от 2,4 до 9,2 сГр.

Цезий. Известно 23 его радиоактивных изотопов, однако наибольшее значение в связи со сложившейся ситуацией в настоящее время имеют изотопы ^{134}Cs и ^{137}Cs . Период полураспада цезия-134 составляет 2,06 года, цезия-137 - 30 лет.

Площадь территории Беларусь, Украины и России с плотностью загрязнения радиоактивным цезием более 1480 кБк/м² составляла 3,1 тыс. км², с плотностью загрязнения 555-1480 кБк/м² - 7,1 тыс. км², 185-555 кБк/м² около 17,9 тыс. км², 37-185 кБк/м² - 76,1 тыс. км² (Нестеренко В.Б., 1992).

Воздействию радиоактивного цезия подвергалась и подвергается значительная часть населения. В частности, на территории с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 37 кБк/м² проживает 3883,0 тыс. человек (Нестеренко В.Б., 1992).

Учитывая количество радиоактивных элементов, попавших в окружающую среду, наибольшее внимание следует обратить на цезий-137. Именно данный изотоп поступает в организм естественным путем и там накапливается (Нестеренко В.Б., 1996).

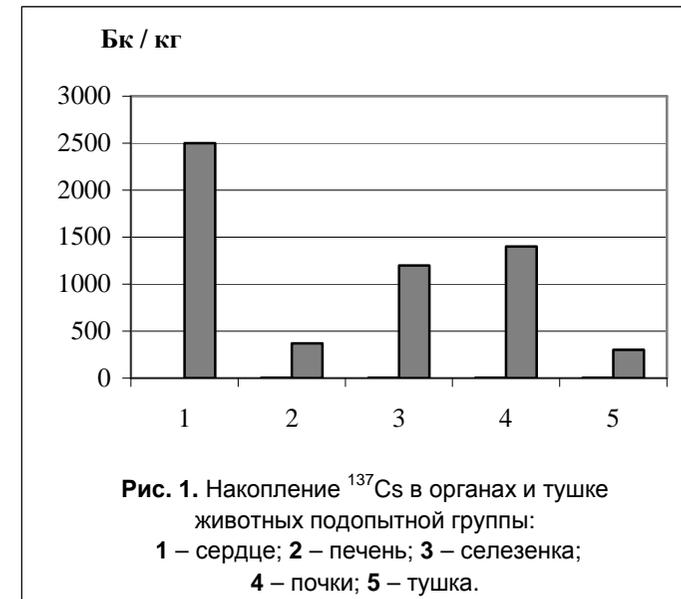
На территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской АЭС, проживают люди, в организме которых содержатся значительные количества ¹³⁷Cs. В частности, у двух братьев 1982 и 1981 года рождения, проживающих в д. Светиловичи Ветковского района, содержание радионуклидов гамма-излучателей составило соответственно 1525 и 1882 Бк/кг, среднее содержание данных элементов в организме детей из этого же населенного пункта равнялось 128,38 ± 13,83 Бк/кг (измерение 1996 года).

Наибольшее количество данного радионуклида поступает в организм энтеральным путем с пищевыми продуктами и всасывается в тонкой кишке (Баженов В.А. и соавт., 1990). Наиболее часто источниками поступления в организм человека радиоактивного цезия являются молоко, грибы, клюква, мясо диких животных. Содержание ¹³⁷Cs в одной из проб молока в д. Ольманы Столинского района составило 1913 Бк/л; в клюкве - 1632-1915 Бк/кг, грибах - 9787 Бк/кг (Нестеренко В.Б., 1996). Через дыхательные пути в организм поступает очень небольшое его количество (0,5%). После перорального поступления и всасывания в кровь значительные количества ¹³⁷Cs секретируются в просвет тонкого кишечника, а затем реабсорбируются в толстой кишке. При таком естественном поступлении радионуклида в составе пищевых продуктов (злаковые культуры, выращенные на загрязненных радионуклидами территориях) наблюдается различное его накопление в тканях и органах.

Содержание самок и самцов беспородных белых крыс и крыс линии Вистар на пищевом рационе - зерне овса,

содержащем ¹³⁷Cs порядка 400 Бк/кг приводило через несколько недель к его существенному накоплению в организме.

Показано при этом, что наибольшая концентрация ¹³⁷Cs зарегистрирована в ткани миокарда (рис. 1), в то время как в костно-мышечной ткани она значительно меньше (Бандажевский Ю.И., Бандажевская Г.С., 1995).



Инкорпорация радиоцезия определялась и во внутренних органах лиц, умерших в стационарах г. Гомеля.

Объектами радиометрического исследования явились головной мозг, легкое, миокард, щитовидная железа, почка, печень, селезенка, стенка желудка, тонкой и толстой кишки, матка, скелетная мышца, изъятые при аутопсиях 123 трупов лиц, постоянно проживающих в г. Гомеле и Гомельской области и умерших в 1996-1998 гг. от различных заболеваний.

Определение содержания количества радиоцезия производилось с помощью радиометра РУГ-2. Обработка полученных результатов осуществлялась по двум большим группам: дети (0-10 лет) - 52 человека и взрослые - 71 человек,

каждая из которых была разделена на подгруппы по нозологическим единицам, послужившим причиной смерти больных. Весь материал подвергался математической обработке с использованием методов статистического анализа.

Проведенные исследования показали, что в органах и тканях лиц, проживавших в г. Гомеле и Гомельской области и умерших в 1996-1998 гг., содержатся радионуклиды гамма-излучатели (в основном радиоцезий).

Следует отметить, что наибольшее накопление радионуклидов регистрируется в паренхиматозных органах, в частности, миокарде, печени, почках, а также в селезенке, головном мозге, щитовидной железе, скелетных мышцах, тонкой, толстой кишке и желудке взрослых людей (табл. 1).

Таблица 1

Содержание радиоцезия во внутренних органах взрослых лиц

Название органа	Среднее содержание радиоцезия, Бк/кг
Сердце	138,9 ± 24,4
Мозг	332,1 ± 78,2
Печень	162,6 ± 15,7
Щитовидная железа	373,9 ± 53,7
Легкие	194,2 ± 25,1
Почки	192,8 ± 25,2
Мышца	195,9 ± 32,3
Поджелудочная железа	187,3 ± 31,5
Селезенка	195,5 ± 24,7
Толстая кишка	111,1 ± 16,5
Тонкая кишка	162,5 ± 22,8
Желудок	164,4 ± 26,2
Матка	121,9 ± 24,4

При сравнении цифровых значений накопления ¹³⁷Cs между группами взрослого и детского населения видно, что внутренние органы детей накапливают радионуклиды в значительно больших количествах, чем взрослых. Причем

среднестатистические данные были достоверно выше у живших детей в таких органах как сердце, легкие, тонкая кишка, поджелудочная и щитовидная железы. По остальным органам у детей имелась тенденция к большому накоплению ¹³⁷Cs по сравнению со взрослыми (табл. 2).

Таблица 2

Содержание радиоцезия во внутренних органах детей

Название органа	Среднее содержание радиоцезия, Бк/кг
Сердце	477,8 ± 106,1
Мозг	384,8 ± 71,5
Печень	346,8 ± 60,9
Щитовидная железа	2053,7 ± 288,3
Легкие	428,6 ± 83,2
Почки	645,3 ± 134,9
Мышца	901,9 ± 233,7
Поджелудочная железа	1358,8 ± 349,9
Селезенка	608,2 ± 109,1
Толстая кишка	758,2 ± 181,7
Тонкая кишка	879,8 ± 139,7
Желудок	566,8 ± 130,9
Тимус	930,4 ± 278,1
Надпочечник	1575,5 ± 290,3

Учитывая характер представленного материала, в группе взрослых секционные случаи разделились на 4 подгруппы: болезни сердечно-сосудистой системы, болезни желудочно-кишечного тракта, инфекции (в т.ч. септические состояния), опухоли различной локализации. В группе умерших детей выделено 2 наиболее часто встречающихся причины смерти: инфекции и врожденные пороки развития. Обработка радиометрических данных проводилась отдельно по каждой группе заболеваний. Результаты исследования представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3.

Содержание радиоцезия в органах взрослых лиц
в зависимости от нозологии, Бк/кг

Группа / орган	Опухоли	Инфекции	Сердечно-сосудистые заболевания	Заболевания желудочно-кишечного тракта
Сердце	118,5±82,0	37,6±15,3	136,8±33,1	45,7±20,7 ⁺
Мозг	302,0±72,8	447,5±378,7	87,0±38,9 ⁺	210,0±101,1 ⁺
Печень	84,4±62,5	295,5±108,3	144,5±24,0	115,9±26,5
Щитовидная железа	391,2±274,9	274,5±95,8	325,7±84,4	245,2±147,7
Легкие	180,0±94,3	313,3±239,4	196,5±38,0	114,2±37,4
Почки	119,0±93,3	236,5±92,4	183,6±38,3	206,3±90,4
Скелетные мышцы	168,9±226,5	328,0±201,5	113,4±38,1	220,2±69,7
Поджелудочная железа	125,3±63,2	527,8±366,4	87,6±15,3 ⁺	94,6±26,3 ⁺
Селезенка	205,0±106,3	158,3±75,3	204,6±54,5	90,0±36,0
Толстая кишка	54,5±17,4	047,2±22,0	107,8±31,5	97,9±26,6
Тонкая кишка	141,8±75,7	257,3±13,9	1180±37,2	87,3±27,6
Желудок	66,3±43,1	418,5±186,3	100,3±24,6	135,7±32,5
Почки	119,0±93,3	236,5±92,4	183,6±38,3	206,3±90,4

+ - p<0,05

Таблица 4

Содержание ¹³⁷Cs в органах детей
в зависимости от нозологии (Бк/кг)

Группа / орган	Инфекции	Врожденные пороки развития
Сердце	622,8±220,1	378,6±181,5
Мозг	450,6±154,7	338,2±156,1
Печень	210,6±66,9	427,2±192,0
Щитовидная железа	2149,8±657,4	1505,2±615,0
Легкие	350,2±89,9	283,5±87,1
Почки	351,9±97,6	547,7±220,0
Скелетные мышцы	761,3±244,9	224,8±121,5 ⁺
Поджелудочная железа	934,8±575,7	1578,2±832,4
Селезенка	532,1±202,1	479,8±160,1
Толстая кишка	1770,3±382,5	872,8±486,5
Тонкая кишка	1577,1±213,7	883,1±334,5
Желудок	247,4±113,2	754,6±323,4
Тимус	380,8±139,2	899,0±369,8
Надпочечники	1585,3±558,0	1202,2±390,6

+ - p<0,05.

При сравнении показателей накопления радионуклидов среди нозологических подгрупп взрослой группы выявляются следующие особенности. Среднее содержание ^{137}Cs в сердце подгруппы умерших от сердечно-сосудистой патологии было достоверно выше, чем в подгруппе умерших с заболеваниями желудочно-кишечного тракта. При инфекционных заболеваниях печень, желудок, тонкая кишка и поджелудочная железа накапливают ^{137}Cs в больших количествах, чем при сердечно-сосудистых и желудочно-кишечных заболеваниях.

При оценке количества радионуклидов, поглощенного органами умерших детей, найдены достоверные отличия в скелетной мышце. При инфекционной патологии она накапливала ^{137}Cs в больших количествах, чем в группе детей с врожденными пороками развития (табл. 4).

Таким образом, проведенные исследования показали, что во внутренних органах детей и взрослых, умерших в 1996-1998 годах и проживавших в г. Гомеле и Гомельской области, содержались радионуклиды гамма-излучатели.

Внутренние органы детей накапливали радионуклиды в значительно больших количествах, чем взрослых. Накопление радиоцезия внутренними органами различное и зависит от характера заболевания.

Необходимо отметить, что в ряде внутренних органов детей и взрослых, умерших в 1997г. содержание ^{137}Cs больше, чем у лиц, умерших в 1996 году.

Следует подчеркнуть выраженные различия между особями мужского и женского пола в накоплении ^{137}Cs . В условиях энтерального поступления радионуклида его накопление в организме особей мужского пола происходит более интенсивно, чем женского. Это подтверждают результаты многочисленных экспериментальных исследований (рис. 2), проведенных на лабораторных животных (Бандажевский Ю.И., Фомченко Н.Е., 1995), а также радиометрических исследований жителей Гомельской области (Бандажевский Ю.И. и соавт., 1996).

В то же время в период беременности концентрация радионуклидов гамма-излучателей (^{137}Cs и ^{134}Cs) в материнском

организме резко увеличивается (Бандажевский Ю.И., Угольник Т.С., 1995).

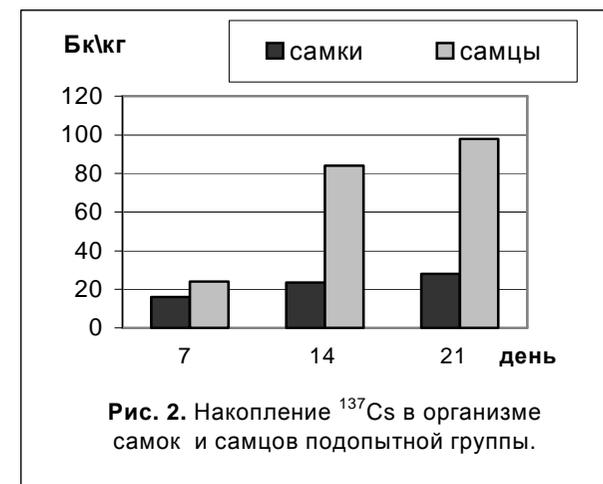


Рис. 2. Накопление ^{137}Cs в организме самок и самцов подопытной группы.

Сравнительный анализ накопления ^{137}Cs у детей показал, что с возрастом концентрация его увеличивается (рис. 3). В частности, дети 1978-1981 года рождения имели концентрацию ^{137}Cs в организме порядка 120 Бк/кг, в то время как дети 1989-1996 года 60 Бк/кг.

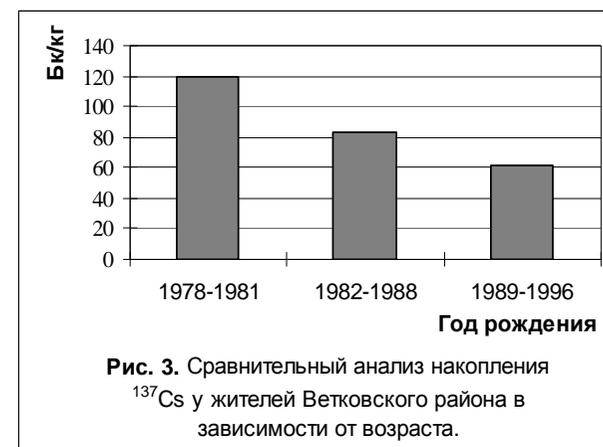
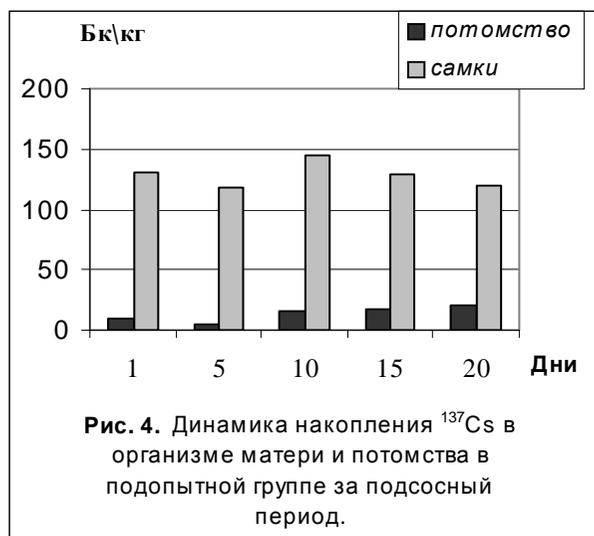


Рис. 3. Сравнительный анализ накопления ^{137}Cs у жителей Веткиvского района в зависимости от возраста.

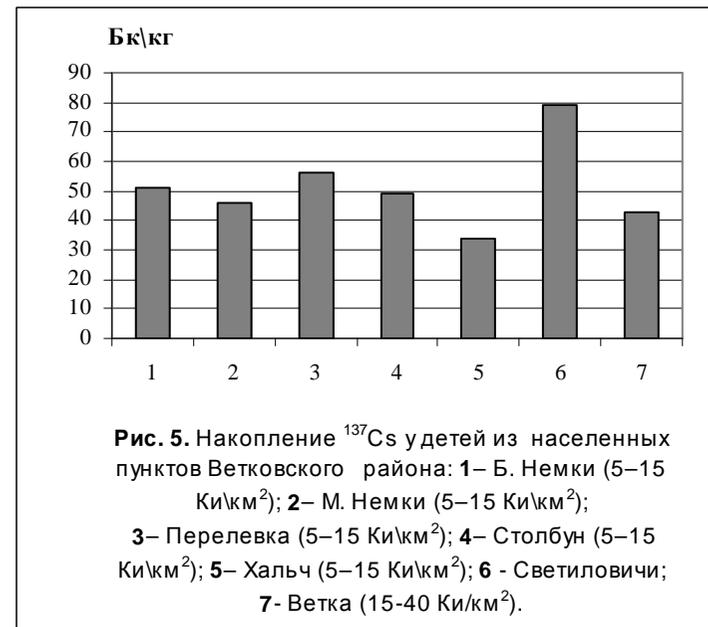
Наименьшая концентрация ^{137}Cs обнаруживается в условиях эксперимента у новорожденных детенышей (рис. 4) (Бандажевский Ю.И., Угольник Т.С., 1995). Это подтверждают и результаты радиометрического исследования аутопсийного материала детей первого года жизни (Бандажевский Ю.И., Переплетчиков А.М., 1996, Лушников Е.Ф. и соавт., 1996). Анализируя уровень накопления радионуклидов в организме детей следует отметить увеличение его на территории с большим загрязнением ^{137}Cs (Бандажевский Ю.И. и соавт., 1996).



В частности, среднее содержание ^{137}Cs на единицу массы тела в организме детей из г. Гомеля в 1994 году составляло 30,0 Бк/кг (при загрязнении территории этим элементом 1-5 Ки/км²), в то время, как в районах с более высоким уровнем загрязнения территории его накопление было значительно большим (рис. 5).

Следует учесть, что у жителей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, очень высока вероятность попадания в организм радионуклидов с грибами и ягодами.

Выведение ^{137}Cs из организма осуществляется в основном через почки. За месяц выделяется до 80% введенного однократно количества ^{137}Cs . Период полувыведения ^{137}Cs из организма человека составляет 70 суток, мышей - 3 суток, крыс - 18 суток, морских свинок - 19-25 суток, кроликов - 19 суток (Журавлев Н.В., 1990).



Существует ряд агентов, влияющих на процесс инкорпорации радиоактивного цезия в организме человека и животных. Прежде всего это энтеросорбенты - вещества, связывающие радиоактивные элементы, микроэлементы, бактериальные агенты, химические соединения в просвете желудочно-кишечного тракта и выводящие их из организма.

Предложено множество различных групп этих соединений. Однако, не все они удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к этим препаратам: 1) Уменьшать накопление радионуклидов в организме; и 2) Восстанавливать обменные процессы.

В Гомельском медицинском институте в экспериментах на лабораторных животных определялись декорпорирующие свойства в отношении ^{137}Cs ряда энтеросорбентов. Было показано, что наиболее перспективным в отношении выведения радионуклидов из организма и коррекции обмена веществ, является сорбент, состоящий из 60% модифицированной глины и 40% декстрина, в отличие от сорбентов, включающих органокремнезем и уголь, усугубляющих воздействие радионуклидов на ткань печени и почек (Фомченко Н.Е., 1997).

Последующее изучение в эксперименте сорбентов, состоящих из пектинов, показало их высокую эффективность, в отношении выведения радионуклидов из организма и коррекции обмена веществ. Препарат под названием пектопал является ярким представителем данной группы соединений (Бандажевский Ю.И., Ляхова И.К., 1997).

Стронций. (^{90}Sr) - излучатель с периодом полураспада 29,12 лет.

Стронций - стабильный микроэлемент, активно участвует в обмене веществ у растений, постоянно присутствует в тканях и органах человека и животных. Являясь аналогом кальция, при поступлении в организм включается в минеральный обмен.

Проникает в организм через желудочно-кишечный тракт, легкие и кожу (Калистратова В.С., 1990). Наибольшую опасность для организма может иметь облучение в результате поступления ^{90}Sr нутриальным путем (Тернов В.И., 1988). При этом уровни всасывания стронция колеблются от 5 до 100% (Калистратова В.С., 1990).

Влияние на данный процесс оказывают ряд физиологических факторов (возраст, беременность, лактация, состояние жизненноважных систем организма). Независимо от пути и ритма поступления в организм растворимые соединения ^{90}Sr накапливаются костной тканью. Уже через сутки после перорального введения концентрация данного изотопа в костях крысы в 40-60 раз выше, чем в почках, селезенке и мышцах (Калистратова В.С., 1990). Необходимо отметить, что в скелете особей мужского пола отложение его выше, чем в скелете особей женского пола. Введение ^{90}Sr в организм беременных

животных приводит к отложению его в костной ткани потомства (Калистратова В.С., 1990).

Скорость обмена стронция в костной ткани человека прямо пропорциональна возрасту: у младенцев (возраст до 1 года) за год скорость обмена составляет 100%, у детей и подростков - 40%, у взрослых - 20% (Тернов В.И., 1988).

Таким образом, в условиях постоянного поступления ^{90}Sr наибольшие его накопления должны быть зарегистрированы в детском возрасте. При пароксизмальных поступлениях в организм данный радионуклид будет определяться в большем количестве у людей старшего возраста.

Глава 2

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Взаимодействие ядерных излучений с клетками приводит к отрыву электронов от атомов, образованию ионов и возбужденных атомов, появлению радикалов, которые индуцируют различные реакции в организме (Журавлев В.Ф., 1990).

Одной из первичных реакций при воздействии ионизирующей радиации является развитие свободнорадикальных процессов перекисного окисления липидов, конечными продуктами которых являются токсические вещества. Последние, воздействуя на компоненты клеточной мембраны, многочисленные ферменты и генетический аппарат клетки, способствуют развитию лучевого поражения (Верхогляд И.Н. и соавт., 1991).

В организме существует физико-химическая система регуляции клеточного метаболизма мембранами. Основными компонентами этой системы являются: генерация перекисных радикалов липидов, антиоксиданты, состав липидов, текучесть липидной компоненты мембран, мембраносвязанные белки-рецепторы, ферменты, каналобразующие белки. Все эти параметры в норме структурно и функционально взаимосвязаны и изменение любого из них влечет изменение остальных. У лиц, подвергшихся в той или иной степени воздействию ионизирующего излучения даже спустя много лет имеются изменения в системе регуляции перекисного окисления липидов (Бурлакова Е.Б. и соавт., 1996). Таким образом, основными субстратами первичных окислительных реакций являются нуклеопротеиды и биоллипиды.

Для клеток эукариот основной мишенью поражения радиоактивного излучения, является ядерная ДНК (Обатуров Г.М., 1996). При этом в результате ионизации внутри ядра образуются различные первичные повреждения ДНК. Только двуниевые разрывы ДНК могут привести к генетическим и летальным эффектам.

Наиболее разработанным и объективным методом оценки влияния радиоактивного излучения на генетический аппарат клетки организма человека и биологической дозиметрии является метод, основанный на анализе частоты хромосомных aberrаций - количества дицентрических и кольцевых хромосом. С помощью данного метода выявлены хромосомные повреждения в лимфоцитах человека, вызванные низкими дозами облучения, в частности, у жителей Гомеля и Гомельской области, ряде районов Украины (Пилинская М.А., Дыбский С.С., 1992).

Данные по дозам облучения, полученные жителями двух районов Гомельской области и г. Гомеля показывают, что доза свыше 20 сГр. получена более чем 15% населения, свыше 60 сГр. - около 3% населения (Домрачева Е.В. и соавт., 1991).

Дицентрические хромосомы выявились через 3-4 года более чем у 40% лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (Свирновский А.И. и соавт., 1991).

Таким образом, цитогенетический метод может быть использован для реконструкции доз облучения, полученных населением.

Нестабильность генома, возникающая после хронического облучения клеток *in vitro* и *in vivo* проявляется повышенной частотой обнаружения лимфоцитов с микроядрами, появление которых является результатом терминальных делеций или образования дицентриков и колец (Пелевина И.И. и соавт., 1996). Исследования, проводимые на лабораторных мышах, потребляющих корма, выращенные на территориях, загрязненных радионуклидами, показали, что в условиях значительного уровня накопления ^{137}Cs , а также при одновременном с этим внешнем облучении в организме животных, возникают различные типы цитогенетических повреждений: структурные (в основном реципрокные транслокации) и геномные (тетро-, гексо-, окто- и большего уровня пloidy). При этом, если частота aberrаций хромосом в соматических клетках возрастала с увеличением дозовой нагрузки, то в половых клетках эта зависимость отсутствовала. Наиболее выраженные цитогенетические эффекты

зарегистрированы у особей мужского пола (Гончарова Р.И., Рябоконе Н.И., 1995).

Авторы считают, что несовпадение в характере кривых доза-эффект по частоте aberrаций хромосом в соматических и незрелых половых клетках может быть объяснимо рядом причин, в том числе и дозовыми различиями в индукции репаративных систем половых и соматических клеток.

Воздействие малых доз ионизирующей радиации на организм объясняется рядом исследователей (Эйдус А.Х., 1996) с позиций теории неспецифической реакции клеток на повреждающее воздействие. В основе ее лежат принципы неспецифической регуляции активности ферментов низкомолекулярными веществами и компартментализации низкомолекулярных веществ в клетке. В результате компартментализации в каждом участке клетки поддерживается достаточно низкая концентрация тех веществ, которые сильно ингибировали бы идущие здесь ферментативные реакции, а повышенная концентрация их в других отсеках приспособлена к локализованным там ферментам, благодаря различию в концентрации эффективного регулирования для разных пар фермент-лиганд в пределах указанного выше диапазона неспецифического регулирования. В свете рассматриваемого механизма, для увеличения активности каких-либо ферментов достаточно снизить концентрацию низкомолекулярных компонентов, удалив часть их из клетки путем нарушения целостности или проницаемости плазматической мембраны внешним агентом.

Вследствие этого, при малых дозах облучения (1 сГр.) наблюдается увеличение адаптивного ответа организма и только при значительно больших дозах (50 сГр.) - снижение его за счет усиления ингибирующего влияния декомпартментализации клеточных субстратов, вызванной повреждением функций внутриклеточных мембран.

В то же время Ветух В.А., Малаховский В.Н. (1991) полагают, что дозовые зависимости возникновения ряда генетических нарушений допускают линейную беспороговую зависимость.

Воздействие ионизирующего излучения на фосфолипидные слои мембран эритроцитов приводит к их структурно-конформационным изменениям, связанным с увеличением подвижности и уменьшением степени упорядочения (Овсянникова Л.М. и соавт., 1993).

При этом изменяется поверхностный заряд мембран, снижается вязкость липидов без существенного изменения структуры мембранных белков (Древаль В.И., 1993).

Изменение содержания фосфолипидов в мембране митохондрий печени плода и матери зарегистрировано после однократного воздействия ионизирующей радиации в дозах 1 и 2 Гр. (Ширинова И.А. и соавт., 1992).

Указанные изменения липид-белковых взаимодействий сохраняются на 50-100 сутки после облучения (Егуткин Г. Г. и соавт., 1993б), в то же время выраженные изменения мембранных липидов наблюдались в первые 50 суток после облучения, при этом увеличивался уровень холестерина, снижалось относительное содержание линолевой, арахидоновой и других ненасыщенных жирных кислот, уменьшалось содержание фосфолипидов (Егуткин Г. Г. и соавт., 1993а).

Повреждение биомембран и, в частности, ингибирование мембранных ферментов Na^+ -, K^+ - АТФ-азы, Mg^{2+} - АТФ-азы может осуществляться облученными растворами сахаров (Едимечева И.П. и соавт., 1992).

Глава 3

СОСТОЯНИЕ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ, СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ И СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

3.1. Сердечно-сосудистая система

Проблема влияния радиоактивного излучения на сердечную деятельность человека и животных нашла свое отражение в отечественных и зарубежных публикациях. При этом в большинстве случаев оценка функционирования сердца и его метаболической активности осуществлялась с учетом действия внешнего облучения на весь организм или на область сердца, в основном в экспериментальных условиях. В частности, однократное радиоактивное облучение в дозе равной 15 Гр и более экспериментальных животных (собаки, кролики, крысы) вызывает дегенеративные и некротические изменения в миокарде (Амвросьев А.П. и др., 1989), сопровождающиеся развитием экссудативного перикардита (Schultz-Hector, 1992), что приводит к гемодинамическим нарушениям - в виде уменьшения минутного и ударного объема, увеличения диастолического объема левого желудочка (Schultz-Hector et al., 1992). Обнаружено нарушение функционирования сердечно-сосудистой системы в результате общего облучения γ -квантами ^{60}Co организма крыс за счет ослабления активирующего влияния с голубого пятна среднего мозга (Федорович В.А., 1991) и снижения модулирующего влияния задних ядер шва головного мозга (Сюсюкин В.А., Леденева А.И., 1991).

Выявленная реорганизация нейрогормонального контроля определяет снижение адаптационных возможностей системы кровообращения и может способствовать возникновению предпатологических состояний (Лобанок Л.М., 1991).

Внешнее облучение организма, в том числе и сердца, приводит к угнетению контрактильной активности миофибрилл, снижению объемной скорости коронарного кровообращения (Татаринчик М.А., Кириенков А.Е., 1991).

Функциональные изменения со стороны сердечно-сосудистой системы возможно связаны с повреждением кровеносных сосудов, в частности, артериол (Захаров А.Г. и др., 1992) или капилляров (Darcourt et al., 1992), изменением обмена катехоламинов и электролитов в сосудистой стенке (Литвинов С.А., 1992).

На изолированных мышечных препаратах сердца крыс показано, что внешнее гамма-облучение в дозе 6 Гр. снижает сократительную способность миокарда и изменяет хроноинотропные отношения: в предсердиях зависимость частота-сила и потенцирующий эффект интервала покоя увеличиваются, а в желудочках потенцирующий эффект уменьшается. Модификация хроноинотропных отношений может быть связана с изменением транспорта кальция в клетках сердца (Шилов В.В., Лобанок Л.М., 1991).

После однократного рентгеновского и нейтронного облучения в дозах 0,4 и 1,0 Гр у кроликов не наблюдали значительного нарушения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, однако, при этом зарегистрировали изменение выраженности реакции ее в ответ на воздействие фармакологическими препаратами (Канцельсон Г.П., 1991). Возможно это связано с модификацией структурно-функционального состояния бета-адренорецепторов кардиомиоцитов - изменение плотности, сродства к "бета" - агонисту и чувствительности к сульфгидрильному реагенту (Герасимович Н.В., 1991).

Результаты экспериментальных исследований, проведенных Е.Ф. Конопля и соавт. (1996) дают основание заключить, что острое внешнее гамма-облучение в дозах 0,25; 0,5 и 1,0 Гр. приводит к нарушению кальцийтранспортирующей системы саркоплазматического ретикула мышечной ткани. При этом наблюдается повышение активности Ca^{2+} АТФ-азы при дозах 0,25 и 0,5 Гр., при дозе 1,0 Гр. регистрируется резкое угнетение ее активности.

Авторы полагают, что образование перекисных группировок в жирно-кислотных цепях фосфолипидов при воздействии ионизирующего излучения приводит к изменению структуры мембран саркоплазматического ретикула,

проницаемости их для различных веществ и активности мембраносвязанных ферментов, в частности Ca^{2+} АТФ-азы.

Указанные результаты подтверждаются сведениями, полученными при обследовании населения, подвергшегося радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В частности, у 95,5% детей и подростков регистрировались отклонения в функциональном состоянии системы кровообращения в виде нарушения ритма сердечной деятельности, проводимости, обменно-восстановительных процессов в миокарде, снижения толерантности к физической нагрузке, повышения артериального давления.

При этом указанные отклонения функционального состояния сердечно-сосудистой системы были наиболее выражены у детей в возрасте 6-10 лет, считающихся здоровыми (Новикова В.Н., 1991).

Цыбульская И.С. и соавт. (1992) также указывают на то, что у 74,4% детей первого года жизни, проживающих в районах, степень радиоактивной загрязненности почвы в которых колеблется в пределах 5-20 Ки/км², наблюдаются выраженные изменения электрокардиографии: сложные нарушения ритма, альтернация зубцов желудочкового комплекса.

Характерным для указанных групп детей является преобладание частоты синдрома ранней реполяризации желудочков и повышенного артериального давления (Аринчин А.Н., Наливайко Г.Л., 1991).

У 36 из 102 обследованных детей в возрасте 11-15 лет, проживающих в районе с уровнем загрязнения почвы ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 0,4-10 Ки/км² выявлена ваготония с асимпатико-тонической реактивностью. При этом у детей этой группы обнаруживались нарушения липидного обмена в виде гипохолестеринемии, гипополипидемии, гипофосфолипидемии, гипертриглицеридемии, а также гипокальциемия и гипофосфатемия (Квашнина Л.В. и др., 1992). Недвецкая В.В. и Ляликов С.А. (1994) также указывают на изменения вегетативной регуляции, развивающиеся у детей 6-17 лет, проживающих в контролируемых районах Беларуси, более выраженные у девочек, чем у мальчиков и характеризующиеся снижением тонуса симпатического отдела нервной системы, склонностью к

гипореактивности с напряжением компенсаторных механизмов парасимпатического отдела.

Корреляционный анализ выявил тесную связь между вегето-сосудистой дистонией, возникшей у детей, эвакуированных из зоны аварии на Чернобыльской АЭС и гиперплазией щитовидной железы, психическими заболеваниями, заболеваниями органов пищеварения (Лагутин А.Ю., Сидельников В.М., 1992).

У детей из пострадавших районов наблюдалось изменение чувствительности сердечно-сосудистой системы к катехоламинам (Балева Л.С. и др., 1993).

Отражением нарушения вегетативной регуляции сердечной деятельности является артериальная гипотония, которая выявлена у 34,3% мальчиков и у 30,2% девочек, проживающих в Гомельской и Могилевской областях (Сикоренский А.В., Багель Г.Е., 1992).

Изменения сердечной деятельности определяются не только у детей, но и у взрослых людей, подвергающихся внешнему радиоактивному облучению.

Показано, что у мужчин 20-40 летнего возраста, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в 1986-1988 гг., наблюдается нарушение нейрогуморальной регуляции сосудистого тонуса и сократимости миокарда (Корытько С.С., 1991). Распространенность ишемической болезни сердца и артериальной гипертонии у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС была достоверно выше, чем в сравниваемой популяции москвичей (Шамарин В.М. и соавт., 1996). У инвалидов с ишемической болезнью сердца, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, нарушения сердечного ритма являются более частыми и стойкими, чем у лиц с аналогичной патологией, проживающих на "чистых" территориях (Аринчина Н.Т., Милькаманович В.К., 1992)..

Дисфункция вегетативной нервной системы, выражающаяся во вторичном преобладании тонуса блуждающего нерва в виде брадикардии и эктопического предсердного ритма наблюдалась у мужчин, участвовавших в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС или

лиц, эвакуированных из пострадавших районов (Карасева Г.П., 1991).

Одним из проявлений вышеуказанного состояния является развитие артериальной гипертонии (Заноздра Н.С., Купчинская Е.Г., 1991). В частности, пограничная артериальная гипертензия выявлена у жителей загрязненных радионуклидами районов в 1,5 раза чаще, чем в "чистой" местности (Гончарик И.И., 1992).

Таким образом, стойкие нейровегетативные расстройства в виде синдрома нейроциркуляторной дистонии, развившиеся у лиц, пострадавших от воздействия радионуклидов, указывают на участие в формировании функциональной патологии, в том числе и сердечно-сосудистой системы, гормонально-гуморальных механизмов (Коваленко А.М., 1991).

Однако, наиболее актуальным с точки зрения оценки последствий аварии на ЧАЭС в настоящее время является влияние внутреннего облучения, обусловленного инкорпорированными радионуклидами на состояние жизненно важных, в том числе и сердечно-сосудистой, систем.

В частности, после инкорпорации ^{131}I , создающего поглощенные дозы в щитовидной железе через 1-12 месяцев на уровне 94,6 - 94,7 Гр., показано снижение реакции миокарда на стимуляцию α -адренергических рецепторов. Реакция коронарного русла на стимуляцию α -адренергических структур увеличивалась (Кириенко А.Е. и др., 1992).

Инкорпорация ^{131}I и ^{137}Cs в организм крыс вызывает изменение пейсмекерной активности сердца, функционального состояния коронарного сосудистого русла, электрической и сократительной активности кардиомиоцитов и гладкомышечных клеток сосудов (Кириенко А.Е. и др., 1990).

Обследование нами детей, проживающих в загрязненных радионуклидами районах (г. Гомель 1-5 Ки/км²), показало высокую частоту нарушений сердечной деятельности - 72,3%, формирующуюся в основном за счет нарушений проводимости сердечного импульса в виде неполных блокад правой ножки пучка Гиса, нарушений окислительно-восстановительных процессов и вегето-сосудистой дистонии, а также

существование тесной связи между дозой эндогенно поступающих радионуклидов и ЭКГ нарушениями. У этих детей отмечалась выраженная и статистически достоверная прямо пропорциональная зависимость между количеством накопленных радионуклидов и изменениями на ЭКГ. Достоверные различия зарегистрированы между подгруппами 11-25,9 Бк/кг и 37,0-74,0 Бк/кг (рис.6).

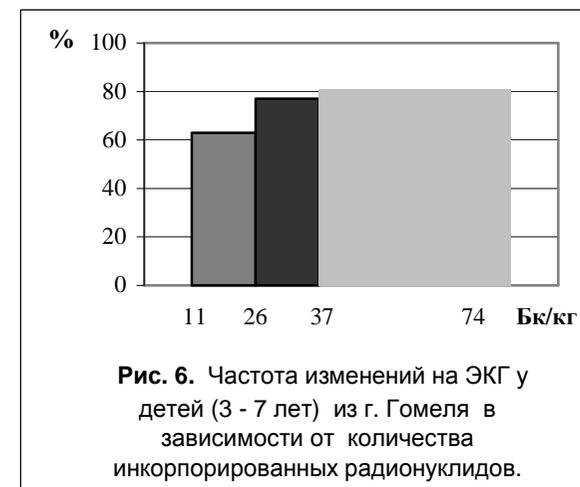


Рис. 6. Частота изменений на ЭКГ у детей (3 - 7 лет) из г. Гомеля в зависимости от количества инкорпорированных радионуклидов.

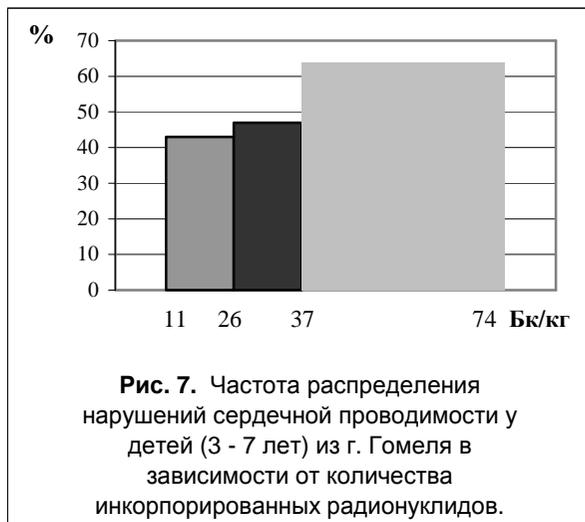
Среди детей, имеющих указанные дозы радионуклидов и проживающих в г. Гродно, достоверных различий по частоте выявленных изменений на ЭКГ не обнаружено.

Отмеченная зависимость формируется в основной группе преимущественно за счет нарушений внутрижелудочковой проводимости в виде неполных блокад правой ножки пучка Гиса (рис. 7).

В условиях накопления в организме детей значительно больших количеств радионуклидов в среднем - $89,93 \pm 3,65$ Бк/кг (г.Ветка) ЭКГ-регистрируемые эффекты обнаружены у 86,8% из числа обследуемых, при этом нарушения внутрисердечной проводимости составили 53,95% (Бандажевская Г.С., 1996).

Аналогичные результаты были получены при обследовании студентов Гомельского медицинского института (Бандажевский Ю.И. и соавт., 1997).

Таким образом, при проведении исследований по изучению электрофизиологических процессов в сердечной мышце у детей, проживающих в зоне с повышенным уровнем загрязнения радионуклидами, выявлен ряд изменений электрокардиографической деятельности, частота которых зависит от дозы внутреннего накопления радионуклидов.

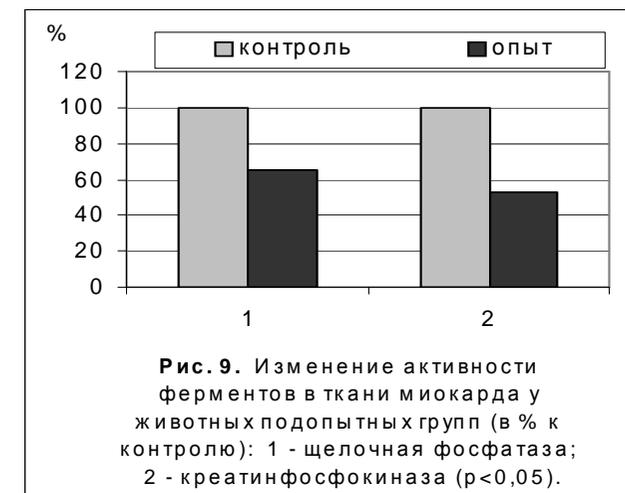
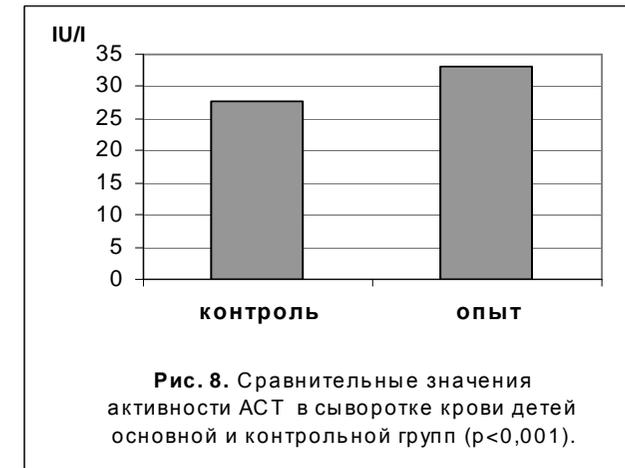


Повреждение структур миокарда сопровождается увеличением активности в сыворотке крови АСТ (рис. 8).

Доказательством влияния на миокард эндогенно поступающих радионуклидов являются экспериментальные исследования на лабораторных животных (крысы линии Вистар).

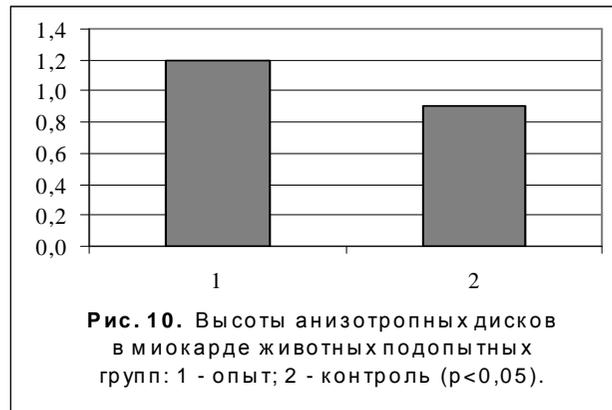
Накопление радиоцезия в их организме в концентрации $63,35 \pm 3,58$ Бк/кг (в контроле $5,43 \pm 0,87$ Бк/кг) привело к существенным метаболическим изменениям, в частности к снижению активности таких важнейших энзимов, как щелочная фосфатаза и креатинфосфокиназа (рис. 9).

Учитывая то, что креатинфосфокиназа является ключевым ферментом энергетического обмена в сердечной мышце, способствующим взаимоотношениям макроэргического фосфата и креатинина, снижение ее активности приводит к существенным нарушениям функционирования кардиомиоцитов.



Нарушение энергетических процессов в сердце приводит к изменению его сократительного аппарата, а именно к изменению миофибрилл в виде различной степени выраженности контрактур или их дезагрегации и лизиса (Непомнящих Л.М., 1996).

Отражением этого явилось изменение поляризационных свойств кардиомиоцитов в виде увеличения А-дисков (рис. 10).



Накопление радиоцезия в количестве $101,05 \pm 1,69$ Бк/кг сопровождалось диффузным миоцитоллизом, в ткани миокарда встречались лимфоидногистиоцитарные инфильтраты, полнокровные сосуды (рис.11). В сыворотке крови указанных животных отмечалось достоверное, по сравнению с контролем, увеличение содержания креатинина – $41,20 \pm 1,60$ Нмоль/л (в контроле – $33,11 \pm 2,45$), $p < 0,001$. Инкорпорация радиоцезия $991,00 \pm 76,00$ Бк/кг, приведшая к гибели более 40% экспериментальных животных, вызывала в миокарде межволоконный и внутриклеточный отек, массивный цитоллиз с разрушением ядер (рис.12). В ряде случаев обнаруживались воспалительные инфильтраты в области эпикарда и перикарда (рис.13). Полученные в эксперименте сведения объясняют возникновение нарушений сердечной проводимости, в том числе сердечного ритма в условиях инкорпорации радионуклидов.

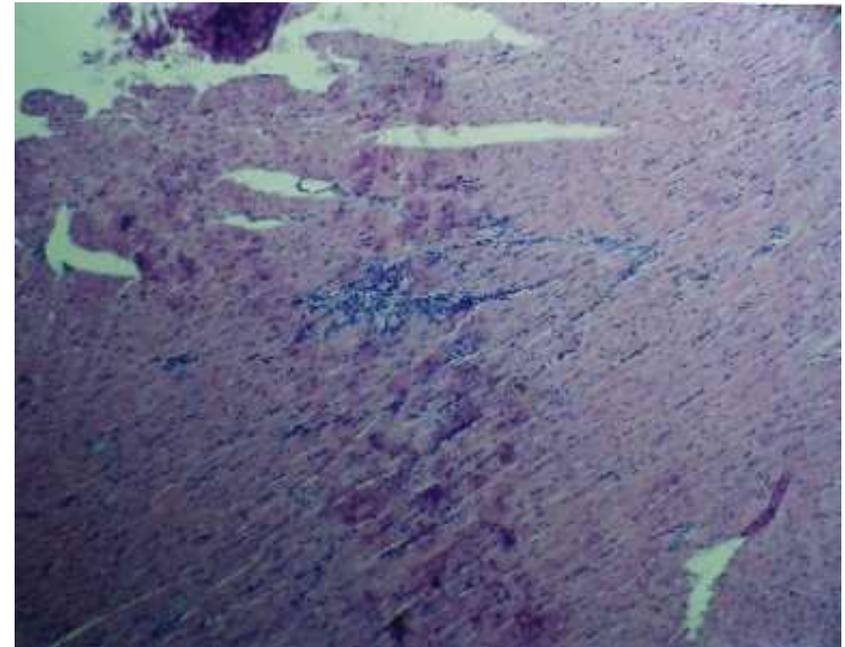


Рис. 11. Гистологическое строение миокарда животного, получавшего радиоцезий в составе пищевых продуктов (содержание в организме 100 Бк/кг). Диффузный миоцитоллиз. Очаговая инфильтрация лимфогистиоцитарными элементами. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 125$.

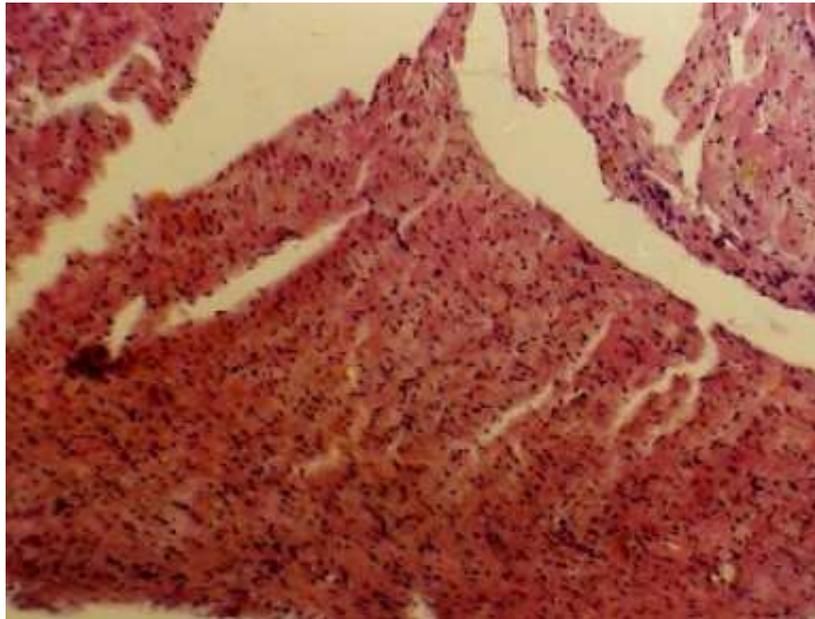


Рис. 12. Гистологическое строение миокарда животного, получавшего ^{137}Cs (содержание в организме 900 Бк/кг). Диффузный миоцитолиз, выраженный межволоконный отек. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 125$.

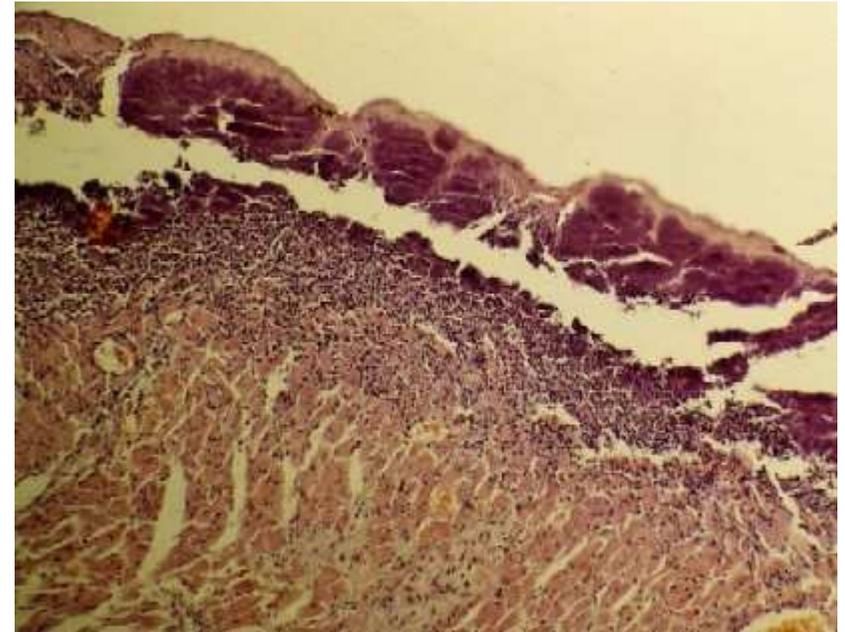


Рис. 13. Гистологическое строение миокарда животного, получавшего ^{137}Cs (содержание в организме 900 Бк/кг). Инфильтрация эпикарда и перикарда нейтрофильными лейкоцитами, лимфоцитами. Выраженный миоцитолиз. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 125$.

Изучение биопсийного материала показало, что в аритмогенных участках сердца в отличие от неаритмогенных зон преобладают сокращенные кардиомиоциты с характерными для этого состояния ультраструктурными изменениями и нарушением структуры вставочных дисков, а также атрофические кардиомиоциты и клетки с признаками апоптотической дегенерации (Бокерия Л.А. и соавт., 1995).

Таким образом, в условиях эксперимента показано, что поступление в организм лабораторного животного радионуклидов (в большей степени ^{137}Cs) с пищевыми продуктами вызывает повреждение клеток миокарда, что сопровождается соответствующими структурными и функциональными изменениями. Проведенные исследования, как в клинике, так и в эксперименте, позволили выявить значительную чувствительность клеток миокарда растущего организма к поступающим в организм радионуклидам. При этом развивается целый комплекс изменений, свидетельствующих, как о прямом повреждении сердечной мышцы, так и о повреждении органов и систем, регулирующих ее деятельность.

Подтверждением повреждающего действия радиоцезия на миокард явились исследования случаев смерти лиц, проживавших в г. Гомеле и имевших накопление данного радионуклида в сердце.

Структурные изменения сердечной мышцы наблюдались во всех исследованных случаях, независимо от причины, вызвавшей смерть, и характеризовались процессами альтерации в сочетании с достаточно напряженными компенсаторно-приспособительными реакциями (рис.14, 15).

Деструктивный характер поражения миокарда выразился в различной степени выраженности дистрофических и некротических изменениях кардиомиоцитов.

Прогрессирование дегенеративных явлений проявлялось в появлении очагов жировой и белковой дистрофии, чередующихся с мелкими очагами некроза. Местами волокна гомогенизированы, с диффузным эозинофильным окрашиванием, появлением фуксинофилии. При этом обнаруживалась "пестрая" картина гистологических изменений.

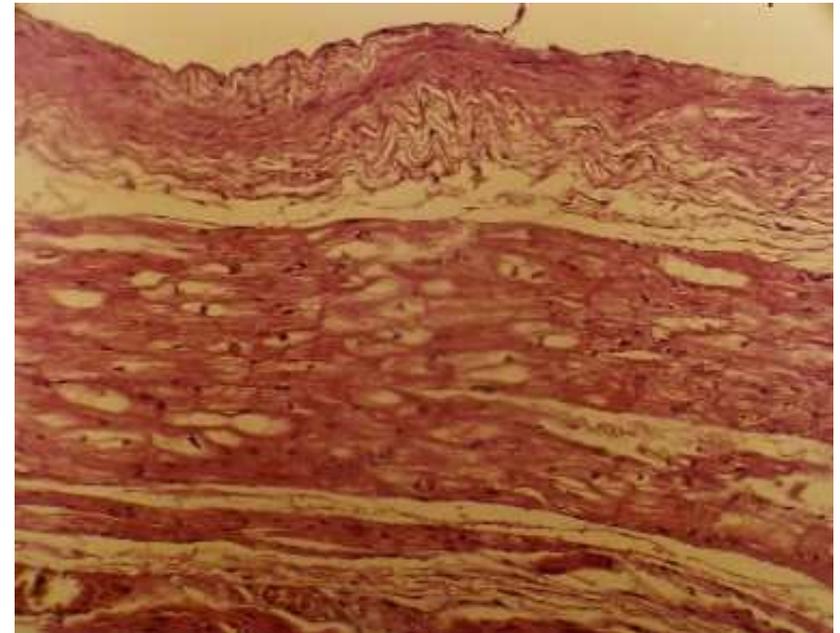


Рис.14. Гистологическое строение миокарда больной Б.,67 лет, проживавшей в г. Калинковичи. Причиной гибели явилась низкодифференцированная папиллярная аденокарцинома пилорического отдела желудка с метастазами в печень, тонкую и нисходящую кишку, диафрагму, яичники, брюшину. Концентрация радиоцезия составила в сердце 940 Бк/кг. Выраженный межмышечный отек. Большинство кардиомиоцитов в состоянии гидропической дистрофии. Кариопикноз и лизис ядер. В строме органа мелкоочаговый фиброз, локализующийся преимущественно периваскулярно. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 250.

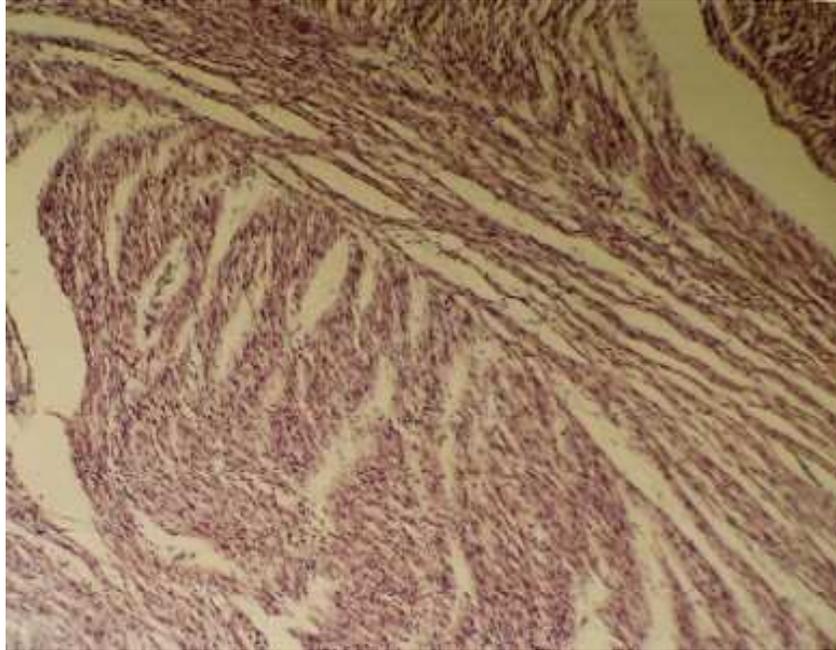


Рис. 15. Гистологическое строение миокарда ребенка 7 месяцев. Концентрация радиоцезия в сердце 2410 Бк/кг. Доставлен в больницу с признаками острой респираторной вирусной инфекции. Смерть наступила на 8-е сутки от септицемии. Выраженный межмышечный отек. Мышечные волокна разволокнены, контуры их нечеткие, поперечная исчерченность слабо выражена. Очаговый лизис миофибрилл с их фрагментацией. Полиморфизм и гиперхромия ядер кардиомиоцитов, в отдельных участках кариопикноз и кариолизис. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 250$.

Часть волокон была окрашена интенсивно, а часть воспринимала красители гораздо слабее с потерей исчерченности на всем протяжении. В большинстве случаев структурные повреждения миокарда определялись в первую очередь контрактурными изменениями миофибрилл в виде участков пересокращения различной степени выраженности оптических свойств миофибрилл за счет укорочения саркомеров и увеличения анизотропии волокон в виде усиления двулучепреломления А-дисков вплоть до слияния в сплошной анизотропный конгломерат при микроскопировании в поляризованном свете, фрагментации отдельных кардиомиоцитов. Увеличивалась степень проницаемости сарколеммы, что проявлялось плазматическим пропитыванием волокон регистрируемым в виде диффузной положительной PAS-реакции (при обработке срезов основанием Шиффа).

Распад миофибрилл происходил в результате очагового мозаичного лизиса. На части клеточной территории встречались участки с очаговой дезагрегацией структурных элементов миокарда, в то время как прилегающие участки по протяжению мышечного волокна сохраняли нормальную исчерченность. В отдельных случаях встречалась вакуольная дегенерация мышечных клеток сердца, когда просветленные вакуоли располагаются в перинуклеарной зоне или распространяются на всю клетку. Вакуоли, увеличиваясь в размерах, сливались между собой в крупные оптически "пустые" пространства. Мышечные волокна становились оптически пустыми с как бы взвешенными в центре клеток ядрами. При этом искажались и контуры волокон. Очаговая фрагментация мышечных волокон также свидетельствовала о миоцитоллизе структурных элементов сердца. В зоне фрагментированных волокон выявляли интенсивный отек стромы с разрывом и разволокнением аргирофильных волокон. В результате образовались ареактивные гнезда депаренхимизации органа с ретикулиновой "пустой" сеткой. Очаги некротически измененных клеток встречались преимущественно в субэндокардиальном слое миокарда и папиллярных мышцах.

При этом отмечался выраженный ядерный полиморфизм. Часть кардиомиоцитов вблизи сосудов и вокруг

поврежденных участков, характеризовалась признаками гипертрофии, носящей, видимо, компенсаторно-приспособительный характер. Вторично измененные мышечные клетки также подвергались атрофическим изменениям.

Изменения стромы отличались явлениями полнокровия и отека без проявлений клеточных реакций. В большинстве случаев выявлялось расщепление внутренней базальной мембраны стенки сосудов эласто-мышечного слоя, сопровождающееся усилением выраженности аргирофильного каркаса и очаговой плазморрагией. В сосудах микроциркуляторного русла отмечалось неравномерное кровенаполнение с эритроцитарными стазами. Эндотелий большинства капилляров выглядел набухшим. В ретикулярной строме выражены явления отека, мелкоочаговые кровоизлияния, мелкие участки склероза различной давности. Повышалась активность местных соединительно-тканых элементов, располагающихся преимущественно в левом желудочке без связи с сосудами.

Следует обратить также особое внимание на патологические процессы, развивающиеся в нервном аппарате сердца.

В связи с этим, актуальным является вопрос о снижении доз внутреннего накопления радионуклидов, в том числе и с помощью сорбционных агентов (Бандажевский Ю.И. и др., 1994), разработке лечебных мероприятий, улучшающих обменные процессы в миокарде.

При анализе артериального давления у детей с различным уровнем инкорпорированных радионуклидов выявлялся дозозависимый эффект. По мере увеличения количества инкорпорированных в организм радионуклидов увеличивалось число детей с повышенным артериальным давлением. Всего же у 41,6% детей, проживающих на территории с уровнем загрязнения ^{137}Cs свыше 15 Ки/км², наблюдалась артериальная гипертензия (Киеня А.И., Ермолицкий Н.М., 1997).

3.2. Нервная система

Нервная система одной из первых реагирует на лучевое воздействие как локальное, так и общее, затрагивающее весь организм (Москалев Ю.И., 1991).

Проникновение долгоживущих радиоактивных элементов (^{137}Cs , ^{90}Sr) в организм приводит к выраженному дисбалансу нейроактивных аминокислот и биогенных моноаминов в различных отделах центральной нервной системы, в частности таких возбуждающих трансммиттеров, как аспартат и глутамат и тормозящих - гаммааминомасляная кислота (ГАМК), глицин. При этом выраженность данного процесса определяется длительностью поступления радионуклидов в организм.

Необходимо отметить, что при воздействии инкорпорированных радионуклидов изменение фонда биогенных аминов и нейроактивных аминокислот носит более сложный характер, чем при внешнем облучении, однако ряд воспроизведенных эффектов (торможение серотониновой системы, ранняя активация ГАМК-системы) сравним с воздействием среднелетальных и сверхлетальных доз для экспериментальных животных (Лелевич В.В., Дорошенко Е.М., 1995).

Повреждение тканей головного мозга может быть обусловлено также токсическим воздействием на них высокореакционного оксида азота (Шарыгин В.Л. и соавт., 1994).

Инкорпорация ^{137}Cs в организм приводит к развитию дисфункции вегетативной нервной системы, причем частота повышенного тонуса симпатической нервной системы находятся в прямой зависимости от количества инкорпорированного радионуклида. Увеличение накопления ^{137}Cs в организме свыше 100 Бк/кг приводит к резкому возрастанию количества детей с состоянием гиперсимпатикотонии (Киеня А.М., Ермолицкий Н.М., 1997).

3.3. Щитовидная железа

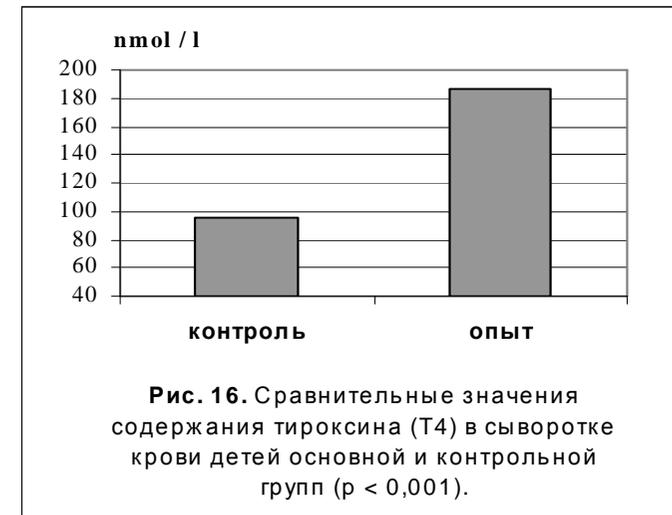
Щитовидная железа явилась одним из наиболее пораженных, в результате аварии на ЧАЭС, органов.

Манифестация патологических эффектов со стороны щитовидной железы особенно четко проявилась спустя значительный промежуток времени после аварии на ЧАЭС. В частности, если заболеваемость щитовидной железы в 1990 году составляла по Гомельской области 126,1 случая на 100 тыс. населения, то в 1995 году 1154,5 случаев на 100 тыс. населения, а среди детей возросла до 3106,1 случаев на 100 тыс. населения. В районах с повышенном уровнем радиоактивного загрязнения эти показатели еще выше - в Брагинском районе 4056,9 - среди всего населения, и 19072,6 - среди детей. Ведущим фактором внутреннего облучения явился ^{131}I (Халитов Р.И. и др., 1993). Именно воздействие данного радионуклида вызвало существенные изменения у жителей районов, прилежащих к месту взрыва. В частности, при обследовании лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС компенсированное состояние тиреоидной системы обнаружено лишь у 35,6%, гипертиреоз - у 39,7%, гипотиреоз - у 24,7% (Петров В.Н., Петров Н.М., 1991). Аналогичные результаты получены Копыловой О.В. и соавт. (Копылова О.В. и др., 1991), выявившими состояние гипертирексинемии у 40,0% детей, проживающих в районах радиоактивного риска, и Пашинской Н.Б. и соавт. (Пашинская Н.Б. и др., 1991), констатировавшими сниженную функцию щитовидной железы у 37,9% детей.

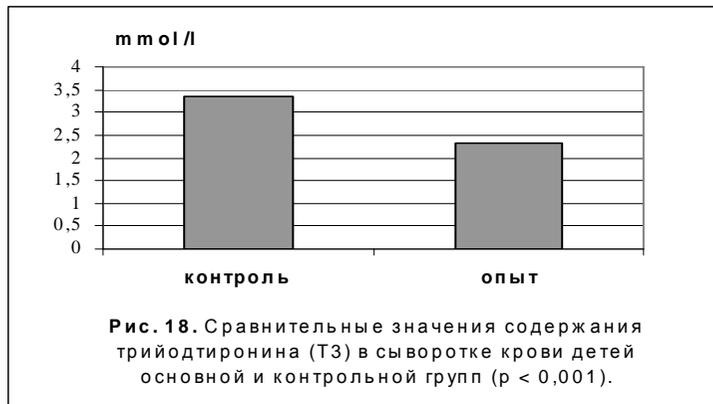
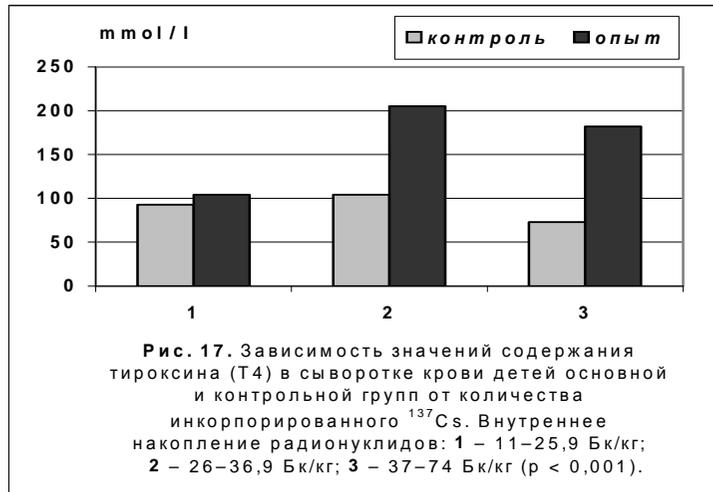
Повышенное в сравнении с контролем содержание тироксина в крови зарегистрировано Бандажевской Г.С. (1996) и у детей 3-7 лет в 1995 году, проживающих в г. Гомеле (1-5 Ки/км² по ^{137}Cs), при этом прослеживается прямо пропорциональная зависимость с количеством инкорпорированных радионуклидов (рис. 16, 17). В то же время содержание трийодтиронина значительно ниже контрольного уровня (рис.18). Струков Е.Л. и соавт. (1994) считают, что данное состояние сопутствует осложненному течению заболеваний сердечно-сосудистой и пищеварительной систем.

Необходимо отметить, что указанная гипертирексинемия обычно не сопровождается выраженными клиническими проявлениями (Эпштейн Е.В. и др., 1993). Некоторое повышение уровня трийодтиронина в крови и параллельное

снижение секреции тиреотропина отмечалось у детей и подростков из пострадавших районов в первые три года после аварии на ЧАЭС, что указывает на функциональную активацию тиреоидной системы (Цыб А.Ф. и др., 1991). Следует учитывать, что метаболизм тиреоидных гормонов имеет сложный характер. У здорового человека основным гормоном щитовидной железы является T_4 . Однако основные эффекты тиреоидных гормонов определяются T_3 . Менее чем 20% от общего пула T_3 продуцируется непосредственно щитовидной железой, 80-90% T_3 образуется в результате монодейодирования T_4 . Превращение T_4 в T_3 осуществляется в основном в печени и почках (Дедов И.И. и соавт., 1992). У беременных женщин (12-32 недели беременности), получивших малые дозы радиоактивного облучения, угнетение секреции тироксинсвязывающего глобулина, повышение уровня общего тироксина в крови происходило на фоне снижения уровня прогестерона и пролактина (Акулич Н.С. и др., 1990). Предпосылки к развитию гипотиреоза возникают у лиц с дозовой нагрузкой на щитовидную железу 400 Гр (Астахова Л.Н. и др., 1993).



Кроме изменений в секреции гормонов со стороны щитовидной железы обнаружены и структурные изменения, свидетельствующие о развитии выраженной патологии данного органа. В частности, у девочек и девушек 6-18 лет, находившихся во время аварии на ЧАЭС в 30-километровой зоне, при ультразвуковом исследовании выявлены изменения щитовидной железы, характерные для гипоплазии и умеренного тиреофиброза (Вовк И.Б. и др., 1992).



Патологоанатомическое изучение щитовидной железы плодов и детей из Гомельской области, умерших от различных заболеваний показало, что в 1986 году имели место морфологические признаки повышения функциональной активности железы: заметное усиление процессов десквамации тироцитов, уменьшение относительного объема тиреоидного эпителия в железе вследствие цитолиза, достоверное уменьшение размеров фолликулов с последующим их коллабированием и замещением соединительно-тканной стромой (Черстой Е.Д. и соавт., 1993).

Клинические наблюдения подтверждаются результатами экспериментальных исследований. В частности, у крыс, внутрибрюшинное введение ¹³¹I в дозе 500 кБк вызывало изменение кальций-фосфорного обмена и его гормональной регуляции, а также сдвиг в продукции тиреоидных гормонов (Багель И.М. и др., 1990). Не только воздействие ¹³¹I может вызвать существенное изменение в щитовидной железе, но и однократное внешнее γ -облучение /1Гр/ вызывает у лабораторных животных (белые крысы) развитие стойких структурно-функциональных нарушений, приводящих в отдаленные сроки к формированию гипотиреоза, что демонстрируется снижением содержания тироксина в крови, усилением тиреотропной функции гипофиза, подавлением активности тироксинзависимого фермента α -глицерофосфатдегидрогеназы в печени (Туракулов Я.Х. и др., 1992).

Распространенность же узловой патологии щитовидной железы у детей Гомельской области составляет свыше 15%, в том числе рака - 2,54% (Астахова Л.Н. и др., 1993)..

Аналогичные результаты регистрируются в Калужской области, где в 1994 г. отмечен рост числа случаев заболевания узловыми формами зоба, а также рака щитовидной железы (фолликулярная и папиллярная формы). При этом поглощенная доза в щитовидной железе от радиоактивного йода - колебалась от 26,6 до 169 сГр. (Матвиенко Е.Г. и соавт., 1996).

Однако, следует констатировать, что наибольшие дозы облучения щитовидной железы получили дети (возраст 0-17 лет), проживающие в Хойникском районе (242-527 сГр.). В г.Гомеле дозы на щитовидную железу составили от 15 до 60

сГр., в г.Минске - от 2,4 до 9,2 сГр. Максимальную дозу радиоактивного йода получили дети, которым на момент аварии было менее 5 лет (Дедов И.И. и соавт., 1992).

В результате указанного воздействия радиоактивного йода резко возросла частота заболеваний щитовидной железы, в частности рака (in situ), узлового зоба, аденом, аутоиммунного тиреоидита.

Резкое увеличение заболеваемости раком щитовидной железы констатировано в Республике Беларусь на пятом году после катастрофы. За 10 лет выявлено 422 случая заболеваний у детей и 3492 - у взрослых и подростков (Дробышевская И.М. и соавт., 1996). Наиболее высокая распространенность рака щитовидной железы отмечена среди подростков Хойникского района.

Клинико-морфологический анализ рака щитовидной железы у детей Беларуси выявил ряд особенностей этого заболевания:

1. Относительно короткий латентный период между действием вероятного причинного фактора и клинической регистрацией опухолей.

2. Преобладание папиллярных карцином с признаками снижения гистологической дифференцировки, обладающих выраженным местным распространением и высокой частотой метастазирования (Фурманчук А.В. и соавт., 1992; Балева Л.С., Карнеева Е.Е., 1996).

Патогенез вышеуказанных патологических состояний в первую очередь связан с первоначальным воздействием ^{131}I . Как было отмечено при аварии на ЧАЭС в атмосферу было выброшено от 20 до 30% из 60-70 млн.Ки ^{131}I , находящегося в реакторе (Герасимов Г.А., 1991). В результате "йодного удара" у большей части населения возникли серьезные повреждения структурных компонентов ткани щитовидной железы. Затем, учитывая кратковременность воздействия ^{131}I должен наступить период репарации - восстановление. При этом огромную роль выполняет система иммунитета, осуществляя регуляцию процессов пролиферации и дифференцировки фолликулярного эпителия и прилежащих клеток.

В условиях, создавшихся в результате аварии на ЧАЭС, кроме ^{131}I на организм человека длительное воздействие оказывали и оказывают другие долгоживущие радионуклиды, в частности, ^{137}Cs . Под его влиянием изменяется функционирование многих жизненно важных систем и тканей организма, в том числе иммунной системы и клеток щитовидной железы, которые их интенсивно накапливают (Бандажевский Ю.И., Переплетчиков А.М., 1996). При этом происходит повреждение важнейших ультраструктур клетки, изменение антигенных детерминант на поверхности цитоплазматической мембраны.

Вследствие этого структурные компоненты клеток щитовидной железы становятся антигенами для системы иммунитета. Возникает иммунологическая реакция, при которой наблюдается повреждение клеточных структур щитовидной железы аутоантителами и иммунокомпетентными клетками, итогом которой является развитие аутоиммунного тиреоидита, а на его фоне в ряде случаев и рака щитовидной железы. Выявлена взаимосвязь между радиационной нагрузкой на щитовидную железу и уровнем антител к микросомальной фракции щитовидной железы (Поверенный А.М. и др., 1996).

В патогенезе заболеваний щитовидной железы следует учитывать взаимодействие иммуноглобулинов и гормонов щитовидной железы, в частности, тироксина. Установлена способность иммуноглобулинов различных классов (J, A, M) связывать тироксин, трийодтиронин (Свиридов О.В. и соавт., 1992). Корреляция между содержанием IgJ и уровнем T_4 была обнаружена нами у детей из г. Гомеля, при отсутствии таковой у детей из контрольных районов (Бандажевский Ю.И., Потапова С.М., 1997).

На наш взгляд, связывание гормонов иммуноглобулинами приводит к выведению их из метаболической цепи и, естественно, к нарушению функционирования системы гипофиз-щитовидная железа.

Следствием этого процесса является выделение значительного количества тиреотропного гормона, оказывающего стимулирующее воздействие на щитовидную железу, в результате чего происходит повышенная

пролиферация фолликулярного эпителия, создающая условия для неопластических трансформаций.

3.4. Система иммунитета

Радиоактивные элементы оказывают выраженное влияние на иммунную систему. При этом также как и при рассмотрении других жизненноважных систем, следует разделять патологические эффекты, связанные с внешним облучением организма и с внутренним облучением за счет инкорпорированных радионуклидов.

В первом случае у взрослого населения развивается картина острой лучевой болезни с резким уменьшением общего количества лейкоцитов и лимфоцитов на фоне изменения в зависимости от стадии заболевания уровня иммуноглобулинов и С-реактивного белка в периферической крови (Иванов А.А. и др., 1991).

Среди популяции лимфоцитов наибольшим изменениям подвергаются тимусзависимые лимфоциты CD^{4+} и в периферической крови, относящиеся к группе Т-хелперов (Чумак А.А. и др., 1991).

Период первичной реакции на излучение характеризуется изменениями в системе белков острой фазы - снижением уровня комплемента и повышением содержания С-реактивного белка. В период разгара лучевой болезни происходят выраженные нарушения показателей клеточного и гуморального иммунитета и факторов неспецифической защиты - в виде уменьшения числа лимфоцитов и содержания пропердина, лизоцима, иммуноглобулинов в крови, на фоне увеличения содержания С-реактивного белка и комплемента.

У большинства детей с лучевой травмой в первые дни регистрировали гиперлейкоцитоз со сдвигами формулы крови влево вплоть до миелоцитов и единичных миелобластов (Бибешко В.Н. и др., 1991).

В отдаленный период заболевания может иметь место временное как увеличение, так и снижение числа лейкоцитов на фоне нарушения содержания Т и В - лимфоцитов и

извращенного соотношения хелперы/супрессоры (Иванов А.А. и др., 1991; Иванов А.А. и др., 1993).

У лиц, проводивших наладочные, монтажные и проектировочные работы при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, через четыре года регистрировался дисбаланс и дисфункция в иммунном гомеостазе, без связи с дозой ионизирующего излучения (Савина Н.П. и соавт., 1995).

Дисбаланс субпопуляционного состава Т-лимфоцитов, периодическое уменьшение количества В-лимфоцитов, концентрации в сыворотке крови основных классов иммуноглобулинов, снижение показателей индекса иммунорегуляции зарегистрированы у лиц, участвующих в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС (Воронцова Т.В. и др., 1990; Брувере Р.Ж., 1991; Комиссаренко В.Г. и др., 1991; Козырева Т.В. и др., 1991; Радовская И.В., 1992), а также у детей из школы-интерната Чернобыля, у которых снижение уровня иммуноглобулинов М, G, и А, фагоцитарной активности нейтрофильных гранулоцитов обнаружены при нормальных гематологических показателях (Исаева З.Г. и др., 1991). У практически здоровых, к моменту обследования, участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС отмечено снижение субпопуляции Т-активных лимфоцитов и содержание розеткообразующих нейтрофилов на фоне увеличения числа ауторозеток (Галицкая Н.М. и др., 1991).

Характерной чертой клеток лимфоидного ряда является макроцитоз лимфоцитов, который встречался в 6-7 раз чаще у детей из загрязненных районов, по сравнению с контрольной группой (Данилов И.П., Крылова Л.Я., 1991).

Лимфоциты периферической крови характеризуются крупным плотным ядром и скудной цитоплазмой (Новодерчинина Ю.К. и соавт., 1995).

У лиц, проживающих на территории, загрязненной ^{137}Cs 15-47 Ки/км² с наибольшей частотой отклонялись от нормы численность естественных киллеров, их цитотоксическая активность, уровень иммунорегуляторных клеток и В-лимфоцитов (Кузьмина Е.Г. и др., 1993; Лисяный Н.И. и др., 1991)..

Аналогичная ситуация наблюдается у ликвидаторов аварии на ЧАЭС (1986-1987) по истечении 5-6 лет после катастрофы (Михеенко Т.В. и соавт., 1996).

Иммунный статус обследованных характеризовался наличием лимфопении, снижением процента общих розеткообразующих лимфоцитов и численности НК-клеток, Т-супрессоров-киллеров, недостаточностью В-клеток, снижением фагоцитарной активности нейтрофилов (Орадовская И.В., 1993), а также моноцитов (Волчек И.В. и др., 1991).

Отмечено нарушение субпопуляционного состава лимфоцитов в виде уменьшения количества CD^+_3 , HLA-DR⁺ клеток (Чумак А.А. и соавт., 1992).

Таким образом, у обследованных лиц отмечаются изменения, затрагивающие в большей мере систему Т-клеточного иммунитета на фоне значимого повышения Ig, А и М (Козырева Т.В. и др., 1991; Тернов В.И. и др., 1993). Однако, зарегистрировано понижение уровня всех иммуноглобулинов (Комиссаренко В.Г. и др., 1991), а также повышение уровня Ig М, (Иванов А.А., 1991; Аклеев А.А. и др., 1991), повышение уровня Ig G и снижение содержания Ig А (Коледенко В.Г. и др., 1991; Салицкая Н.Н. и др., 1990). Отмечено в течение первых двух лет после аварии у жителей пострадавших районов снижение уровня секреторного Ig А в слюне (Мельников О.Ф. и др., 1991).

Обнаруженные изменения отражают состояние В-лимфоцитов в условиях воздействия радионуклидов (Михеенко Т.В. и др., 1992).

Так же, как у взрослых, у детей, проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами, выявлено достоверное уменьшение содержания Т и В-лимфоцитов, основных классов иммуноглобулинов (Виноградов Г.И., Винарская Б.К., 1991; Галицкая Н.Н., Елинов А.В., 1992), угнетение пролиферативной активности Т-клеток при стимуляции ФГА (Ватин О.Е. и др., 1991).

У детей из районов, загрязненных ^{137}Cs 1-5 Ки/км² обнаружено уменьшение фагоцитарной активности нейтрофильных лейкоцитов на фоне увеличения уровня IgM и уменьшения уровня IgA в крови в сравнении с контролем

(Бандажевский Ю.И. и соавт., 1995). В то же время возможность эффективной стимуляции цитотоксической активности естественных киллеров иммуномодуляторами с различными механизмами действия позволяет предположить, что депрессия их активности носит функциональный характер и является обратимой (Мельников О.Ф. и др., 1991). Характерным является преобладание хелперной популяции Т-лимфоцитов (Ковалев Г.И. и др., 1990; Чебан А.К. и др., 1991).

Необходимо отметить, что из всех клеток лимфоидного ряда исключительно высокой радиочувствительностью отличаются популяции Т-супрессоров и их предшественники (Комиссаренко В.Т. и соавт., 1993). Преимущественное подавление супрессорного звена иммунной системы у детей, проживающих в районах, подвергшихся воздействию радионуклидов (Дехтярева О.С. и др., 1991) сопровождалось повышением содержания Ig М, G и циркулирующих иммунных комплексов в крови (Евтушенко С.К. и др., 1992).

Как реакция организма на действие радиации, может быть расценено более высокое содержание интерферона у детей, проживающих в районах жесткого контроля (Коробко И.В., Титов Л.П., 1991).

У части обследованных участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС наблюдается повышенное содержание в крови циркулирующего интерферона, и у всех обследованных - снижение синтеза гамма-интерферона, что свидетельствует об угнетении функционирования системы интерферона (Коробко И.В. и соавт., 1996). Значение этого белка для иммунной системы огромно.

У практически здоровых лиц молодого возраста, проживающих в г.Киеве, через 5 лет после аварии на ЧАЭС регистрируется снижение гуморального и Т-клеточного иммунитета, при этом определяется инверсия эффекта теофиллина, свидетельствующая о функциональных изменениях Т-клеточной системы иммунитета (Комиссаренко В.Г. и соавт., 1993).

Результаты иммунологического скрининга, полученные при обследовании населения, подвергшегося воздействию

радионуклидов, подтверждаются экспериментальными исследованиями на лабораторных животных.

У лабораторных животных (крысы, мыши), содержащихся в Чернобыле, в 1989-1990 гг. обнаружены существенные изменения со стороны иммунной системы в виде снижения количества иммунокомпетентных клеток, в частности, Т-лимфоцитов, стойкого и длительного угнетения активности естественных цитотоксических клеток и антителозависимых клеток-киллеров (Мельников О.Ф. и др., 1991). В тоже время популяция В-лимфоцитов у подопытных животных практически не изменена (Савцова З.Д. и др., 1991).

У овец из зон Белорусского Полесья, где плотность радионуклидного загрязнения составляет 40-100 Ки/км² отмечено понижение фагоцитарной активности нейтрофилов, количества Т и В-лимфоцитов (Бударков В.А. и др., 1991).

Наиболее существенные иммунодефицитные изменения были выявлены у животных первого и второго поколений (Мельников О.Ф. и др., 1991). "Гамма-облучение" крыс линии Вистар вызвало снижение численности лимфоцитов в тимусе, селезенке и костном мозге на фоне структурных и функциональных повреждений этих клеток (Борткевич Л.Г. и др., 1989).

Значительное снижение спонтанной цитотоксической способности NK-лимфоцитов отмечено у крыс, получавших с пищей ⁸⁵Sr в дозе 200 Бк/животное и ¹³⁷Cs в дозе 250 Бк/животное в течение 30 дней (Волкова Н.Н., Корзун В.Н., 1991).

У мышей "чистых" линий длительное время сохранялись нарушения иммунного ответа на тимус-зависимый антиген (эритроциты барана) после инъекции препаратов ¹²⁵I и ¹³¹I (Анохин Ю.Н., Белорукова Н.В., 1992).

Указанные изменения иммунного статуса лиц, проживающих в районах радиоактивного загрязнения, обусловлены высокой радиочувствительностью иммунокомпетентных клеток. При этом различные дозы облучения вызывают повреждение различных клеточных популяций. Облучение в дозе 1,2 - 1,8 Гр вызывает патологические эффекты у В-лимфоцитов, а в дозе 2,0 - 2,5 Гр и

выше Т-клеток (Ярилин А.А., 1988), среди которых наиболее чувствительны Т-супрессоры (Wasserman I et al., 1979). Тимоциты, находящиеся на завершающих стадиях дифференцировки более, чем в 2 раза чувствительны к воздействию радиации, чем тимоциты, проходящие ее начальный этап (Граевская Б.М., Золотарева Н.Н., 1991). Изменение функциональной активности макрофагов в облученном организме обусловлено усилением проницаемости их клеточных мембран (Туманян М.А. и др., 1992).

Следует подчеркнуть, что внутриутробное облучение приводит к более выраженным изменениям иммунитета, чем облучение в первые годы жизни (Аклеев А.В., Косенко М.М., 1991).

Дисфункция макрофагальной системы сопряжена с угнетением антиоксидантной системы (Лукина Е.А. и др., 1995).

Таким образом, воздействие радионуклидов на человеческий организм приводит к существенным изменениям со стороны иммунной системы, проявляющимся высокой частотой лимфаденопатий и вторичных иммунодефицитов, главным образом за счет угнетения Т-системы лимфоцитов (общая и Т-клеточная недостаточность, дефицит Т-хелперов). При этом выраженность клинических проявлений иммунодефицита не достигает критических состояний, характерных для первичной иммунологической недостаточности (Балева Л.С., Корнеева Е.Е., 1996).

В связи с этим, иммунную систему необходимо рассматривать как критическую систему при различных видах облучения.

Повреждение звеньев системы иммунитета является основой для развития иммунологических процессов, из которых следует особо выделить аллергию и аутоиммунные состояния. Среди последних следует обратить внимание на аутоиммунный тиреоидит или зоб Хашимото. Рост его среди детского населения зарегистрирован в районах с уровнем загрязнения ¹³⁷Cs свыше 1 Ки/км² через 5-6 лет после катастрофы.

Возрастание частоты аутоиммунных процессов с выработкой антител к антигенам ткани щитовидной железы

положительно коррелирует с уровнем поглощенной дозы щитовидной железой (Хмара И.М., Астахова Л.Н., 1996).

Касаясь аллергии, следует отметить учащение ее у детей из загрязненных районов в ответ на банальные антигены, каким является белок коровьего молока. У детей из районов с повышенным содержанием ^{89}Sr аллергическая настроенность зарегистрирована с помощью реакции дегрануляции тучных клеток в 36,8% случаев (в контрольной группе у 15% детей). Уровень содержания кортизола в крови детей из пораженных районов в ряде случаев был достоверно ниже (Бандажевский Ю.И. и соавт., 1995).

Обследование студентов Гомельского медицинского института и школьников из деревни Светиловичи Ветковского района в 1997 году показало наличие в 50% и более положительной и резко-положительной аллергической реакции на белок коровьего молока, аллергены плодов цитрусовых растений (Бандажевский Ю.И., Вернер И.А., 1997).

3.5. Кроветворная система

Радиоактивное излучение обладает способностью в зависимости от силы и продолжительности воздействия вызывать соответствующие изменения в кроветворной системе человека и животных.

В случае облучения человека в дозах от 1 до 10 Гр. возникает острая лучевая болезнь, в патогенезе которой важную роль играет гематологический синдром, проявляющийся обычно на 3-4 неделе заболевания в виде гранулоцитопении, тромбоцитопении и анемии (Иванов А.Е., 1991).

У реконвалесцентов после острой лучевой болезни и пациентов с начальной стадией депрессии кроветворения при дозах 0,3-1,0 Гр. имеются стойкие изменения количественных и качественных показателей периферической крови и костного мозга, существенные изменения в системе металлопротеидов плазмы крови (понижен уровень Fe-трансферина и Cu^{2+} -церулоплазмина).

У большинства из них, по данным культуральных исследований, сохраняется функция кроветворного ростка на уровне ближайших потомков стволовых клеток (Бибешко В.Г. и соавт., 1996).

У ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС имели место в первые 2 недели пребывания в зоне преходящие лейкоцитоз, ретикулоцитоз, эозинофилия (Шишмарев Ю.Н. и др., 1992), увеличение числа палочкоядерных нейтрофильных лейкоцитов (Любченко Л.Н. и др., 1991; Оганесян Н.М. и др., 1991) и базофилов (Любченко Л.Н., и др., 1991). При этом у мононуклеаров увеличивался размер ядер и снижалась их оптическая плотность.

Зверкова А.С. и др. (1991) указывают на то, что у ряда лиц, участвующих в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, обнаруживались нейтрофилопения, сдвиг лейкоцитарной формулы влево, увеличение количества моноцитов.

В последующем, на 30-50 сутки пребывания в зоне, наблюдалось снижение числа тромбоцитов, эритроцитов и ретикулоцитов (Шишмарев Ю.Н. и др., 1992).

Спустя 4-5 лет у данных лиц регистрировались абсолютный лимфоцитоз и моноцитоз, уменьшение индекса сегментации клеточных ядер, снижение содержания миелопероксидазы в лейкоцитах (Данилов И.П. и др., 1992).

Через 5-6 лет отмечают количественные и качественные изменения лейкоцитарного звена, в виде умеренного относительного и абсолютного лимфоцитоза, эозинофилии и нейтропении. При больших дозах радиации обнаруживались лимфоциты и нейтрофильные лейкоциты с изрезанным контуром ядра, появлением дополнительных ядер. В нейтрофилах увеличивалось число выростов хроматина (Зак К.П. и соавт., 1995).

Кроме этого у ликвидаторов последствий Чернобыльской аварии через 4 года выявлены признаки функциональной дезорганизации в системе гемостаза: активация гемокоагуляции и агрегации тромбоцитов на фоне уменьшения активности фибринолиза и антитромбогенных свойств стенки сосудов (Чекалина С.И. и соавт., 1995).

Так же, как у взрослых, изменения со стороны кроветворной системы обнаружены и у детей, находившихся в зоне воздействия радиоактивного излучения. У детей из зон жесткого радиационного контроля средние показатели количества эритроцитов, содержание гемоглобина достоверно снижены по отношению к норме (Козорезова Т.И. и соавт., 1993). У практически здоровых детей, эвакуированных из г. Припяти через 36-40 часов после аварии на ЧАЭС, обнаруживали умеренный лейкоцитоз с увеличением относительного и абсолютного содержания клеток гранулоцитарного ряда /палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, эозинофилов/.

Характерным является выявление в лейкограммах этих детей гранулярных лимфоцитов (Бибешко В.Г., 1991) и укрупненных нейтрофильных лейкоцитов с токсигенной и незрелой зернистостью (Степанова Ю.В. и др., 1992). Через 1-4 года после аварии у этих детей не выявлено существенных изменений гемограмм. Отмечаются также у детей, подвергшихся облучению малыми дозами радиации, изменения морфологического состава периферической крови, не носящие патологического характера: лейкопения, лимфоцитопения (Торубарова Д.А., Ковалев Г.И., 1991). Обнаружено, что у ряда детей на фоне значительного повышения содержания эозинофильных гранулоцитов в крови наблюдалось снижение активности щелочной фосфатазы в нейтрофильных гранулоцитах (Зак К.П. и др., 1991).

Анализ огромной массы данных лабораторного гематологического обследования детей и подростков, проживающих в радионуклидзагрязненных районах выявил нарушения в гемограммах в виде снижения числа эритроцитов, сопровождающееся в ряде случаев макроцитозом, лейко- и лимфопенией (Цыб А.Ф. и соавт., 1996).

Таким образом, в периферической крови детей, подвергнутых длительному воздействию малых доз радиации, выявлены количественные и качественные изменения со стороны эритроидного ряда, нейтрофильных лейкоцитов, эозинофилов, В-лимфоцитов, причем характер и

направленность изменений зависит от возраста детей и уровня общей радиоактивности (Евец Л.В. и др., 1992).

За истекший со дня аварии на ЧАЭС период на пострадавших территориях не зарегистрировано выраженного увеличения частоты лейкозов и других заболеваний миелоцитарного роста (И.В. Осечинский и соавт., 1994).

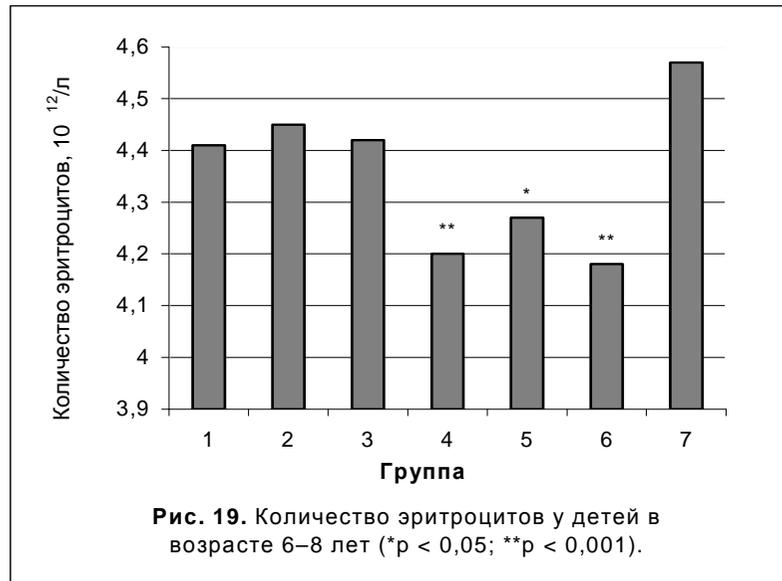
Однако, следует отметить статистически значимое увеличение частоты хронического лимфолейкоза, парапротеинемических гемобластозов, неходжкинских лимфом. В дополнение к этому, в 1988г. статистически значимое возрастание зарегистрировано в отношении острых нелимфобластных лейкозов, хронического миелолейкоза (Осечинский И.В. и соавт., 1991).

На территориях с наибольшим уровнем радиоактивного загрязнения частота гемобластозов несколько выше, главным образом, за счет острых лимфобластных лейкозов, хронических лимфолейкозов и лимфогранулематозов (Осечинский И.В. и соавт., 1996).

Таким образом, у населения, пострадавшего от аварии на Чернобыльской АЭС, на протяжении ряда лет обнаруживаются существенные изменения со стороны гемопоэтической системы.

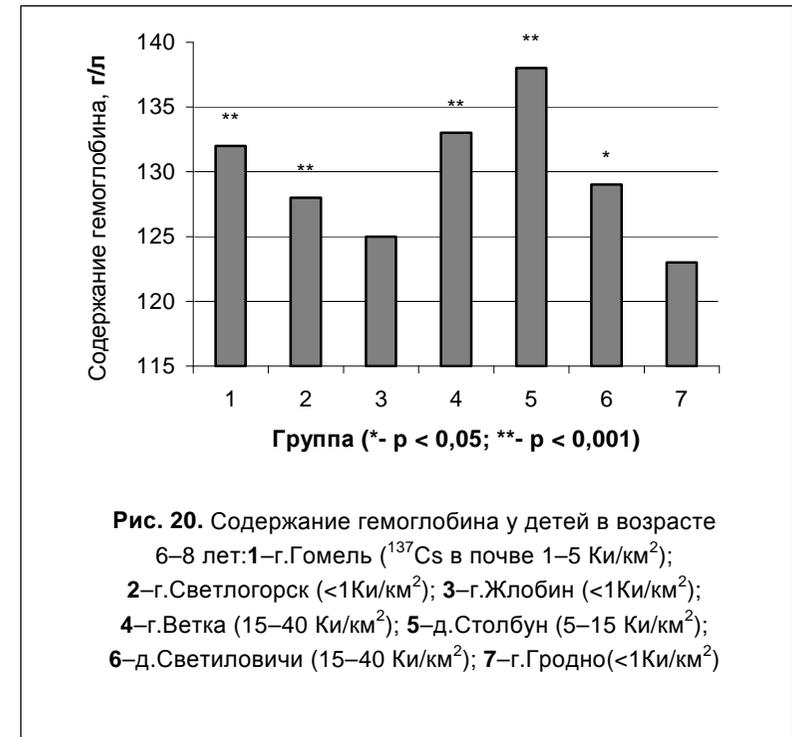
Характерным является то, что они связаны с количеством инкорпорированных в организм радионуклидов. Подтверждением этому являются результаты оценки гематологических исследований у детей из населенных пунктов с различным уровнем загрязнения территории и с различным уровнем накопления их в организме.

Между количеством эритроцитов в крови и количеством инкорпорированных радионуклидов существует обратно пропорциональная зависимость (рис. 19).



У детей из населенного пункта Светиловичи (15-40 Ки/км² по ¹³⁷Cs) наблюдается наиболее выраженное снижение числа эритроцитов. Однако, содержание гемоглобина у этих детей было значительно выше контрольного уровня (рис. 20). Аналогичная зависимость прослежена и в других группах. Результаты клинико-лабораторного обследования детей подтверждаются экспериментальными исследованиями на лабораторных животных.

У крыс, родившихся в первые месяцы после аварии на ЧАЭС, на протяжении жизни отмечаются существенные изменения в периферической крови и системе костномозгового кроветворения: эозинофилия, лимфопения, гиперсегментоз и фрагментация ядер нейтрофилов, их гигантские размеры, двух- и более ядерные лимфоциты, включения ядерного вещества в цитоплазму лимфоцитов и эритроцитов, гигантские формы тромбоцитов, дырчатость цитоплазмы эозинофилов (Пинчук В.Г. и др., 1991).



При ультраструктурном исследовании клеток костного мозга у крыс-самцов, содержащихся в 30-километровой зоне аварии на ЧАЭС, обнаружены значительные субмикроскопические изменения в клетках всех стадий созревания, включая недифференцированные области и зрелые формы клеток нейтрофильного, эозинофильного, моноцитарного и эритроцитарного рядов кроветворения, а также в стромальных элементах микроокружения, магакариоцитах и эндотелии (Афанасьева И.В. и др., 1991).

Кормление крыс линии Вистар зерном овса, содержащем ¹³⁷Cs в концентрации 445,7 Бк/кг в течение 20 дней, привело к снижению количества эритроцитов в крови, по сравнению с контрольной группой, получавшей зерно, содержащее ¹³⁷Cs в концентрации 44,2Бк/кг (Вуевская И.В., 1997). При этом,

содержание ^{137}Cs в организме крыс подопытной группы составило $62,76 \pm 3,84$ Бк/кг, при $9,76 \pm 1,77$ Бк/кг в контрольной ($p < 0,05$).

Таким образом, у лиц, подвергшихся выраженному воздействию внешнего и внутреннего облучения, отмечается снижение пролиферативной активности гемопоэтического ростка.

При этом процесс насыщения организма железом не подвергается изменениям. Однако, по ряду сведений частота железодефицитных анемий в ряде областей возросла за последнее время в несколько раз (Пономаренко В.И. и соавт., 1993).

Возникновение анемии у детей из зон радиационного загрязнения может быть связано в ряде случаев с нарушением гликозилирования трансферрина - одного из основных гликопротеидов плазмы крови. Нарушение данного процесса отмечено у экспериментальных животных спустя длительный период времени после облучения, что неблагоприятно сказывается на транспорте железа в организме (Шилина Н.М. и соавт., 1997).

Одной из причин этого патологического процесса является повреждение печени при инкорпорации ^{137}Cs (Бандажевский Ю.И., Фомченко Н.Е., 1996).

3.6. Органы дыхания

Проникновение радионуклидов с воздухом вызывает поражение органов дыхания. Особенно ярко это проявилось у ликвидаторов последствий катастрофы на ЧАЭС, работавших в условиях большой запыленности с высоким содержанием в пыли радиоактивных частиц. У них выявлен рост показателей бронхолегочных заболеваний, смертности от злокачественных новообразований органов дыхания (Шарыгин В.Л. и др., 1996).

Увеличение частоты воспалительных заболеваний органов дыхания у лиц, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами, напрямую связано с состоянием иммунной системы, в частности уменьшением уровня сывороточного и гуморального IgA, и снижением фагоцитарной

активности нейтрофильных лейкоцитов (Бандажевский Ю.И. и соавт., 1995).

Ярким примером этого является заболеваемость туберкулезом, частота которого у жителей загрязненных радионуклидами районов резко возросла.

3.7. Печень и состояние обмена веществ

Радиоактивные элементы вызывают при различных условиях воздействия на организм комплекс взаимосвязанных структурно-метаболических изменений во внутренних органах и тканях.

Одним из ключевых органов, от которого зависит уровень обменно-метаболических процессов в организме, является печень. Изучение состояния данного органа у диких грызунов из районов, подвергшихся воздействию радиоактивных элементов, а также белых крыс, длительно находившихся в реальных условиях зоны ЧАЭС, показало множественность типов поражений этого органа, из которых наиболее часто отмечалась жировая и вакуольная дистрофии, коагуляционный некроз гепатоцитов (Пинчук В.Г. и др., 1991; Шишкина Л.Н. и др., 1992).

При микроскопическом исследовании ткани печени самцов и самок лабораторных животных, получавших в течение 45 дней в виде корма зерно овса, содержащее радионуклиды (^{137}Cs в концентрации 373 Бк/кг) обнаружены зернистая и вакуольная дистрофия гепатоцитов, расширение пространств Диссе. Отмечалось умеренно выраженное нарушение кровообращения в виде полнокровия центральных внутридольковых вен (рис.21).

Внутрижелудочное введение водного раствора ^{137}Cs в количестве 180 Бк в течение 6 дней привело к тому, что на 8-й день эксперимента среднее содержание данного радионуклида в организме крыс составило $991,00 \pm 76,00$ Бк/кг, при этом регистрировались белковая и жировая дистрофия, массивный некроз гепатоцитов. Аналогичные изменения обнаруживались при микроскопическом исследовании ткани печени лиц, умерших в г. Гомеле и имевших в данном органе накопление радиоцезия.

Структурные изменения были значительными и выражались в дегенеративных процессах в сочетании с расстройствами кровообращения (рис.22). Обращал на себя внимание выраженный клеточный и ядерный полиморфизм паренхиматозных элементов печени (ядра различной формы, величины и интенсивности окраски, клетки различных размеров, среди которых большое количество двух- и многоядерных). Среди структурно измененных гепатоцитов в большом количестве встречались пролиферирующие и гипертрофированные клетки Купфера. Балочное строение сохранялось практически во всех случаях, за исключением болезней, вызывающих цирротическую трансформацию печени в обычных условиях. Жировая дистрофия печеночных клеток встречалась постоянно, и варьировала лишь по степени выраженности. У части больных гепатоциты с мелкокапельным включением жира наблюдались в периферических отделах долек, в зоне портальных трактов. В основном же жировая дистрофия носила субтотальный или тотальный характер, определяя морфологическую картину жирового гепатоза. В ряде случаев печеночные клетки полностью были затронуты дистрофическим процессом и печень представляла собой оптически пустую "сетку" с узкими прослойками сохранившейся стромы. В различных отделах печеночных долек встречались мелкие очаги некроза паренхимы с разрушением аргирофильной стромы. В гепатоцитах отмечалось скопление аутофагических вакуолей, при этом цитоплазма печеночных клеток становилась набухшей и обладала высокой степенью фуксинофилии и проявлениями эозинофильной дегенерации. В части клеток увеличивалось число липофусциновых зерен, занимающих значительную часть паренхимы органа.

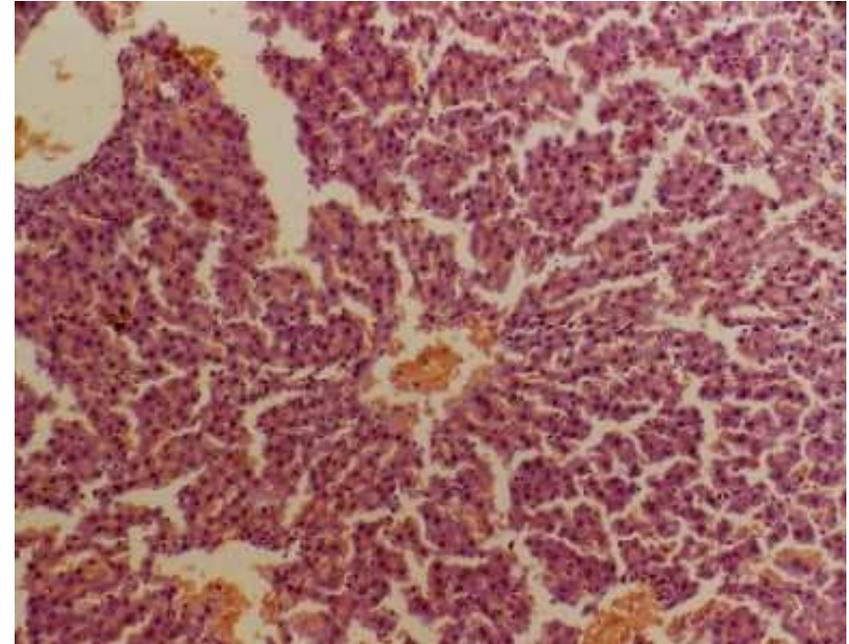


Рис. 21. Гистологическое строение печени животного, получавшего радиоцезий в составе пищевых продуктов (содержание в организме 100 Бк/кг). Застой крови в центральных отделах долек с расширением центральных вен и пространств Диссе. Гепатоциты в состоянии гиалиново-капельной дистрофии и некроза. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 125.

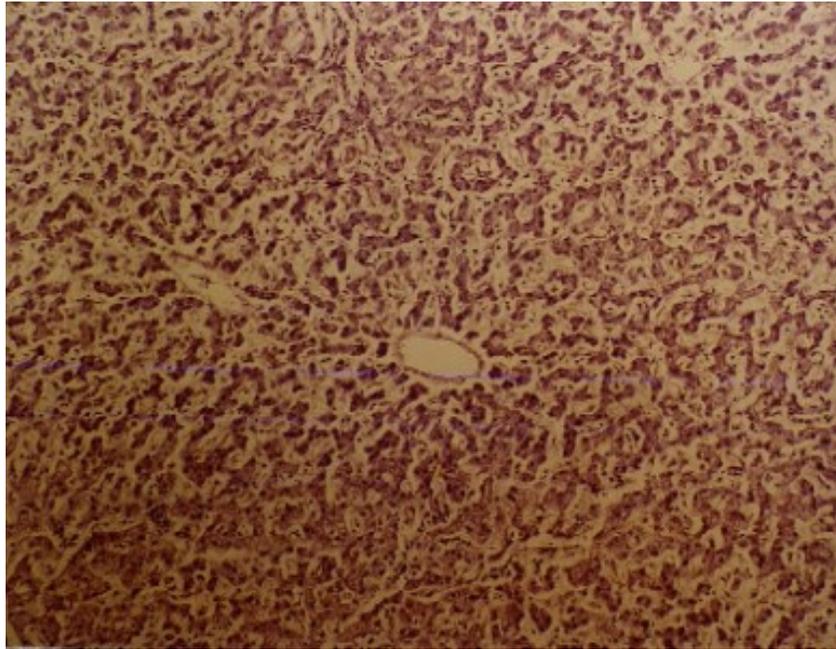


Рис. 22. Гистологическое строение печени ребенка Л, 7 месяцев, проживавшем в Кормянском районе. Доставлен в больницу с признаками острой респираторной вирусной инфекции. Смерть наступила на 8-е сутки от септицемии. Концентрация радиоцезия в печени 670 Бк/кг. Центролобулярные гепатоциты в состоянии гиалиново-капельной и гидропической дистрофии. Паренхиматозная белковая дистрофия сочетается с жировой, наиболее выраженной на периферии долек. Фокусы коагуляционного некроза располагаются преимущественно в центре долек. Клетки печени уменьшены в размерах, контуры их нечеткие, ядра полиморфные. Набухание межучеточного вещества за счет отека. Полнокровие внутридольковых капилляров, расширение пространств Диссе за счет отека. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 125$.

Портальные тракты расширены, характеризуются явлениями отека и слабовыраженной клеточной инфильтрации, представленной преимущественно макрофагами и лимфоцитарными элементами. Определялся очаговый или диффузный склероз портальной стромы. Иногда, при отсутствии характерных признаков воспалительного поражения печени встречались очаговые внутридольковые инфильтраты в виде скопления макрофагов и лимфоцитов, располагающиеся, как правило, по ходу синусоидов. Пространства Диссе расширены.

Изменения в системе микроциркуляции находят свое проявление в резком полнокровии центральных дольковых вен. При этом, синусоиды расширены, целостность синусоидальной выстилки местами нарушена, регистрируются эритроцитарные стазы. Эндотелий капилляров набухший, с явлениями отека. Следует отметить выраженные кровоизлияния, преимущественно в центролобулярные отделы.

Характерной особенностью действия радиоактивного излучения на организм человека и животных является способность интенсифицировать процессы перекисного окисления липидов, изменять фосфолипидный состав цитоплазматических мембран. Это может происходить в различных тканях, в том числе слизистой оболочке тонкой кишки (Степанов Ю.В. и др., 1992), в тимоцитах (Древаль В.И., 1993; Ahlers et al., 1992), жировой ткани (Егуткин Г.Г. и др., 1993), ткани легких (Дардынская И.В., Бестужева С.В., 1991), и почек (Галицкий Э.А. и др., 1992), мышечной ткани (Галицкий Э.А., Селевич М.И., 1992).

Однократное гамма-облучение *in vivo* в дозах 1 и 2 Гр. беременных крыс приводит к накоплению продуктов перекисного окисления липидов и угнетению активности цитохром-с-оксидазы, НАДН цитохром-с-редуктазы, АТФ-азы и РНК-азы в ядрах клеток печени этих животных и их зародышей (Мирахмедов А.К. и др., 1992).

Пероксидация липидов является основной причиной повреждения и структурной реорганизации цитоплазматических и митохондриальных мембран (Милютин А.А. и др., 1993; Xiong Ye, Chen Zongrong, 1993).

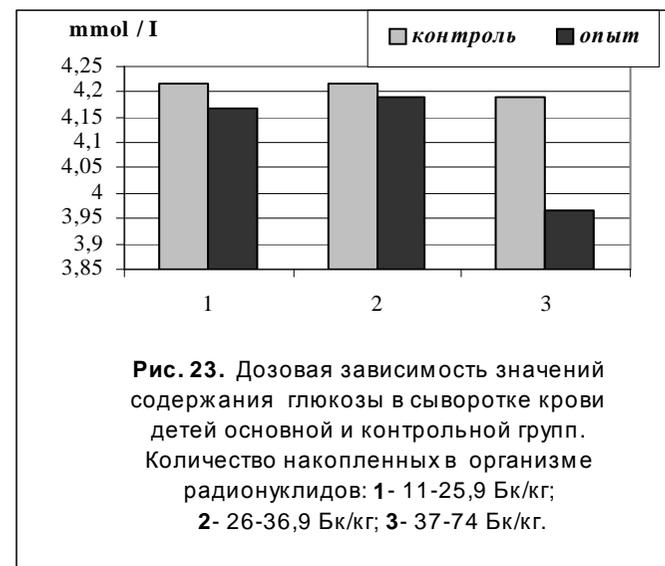
Таким образом, в организме людей и животных, находящихся в районах с радиоактивным загрязнением, установлены изменения в функциональном состоянии системы перекисного окисления липидов (Гацко Г.Р. и др., 1992), снижение ее мощности (Кухта В.К. и др., 1993). Однако, следует отметить быструю установку нового динамического равновесия между компонентами систем перекисного окисления липидов и антиокислительной защиты, что является механизмом экстренной адаптации (Паранич А.В. и др., 1992).

Одним из факторов, снижающих антиоксидантную защиту, является недостаток в организме каротинов и витаминов антиоксидантного действия (Морозкина Т.С. и др., 1993).

Интегральный ответ организма на действие облучения отражается на динамике реакций в процессе превращения углеводов. Первая фаза (первые часы после облучения) характеризуется усилением гликогенообразования и торможением гликогенолиза; вторая фаза (3-16 суток) - торможением синтеза и усилением распада гликогена в печеночной ткани; третья фаза (конец 3-й и начало 4-й недели после облучения) нормализацией гликогенолитической и гликогенообразовательной функции печени (Граевская Б.М., Золотарева Н.Н., 1991). При оценке изменений превращений углеводов следует учитывать стимулирующее до определенного уровня накопления влияние радионуклидов на бета-клетки поджелудочной железы (Евец Л.В. и др., 1992). Это находит свое подтверждение в снижении содержания глюкозы в крови детей 3-7 лет при концентрации ^{137}Cs в организме свыше 37 Бк/кг (рис.23). Одним из ферментов, участвующих в превращении углеводов, является глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, снижение активности которой отмечается у детей дошкольного возраста, контактирующих с радионуклидами, и прежде всего, ^{137}Cs (Требухина Р.В. и др., 1993).

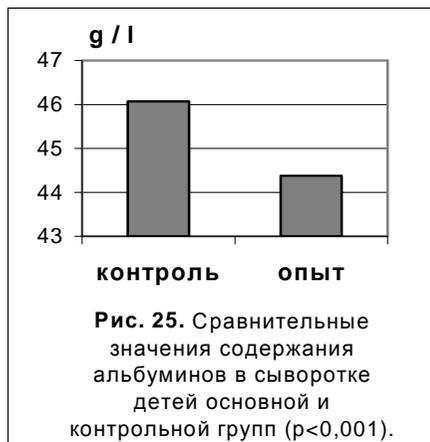
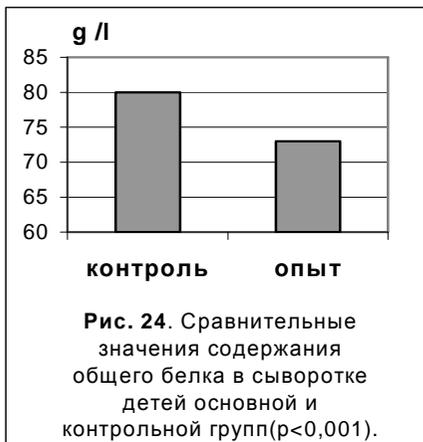
Радиоактивное излучение вызывает изменение белкового обмена в организме. Одной из ранних реакций организма на облучение является увеличение скорости синтеза белка и содержания его в плазме крови (Martin et al., 1992; Rasek

et al., 1992). В то же время у мужчин, участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, а также у детей 3-7 лет, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами, отмечены гипопроотеинемия и гипоальбуминемия (рис. 24, 25).



Возможно, что это связано с изменением содержания ДНК в клетках (Орлова Л.Г. и др., 1991) или активности митохондриальных и цитоплазматических ферментов. В частности, β -облучение крыс в дозе 4 Гр вызывает увеличение активности 5-нуклеотидазы и снижение активности протеинкиназы (Бездробный Ю.В., Божек О.В., 1992; Якубовский С.М., 1993). Внешнее однократное облучение в дозе 1 Гр крыс вызывает разнонаправленные изменения в соотношении изоферментов лактатдегидрогеназы, малатдегидрогеназы, эстеразы и кислой фосфатазы в цитоплазме клеток головного мозга в разные сроки после воздействия (Чаяло П.П., Протас А.Ф., 1992). Отмечено угнетение активности пируваткиназы и лактатдегидрогеназы в ранние сроки лучевой болезни (1-3 сутки), а также при инкорпорации радионуклидов (рис.26) с

последующим возрастанием их активности в более поздние сроки (5-10 сутки) (Сухомлинов Б.Ф. и др., 1993).



Эксперименты с введением ^{137}Cs в организм белых крыс показали прогрессирующее по мере увеличения содержания данного радионуклида уменьшение содержания общего белка сыворотки крови за счет α_1 - и α_2 -глобулинов (табл.5).

Отражением нарушения синтетических процессов в печени при инкорпорации радионуклидов является снижение содержания холестерина, креатинина в крови (рис.27, 28). В то же время содержание кальция выше, чем в контрольной группе (рис.29).

Возможно, это связано с тем, что чувствительность протеинкиназы печени крыс к ионам Ca^{2+} снижается уже через 2 часа после общего рентгеновского облучения (в дозе 7,76 Гр.) (Андрейчук Т.Р. и др., 1993).

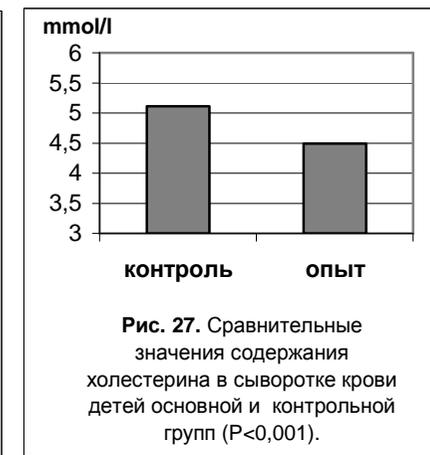
Снижение активности щелочной и кислой фосфатаз, неспецифической эстеразы в зоне микроворсинок, эндотелиоцитах и криптах тонкой кишки зарегистрировано при длительном облучении (1,4 - 2,08 Гр/сут) у цыплят (Skardova, Lenhardt, 1992). Нарастание активности щелочной фосфатазы отмечено у крыс под влиянием 500 кБк (Багель Н.М. и др., 1990).

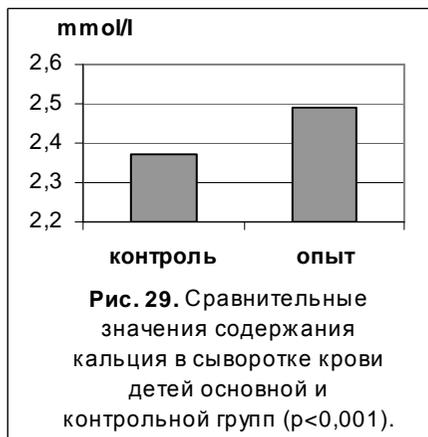
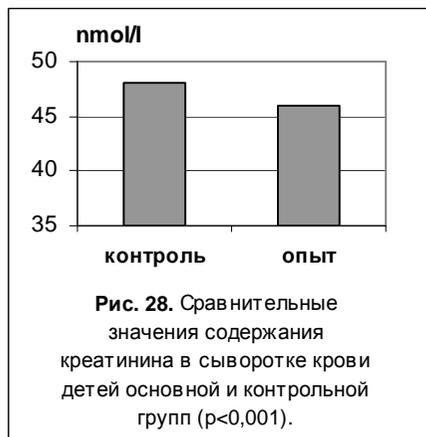
Таблица 5

Содержание белковых фракций у лабораторных животных (белых крыс) с различным содержанием ^{137}Cs в организме

Название показателя	Содержание радиоцезия Бк/кг		
	группа №1 40, 91±10,62	группа №2 104,55±24,73 ⁺	группа №3 150,58±52,06 ⁺
Общий белок г/л	65,56±3,74	62,98±3,26	49,08±2,01 ⁺
Альбумины (%)	36,32±1,70	39,95±2,26	41,68±0,97 ⁺
α_1 -глобулины (%)	13,84±1,01	12,93±1,93	10,16±0,54 ⁺
α_2 -глобулины (%)	15,63±0,91	11,65±1,23	12,12±0,45 ⁺
β -глобулины (%)	14,52±0,88	13,78±2,18	14,76±0,76
γ -глобулины (%)	19,69±1,41	21,70±1,40	21,28±1,24
Отношения альбуминов к глобулинам ($^{\Lambda}/\Gamma$)	0,58±0,04	0,67±0,06	0,72±0,03 ⁺

* - $p < 0,05$ по сравнению с группой N1.



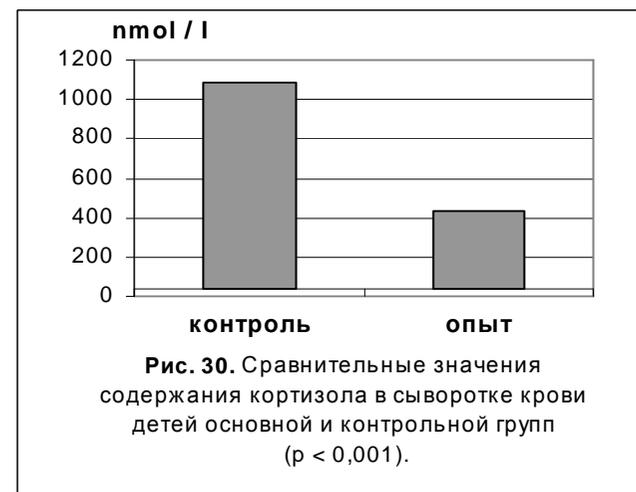


Активность ферментных систем связана с изменением концентрации внутриклеточных регуляторных веществ, в частности, циклических аденозинмонофосфата и гуанинмонофосфата (ц АМФ и ц ГМФ). Увеличение отношения ц АМФ/ц ГМФ в плазме крови крыс на поздних стадиях воздействия радиации (суммарная доза β -облучения составила 10-20 Гр) свидетельствует о прогностически неблагоприятном преобладании адренергических гомеостатических механизмов (Кисельгоф Е.И., Шорохова В.Б., 1992). Это находит свое подтверждение в результатах исследований, проведенных Дворецким А.И., Куликовой И.А. (Дворецкий А.И., Куликова И.А., 1993), показавших, что общее рентгеновское облучение организма в дозах 0,155 и 0,310 Ки/кг модифицирует активирующие эффекты норадреналина и серотонина, а также двухфазный эффект дофамина на Na, K-насос мембран нейронов. При этом следует учитывать разнофазные изменения активности аденилатциклазы (Сложеникина Л.В. и др., 1992).

Отмечено также, что у детей из зоны с уровнем загрязнения 15-45 Ки/км² зарегистрировано повышение уровня адреналина в крови (Балева Л.С. и др., 1992). Однако, Петренко С.В. и Зайцев В.А. (1997) указывают на то, что у детей, проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами, наблюдается снижение содержания катехоламинов, а также

гипореактивность гормонального ответа надпочечников на стимулирующее действие эндогенного адренотропного гормона (АКТГ). Указанные эффекты отмечает и Зайцев В.А. и соавт. (1992). У лиц, участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, установлено значительное повышение уровня гистамина, усиление моноаминоксидантной активности и повышение в 4,5 раза содержания серотонина в крови (Иваницкая Н.Ф. и др., 1991).

Нарушение функции надпочечников является одним из ключевых звеньев патологии обмена веществ при действии радиоактивного излучения на организм. У детей, подвергшихся длительному воздействию малых доз радиации, установлены снижение функциональной активности надпочечников, дисбаланс концентрации кортизола и АКТГ в плазме крови (Петренко С.В., Зайцев В.А., 1993). В частности, у детей 3-7 лет, проживающих на территории с уровнем загрязнения ¹³⁷Cs 1-5 Ки/км² отмечено достоверное, в сравнении с контролем, снижение содержания кортизола в крови (рис.30). Значительную роль в патологии обмена веществ играет снижение способности печени утилизировать кортизол, что приводит к накоплению в организме его метаболитов (Лицкевич Л.А., 1991).



Следует отметить, что рентгеновское облучение вызывает снижение уровня половых гормонов, в частности, лютропина и тестостерона (Вярга С.В. и др., 1993), что играет немалую роль в патологии обмена веществ.

3.8. Желудочно-кишечный тракт

Желудочно-кишечный тракт является одним из важнейших путей поступления и экскреции из организма радионуклидов.

Большие дозы ^{137}Cs , вызывающие развитие острой лучевой болезни у экспериментальных животных индуцируют развитие гастроэнтероколита с выраженным расстройством кровообращения во всех слоях кишечной трубки (Ю.И. Москалев, 1995) и отеком слизистой оболочки (Якубовский М.И. и соавт., 1997).

Поступление в организм детей относительно небольших количеств ^{137}Cs с пищевыми продуктами способствует хроническому воспалению в желудке.

В зоне радиационного контроля более чем 80% детей страдает хроническим гастритом и гастродуоденитом. При этом следует подчеркнуть высокую обсемененность слизистой желудка хеликобактером.

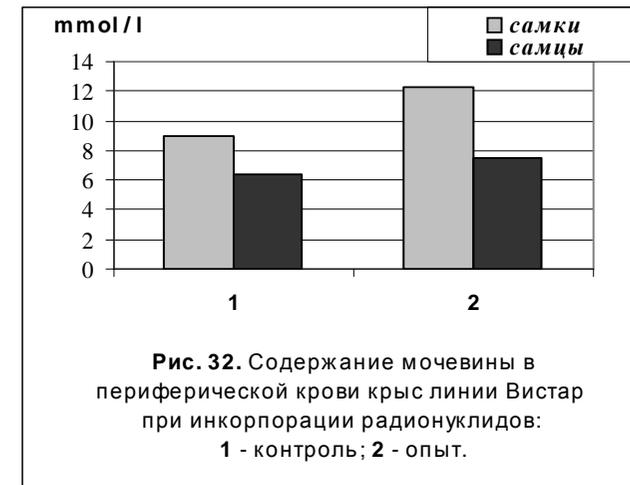
Характерными признаками являются атрофия слизистой желудка и ее кишечная метаплазия (Чернобыль, 1996).

У ликвидаторов ЧАЭС повышена частота эрозивного гастродуоденита, характеризующегося бессимптомным течением, склонностью к рецидивированию, сочетающегося с латентным иммунодефицитом (Дементьева О.Ю. и соавт., 1997).

Возможно, это связано с тем, что внутреннее облучение тонкого кишечника энтерально поступающими радионуклидами вызывает нарушение заключительной стадии биогенеза кишечных ферментов и включения их в плазматическую мембрану энтероцита (Лелевич В.В. и др., 1995).

3.9. Почки

Почки активно накапливают радиоцезий и выводят его из организма. Содержание данного радионуклида в организме экспериментальных животных в концентрации 100 Бк/кг и выше вызывает выраженные изменения со стороны клубочков в виде пролиферации мезангиальных клеток, инфильтрации петель лимфоидногистиоцитарными элементами, фрагментации и гибели клубочков (рис.31). Следствием этого является увеличение содержания в сыворотке крови мочевины и продуктов белкового обмена (рис.32).



Инкорпорация радионуклидов в организме белых крыс $991,00 \pm 76,00$ <Бк/кг вызвала тотальное разрушение клубочкового аппарата с полным исчезновением его структур и образованием полостей. В канальцах обнаруживались вакуольная и зернистая дистрофия, а также некроз эпителиальных клеток (рис. 33).

У лиц, умерших в стационарах г. Гомеля и имевших накопление радиоцезия в почках, патологические изменения обнаруживались во всех структурных компонентах органа, однако максимальные повреждения определялись в нефронах (рис. 34, 35).

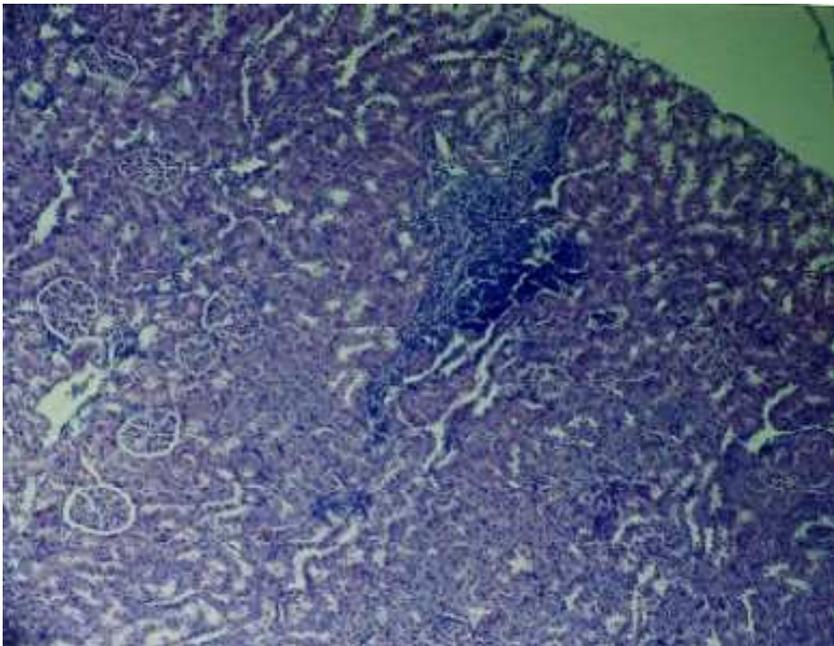


Рис. 31. Гистологическое строение почки животного, получавшего радиоцезий в составе пищевых продуктов (содержание в организме 100 Бк/кг). Лимфогистиоцитарный инфильтрат в корковом отделе, гиалиново-капельная дистрофия эпителия канальцев, пролиферация мезангия и клубочков. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 125$.

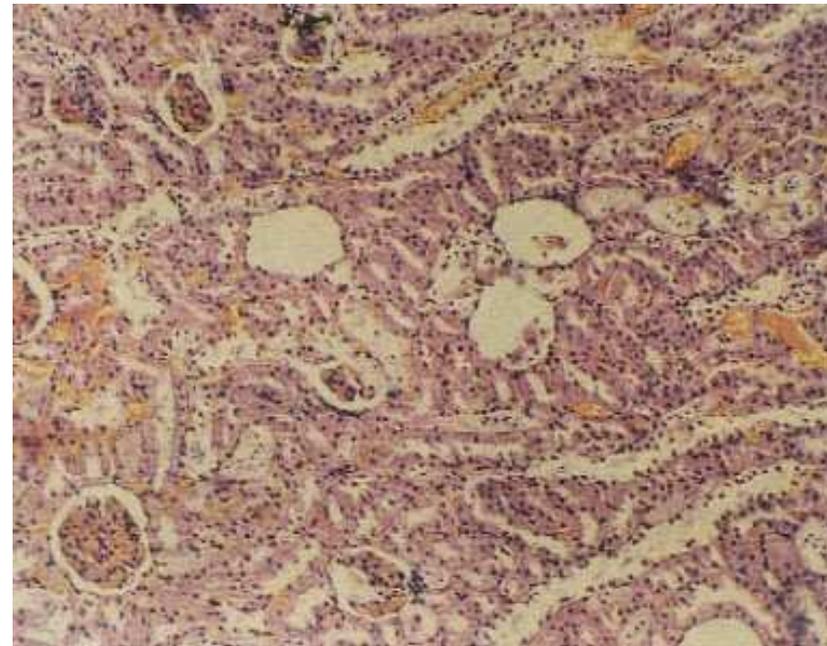


Рис. 33. Гистологическое строение почки белой крысы с концентрацией радиоцезия в организме 900 Бк/кг. Некроз и фрагментация клубочков с образованием полостей. Некроз и гиалиново-капельная дистрофия эпителия канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение $\times 250$.

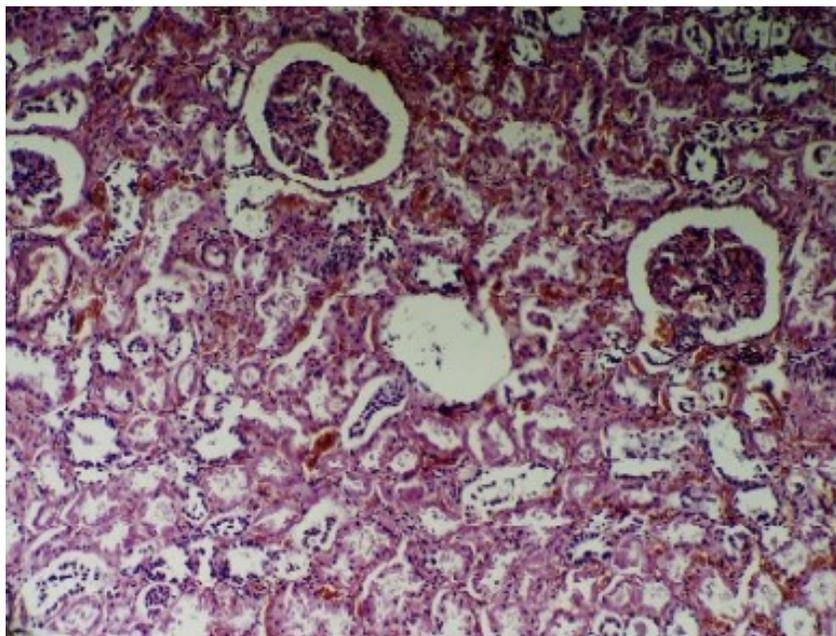


Рис. 34. Гистологическое строение почки больной А, 71 год, проживавшей в г. Гомеле. Причиной гибели явились спаечная болезнь брюшной полости и острая правосторонняя верхнедолевая, сливная, фибринозногнойная, очаговая пневмония, осложнившаяся двухсторонним отеком легких. Концентрация радиоцезия составила в почках 300 Бк/кг. Скопление жидкости в гломерулярных полостях. Образование полостей. Гиалиново-капельная и гидропическая дистрофия эпителия канальцев. Отек интерстициальной ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 250.

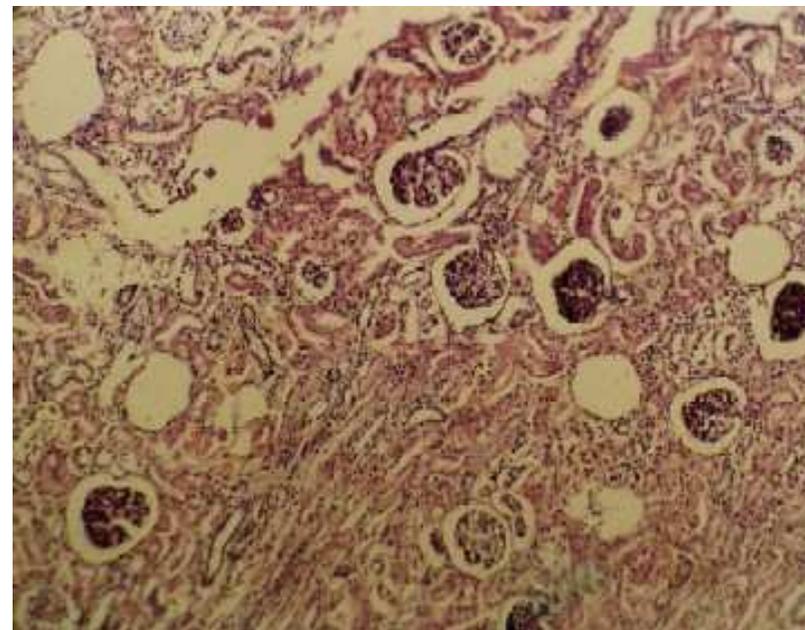


Рис. 35. Гистологическое строение почки ребенка Д, родившегося в срок от 1-й беременности в ягодичном предлежании путем кесарева сечения с весом 2790,0 г. Шкала Апгар 7/8 баллов. Мать ребенка проживала в деревне Покалюбичи Гомельского района. У ребенка множественные врожденные пороки развития, включающие полный рахисиз пояснично-крестцового отдела позвоночника, внутреннюю гидроцефалию. Смерть наступила в возрасте 12 суток от присоединившегося гнойного менингоэнцефалита. Концентрация радиоцезия в почках 300 Бк/кг. Морфологическая незрелость почечных структур. Деструктивные изменения в клубочках: фрагментация, сморщивание, атрофия с исчезновением структур и образованием полости. Неравномерное кровенаполнение капилляров. Гиалиново-капельная и гидропическая дистрофия. Очаговые некрозы эпителия канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 250.

В большинстве клубочков обнаруживались дегенеративно-атрофические изменения в виде некроза петель капилляров. Выраженность дегенеративных изменений нефрона варьировала. Встречались клубочки с узкой полоской пространства между капсулой клубочка и капиллярными петлями, которая была заполнена отечной жидкостью. В других гломерулах расстояние между капсулой и клубочком увеличивалось за счет уменьшения клубочка, обусловленного некрозом сосудистых петель. При этом просвет капилляров суживался, стенка их истончалась. Мезангиальный матрикс значительно уменьшался в размере. Описанные изменения создавали картину отдельных образований внутри капсулы с уменьшением размеров клубочков. В конечном итоге клубочек оставался оптически "пустым" - мезангиальные клетки и капилляры клубочка лизировались без признаков воспалительной реакции - образовывалась бесструктурная полость, заполненная эозинофильной субстанцией. Структурные элементы клубочка не определялись. Стадийные морфологические изменения гломерулярного фильтра в виде прогрессирующей деструкции клубочковых структур, вплоть до их полного исчезновения позволила нам характеризовать подобные изменения как феномен "тающей льдинки".

В отдельных клубочках капиллярные петли были расширены и полнокровны, иногда стенки капилляров существенно утолщались и проявляли двухконтурность (при импрегнации серебром). Базальная мембрана в них была утолщена за счет накопления ШИК-положительных веществ. В просветах клубочков встречались эритроциты и богатая белком жидкость, сдавливающая капиллярные петли.

Стенки кровеносных сосудов находились в состоянии плазматического пропитывания. В просвете капилляров обнаруживались скопления клеток крови.

В отдельных гломерулах отмечалось увеличение мезангиального матрикса с явлениями умеренной его метахромазии, что приводило к сужению просвета капилляров. Базальная мембрана сосудов была неравномерной, чередуя участки утолщения с очагами истончения, а иногда и разрывом, местами наблюдалось ее разволокнение. Описанные

изменения сочетались с интрагломерулярным отеком. В части клубочков формировался перигломерулярный фиброз, состоящий из концентрических пластов коллагена, располагающихся экстрамембранозно снаружи капсулы клубочка. Встречались признаки склероза и гиалиноза клубочков.

Изменения тубулярных структур возникали главным образом в проксимальном отделе извитых канальцев. В просветах некоторых канальцев содержались десквамированные клетки, гиалиновые цилиндры, гемолизированные и свежие эритроциты, белковая жидкость. Поражение канальцев характеризовалось тяжелыми видами белковой и жировой дистрофии. В эпителиальных клетках преобладала гиалиново-капельная дистрофия, встречался и гидропический диспротеиноз, местами достигающий до балонной дистрофии. В ряде случаев отмечался некроз эпителиоцитов с разрушением базальной мембраны и признаками отторжения стенки. При этом нефротелий сдвигался в просвет канальцев. Часть канальцев подвергалась атрофическим изменениям с уплощением эпителия.

Морфологические изменения интерстиция проявлялись отеком рыхлой соединительной ткани. При окраске суданом в строме встречались липофильные включения. Клеточная инфильтрация стромы обнаруживалась непостоянно и была представлена очаговыми скоплениями лимфоцитов, эозинофилов, плазматическими клетками и мононуклеарами, локализующимися преимущественно в периваскулярных пространствах. Лейкоцитарная инфильтрация встречалась редко в местах деструкции канальцевых структур. Во всех гистологических срезах ткани определялись признаки регенерации эпителиальной выстилки канальцев и стромы почки. Интерстициальные сосуды, как правило, были расширены и переполнены кровью. В некоторых артериях встречалась гипертрофия меди с разволокнением мышечного каркаса стенки. Фибропластических процессов в тубулоинтерстиции вне связи с почечной патологией обнаружено не было.

Таким образом, инкорпорация радиоцезия вызывает существенные патологические изменения структурных элементов почки, прежде всего клубочкового аппарата, с формированием полостей. Данная картина является специфической для воздействия радиоцезия.

3.10. Женская репродуктивная система

Женская репродуктивная система чувствительна к воздействию ионизирующего излучения.

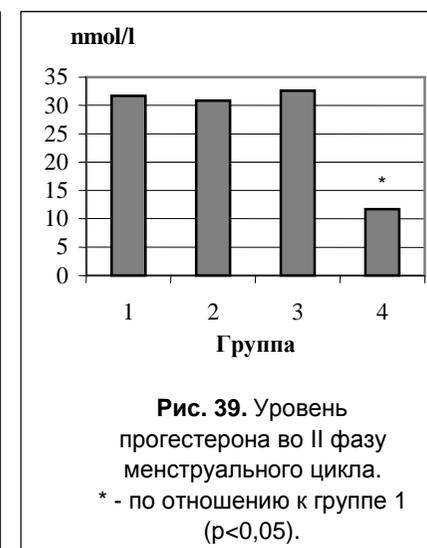
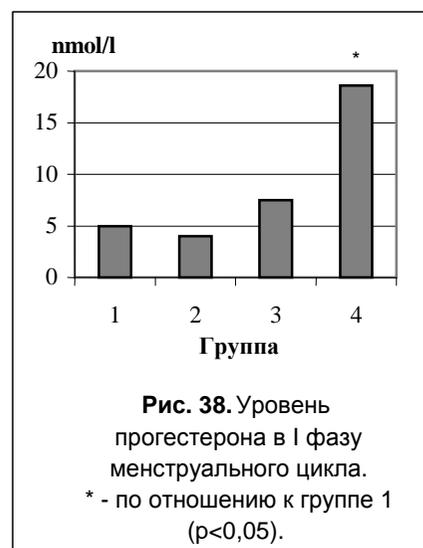
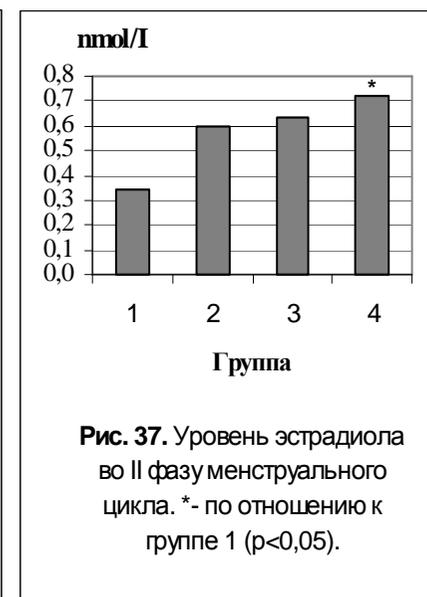
Нарушение ее функционирования обнаруживается при воздействии различных видов радиационного воздействия как в клинике, так и эксперименте.

Характерными являются гормональные изменения в системе гипофиз-яичник-матка, приводящие к нарушению овуляторной и менструальной функций.

Инкорпорация радиоактивных элементов в организм женщин, проживающих в районах, пострадавших от аварии на ЧАЭС, приводит к инверсии гормонального фона, в результате чего нарушается менструальный цикл. При этом в условиях накопления ^{137}Cs в организме свыше 30 Бк/кг в первую фазу цикла происходит достоверное снижение уровня эстрадиола и повышение прогестерона, а во вторую повышение уровня эстрадиола и понижение прогестерона (рис.36-39).

Аналогичная зависимость выявлена и в эксперименте на лабораторных животных, где также было зарегистрировано снижение уровня прогестерона в фазу эструса, и как следствие этого уменьшение толщины слизистой оболочки матки (Бандажевский Ю.И., Антонова Ю.В., 1995).

Необходимо отметить, что накопление радионуклидов в организме женщин фертильного возраста приводит к повышенной выработке тестостерона, что и определяет появление мускулинизирующих признаков (Яговдик И.Н., 1998).

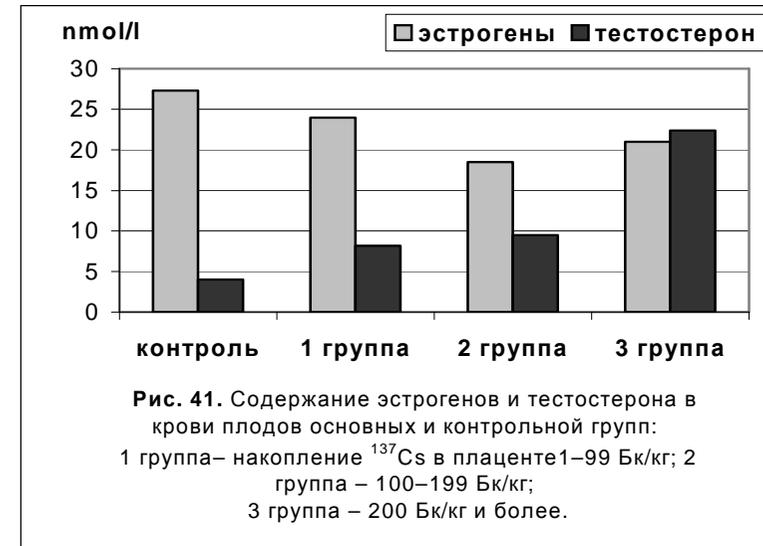
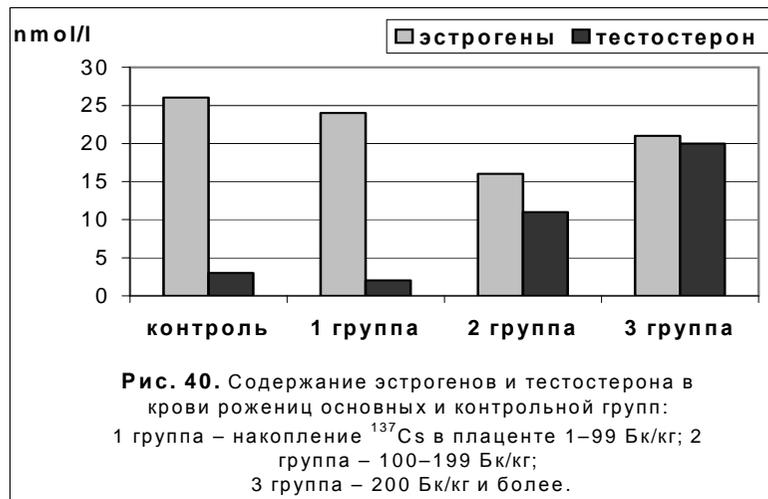


3.11. Течение беременности и развитие зародыша

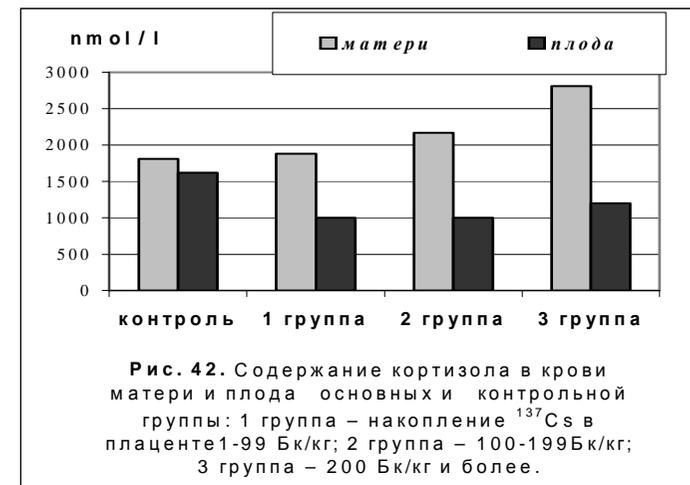
Беременность сопровождается выраженным накоплением ^{137}Cs в организме матери. Эксперименты по кормлению лабораторных животных зерном овса, содержащим данный радиоизотоп в количестве 445 Бк/кг показали, что к концу беременности (21 день) концентрация его в организме составила более 120 Бк/кг (Бандажевский Ю.И., Угольник Т.С., 1995).

Накопление данного радионуклида происходит в основном в плаценте, где концентрация его у человека может достигать 200 Бк/кг и выше (Бандажевский Ю.И. и соавт., 1997).

Так как плацента является одним из важнейших в функциональном плане провизорных органов, накопление в ней радионуклидов не может не сказаться на функционировании фетоплацентарного комплекса. Прежде всего, это касается гормонального статуса. В частности, в крови матери и плода в конце беременности уровень эстрадиола снижен, а тестостерона повышен по сравнению с контрольной группой (рис. 40,41). Повышается содержание в крови матери прогестерона, тироксина, трийодтиронина, кортизола.



В то же время у плода рост прогестерона незначителен, тироксина и трийодтиронина отсутствует, а уровень кортизола прогрессивно снижается по мере увеличения концентрации ^{137}Cs в плаценте (рис. 42).



Сложные метаболические изменения сопровождаются структурными изменениями ворсинчатого аппарата плацент в виде увеличения числа промежуточных ворсин и уменьшения терминальных.

На поверхности ворсин отмечается наличие значительного количества трофобластических клеток, что свидетельствует об их метаболической активности.

Увеличение числа синцитиальных почек, ангиоматоз терминальных ворсин, развитие цитотрофобласта свидетельствуют об активации комплекса компенсаторных процессов и гормонопродуцирующей функции плаценты.

Метаболические изменения в системе мать-плод неблагоприятно сказываются на развитии зародыша, увеличивается предимплантационная гибель, нарушается процесс формирования костной системы, в виде задержки развития и остеогенеза трубчатых костей. В крови уменьшено содержание лейкоцитов и лимфоцитов при увеличении количества эозинофильных лейкоцитов (Угольник Т.С., 1996).

Проникновение ^{137}Cs в организм матери и зародыша способствует возникновению мультифакторных врожденных пороков развития, в частности экзенцефалии, анэнцефалии, расщелины верхней губы и твердого неба, анофтальмии и микрофтальмии, о чем свидетельствуют эксперименты с сирийскими хомячками (Бандажевский Ю.И., 2001).

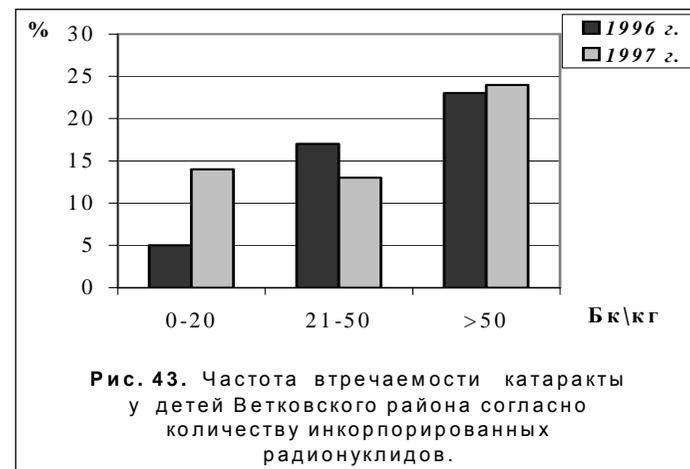
Следует отметить рост числа врожденных пороков развития у детей из районов, загрязненных радиоактивным цезием (Лазюк Г.И. и др., 1996 г.).

3.12. Орган зрения

Орган зрения обладает высокой чувствительностью к радиоактивному излучению. Внешнее облучение в 3-5 Гр. вызывает у экспериментальных животных повреждение хрусталика и возникновение катаракт.

Аналогичные результаты обнаруживаются и при обследовании людей, подвергшихся воздействию внешнего источника радиоактивного излучения (Москалев Ю.И., 1991).

Инкорпорация радионуклидов в организм также приводит к существенным изменениям различных структур глаза, в частности хрусталика. Прослеживается прямо пропорциональная зависимость между количеством накопленных радионуклидов (в основном, ^{137}Cs) и частотой катаракт (рис. 43). Это происходит у лиц, проживающих на территории со значительным уровнем загрязнения радиоцезием (свыше 15 Ки/км²).



Кроме катаракт регистрируются и другие морфофункциональные нарушения зрительного аппарата в виде деструкции стекловидного тела, цикластении, аномалии рефракции.

Уменьшение количества радионуклидов в организме ведет к исчезновению вышеуказанных патологических состояний, о чем свидетельствуют результаты обследования населения в Ветковском районе (Бандажевский Ю.И., Куриленко А.Н., 1997).

Эксперименты на лабораторных животных (белых крысах) показали, что воздействие радиоактивного цезия на развивающийся организм приводит к нарушению формирования роговицы в виде разволокнения и неоваскуляризации (Бандажевский Ю.И., Куриленко А.Н., 1997).

Глава 4

НАКОПЛЕНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ СКОРОПОСТИЖНО ПОГИБШИХ ЛИЦ, ПРОЖИВАВШИХ В Г. ГОМЕЛЕ

Для доказательства участия радиоцезия в развитии патологических состояний, приводящих к гибели людей, было предпринято морфологическое (макро- и микроскопическое) исследование органов скоропостижно скончавшихся лиц, проживавших на территории загрязненной радионуклидами (Гомельская область, г. Гомель).

Безвыборочному исследованию подвергли 285 случаев аутопсий, произведенных в морге бюро судмедэкспертизы г. Гомеля.

Радиометрическое исследование было произведено в 84 случаях с использованием радиометра РУГ-2.

Полученные результаты подверглись статистической обработке. Анализ секционного материала показал, что повреждение миокарда регистрируется в 281 случаях (98,6%) гибели от различных заболеваний.

При этом обращает на себя внимание диффузное повреждение мышечных клеток (миоцитоллиз или гидропическая дистрофия). Мышечные волокна разволокнены, имели нечеткие контуры, слабо выраженную поперечнополосатую исчерченность. Отмечался очаговый лизис миофибрилл с их фрагментацией (рис.44).

Вышеуказанные патоморфологические изменения сопровождалась выраженной инкорпорацией радиоцезия (среднее содержание его в сердце составило 26,1 Бк/кг).

Морфологические изменения в ткани почек обнаруживались в 253 случаях (88,8%) скоропостижно скончавшихся лиц. В 142 случаях (49,8%) повреждение данного органа характеризовалось гибелью структурно-функциональных элементов, прежде всего клубочков, что проявлялось характерной гистологической картиной - образованием полостей (рис.45). При этом фибропластические процессы почти отсутствовали. В эпителии канальцев выявлялись признаки

глубокой дистрофии (гиалиново-капельной, гидропической) или некроза. Накопление радиоцезия в ткани этого органа составило в среднем 36,5 Бк/кг.

Поражение печени зарегистрировано в 122 случаях (42,8%), при этом отмечались морфологические признаки жирового гепатоза или цирроза (рис. 46).

Среднее накопление радиоцезия в этом органе составило 28,1 Бк/кг.

Таким образом, проведенные исследования показали, что у скоропостижно скончавшихся лиц, проживавших на территории, загрязненной радионуклидами, в большинстве случаев регистрируются выраженные патологические изменения со стороны жизненно важных органов и, прежде всего, миокарда, явившиеся основной причиной скоропостижной смерти.

Накопление радиоцезия в этих органах позволяет предполагать его основную роль в возникновении вышеуказанных патологических процессов.

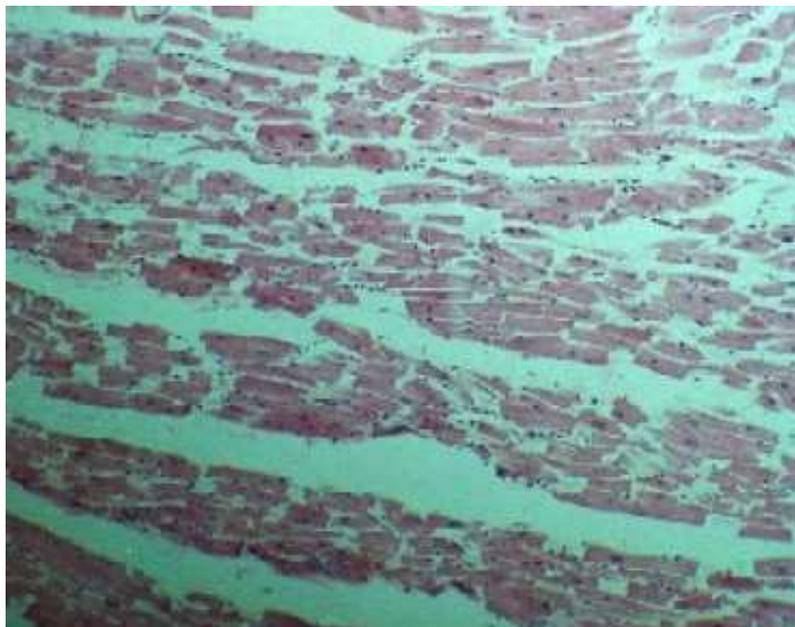


Рис. 44. Гистологическое строение миокарда скоропостижно скончавшегося 43-летнего жителя г. Добруша. Концентрация радиоцезия в сердце – 45,4 Бк/кг. Диффузный миоцитолиз. Межмышечный отек. Фрагментация мышечных волокон. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 125.

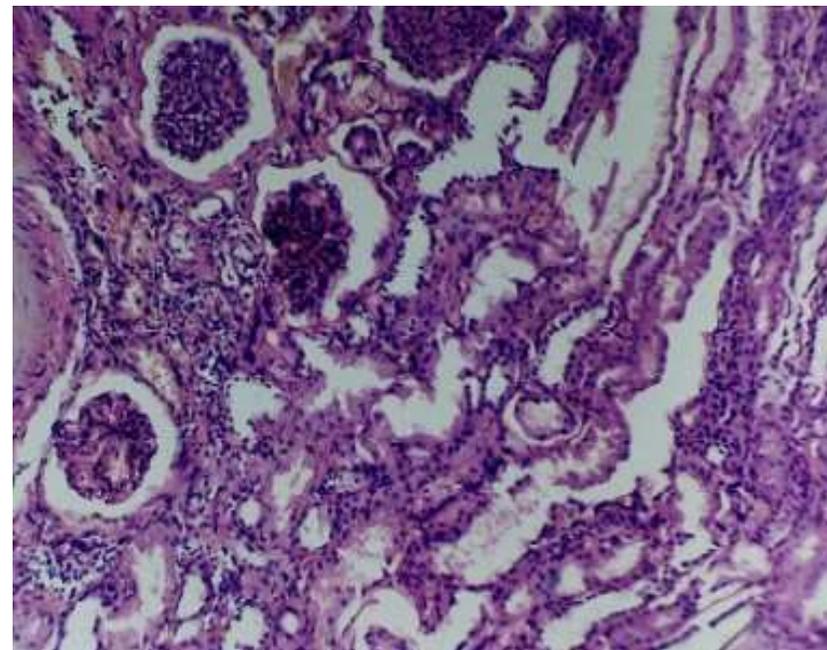


Рис. 45. Гистологическое строение почки скоропостижно скончавшегося 43-летнего жителя г. Гомеля. Концентрация радиоцезия в почке – 95,6 Бк/кг. Сморщивание клубочков с образованием полостей. Некроз эпителия канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 250.

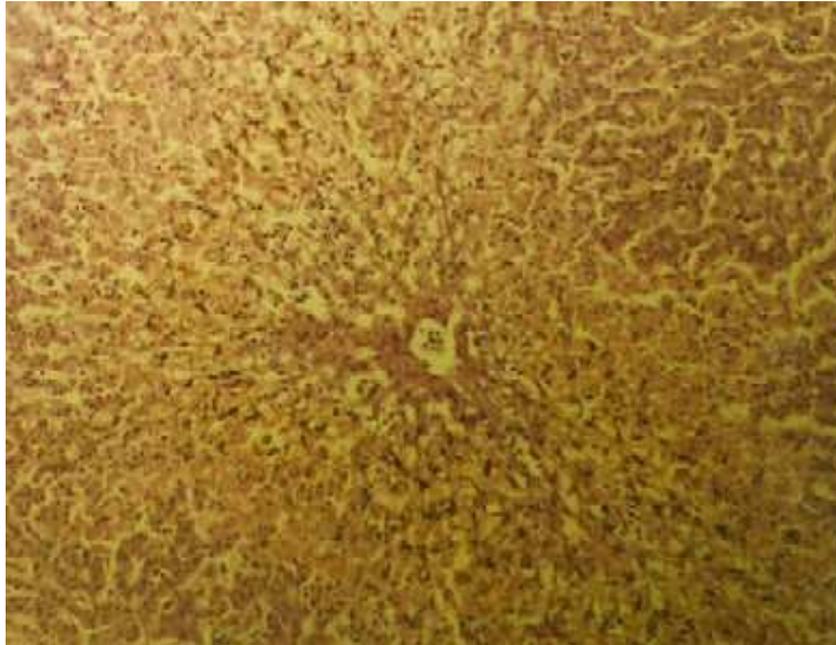


Рис. 46. Гистологическое строение печени скоропостижно скончавшегося 40-летнего жителя г. Гомеля. Концентрация радиоцезия в печени – 142,4 Бк/кг. Жировая и белковая дистрофия, некроз гепатоцитов. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x 125.

Глава 5

СИНДРОМ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ

Выброс в окружающую среду огромного количества радионуклидов в результате катастрофы на ЧАЭС и испытаний ядерного оружия в атмосфере привел к возникновению существенных изменений в организме людей, проживающих на пострадавших территориях.

Следует подчеркнуть, что радиоактивные элементы обладали различным периодом полураспада. В зависимости от продолжительности существования и особенностей взаимодействия с биологическими структурами они оказывают различное влияние на организм человека и животных. В связи с этим выделяют периоды воздействия на организм человека короткоживущих (^{131}I и ^{89}Sr) и долгоживущих - ^{137}Cs и ^{90}Sr изотопов.

Радиоактивный ^{131}I поступает в организм человека через органы пищеварения, дыхания, кожу, раневые и ожоговые поверхности.

Наибольшее практическое значение имеют пищевой и ингаляционный пути. Поступивший в организм ^{131}I быстро всасывается в кровь и лимфу и накапливается в щитовидной железе, печени, мышцах, костях. Степень накопления радиоактивного йода в щитовидной железе зависит от ее состояния. При гипертиреозе накопление ^{131}I протекает быстрее, при гипотиреозе - медленнее. В нормально функционирующей железе свыше 20% I связано с белками.

Острые радиационные поражения тяжелой степени, приводящие к летальным исходам, наблюдаются при поступлении в организм человека ^{131}I в концентрации 55 мБк/кг, в организм крысы - в концентрации 1850 мБк/кг. При поступлении меньших количеств ^{131}I регистрируются патологические изменения со стороны щитовидной железы, системы крови, иммунитета, ряда звеньев обмена веществ.

Радиоактивное воздействие йода привело к возникновению опухолевой патологии щитовидной железы и прежде всего рака. Возникновение последнего связано с существенными изменениями в системе иммунитета.

Есть основание считать, что в индукции рака щитовидной железы кроме ^{131}I большую роль играют ^{137}Cs и ^{134}Cs . При этом последние оказывают свое негативное воздействие как на тиреоидную ткань, так и на систему иммунитета, которая призвана осуществлять регуляцию деятельности клеток железы и уничтожать вышедшие из подчинения клетки. Кроме бластомогенных эффектов радиоактивный йод индуцирует гипо- и гиперфункцию щитовидной железы, а также аутоиммунные нарушения.

Однако, на население, проживающее на пострадавших от аварии на ЧАЭС территориях, основное неблагоприятное влияние оказывают долгоживущие радионуклиды и, прежде всего, это ^{137}Cs . Проникает в организм он алиментарным путем в составе компонентов продуктов питания. Степень выраженности накопления в тканях и органах этих элементов зависит от ряда факторов:

1. Концентрации в продуктах питания;
2. Возраста;
3. Пола;
4. Групповой и резус принадлежности;
5. Физиологического состояния организма;
6. Воздействия агентов, влияющих на инкорпорацию радионуклидов в пищеварительном тракте или на их выведение;
7. Структурно-функциональных особенностей органов и тканей.

Наибольшая концентрация радионуклидов- гамма-излучателей (^{137}Cs) зарегистрирована в организме людей в тех населенных пунктах, в которых население поглощает грибы и ягоды с наиболее загрязненных участков территории. Данные радионуклиды вносят основной вклад в рост дозы облучения. Обнаружена прямо пропорциональная зависимость между

возрастом и количеством накопленных радионуклидов. У старших детей выраженность накопления большая.

Экспериментальные и клинические исследования показали, что женские особи накапливают радионуклиды в значительно меньших количествах, чем мужские при нахождении в одинаковых условиях существования. Обнаружена зависимость между степенью выраженности инкорпорации ^{137}Cs и групповой (Rh) принадлежностью. Лица с Rh⁻ крови накапливают радионуклиды в меньших количествах (Бандажевский Ю.И. и др., 1997).

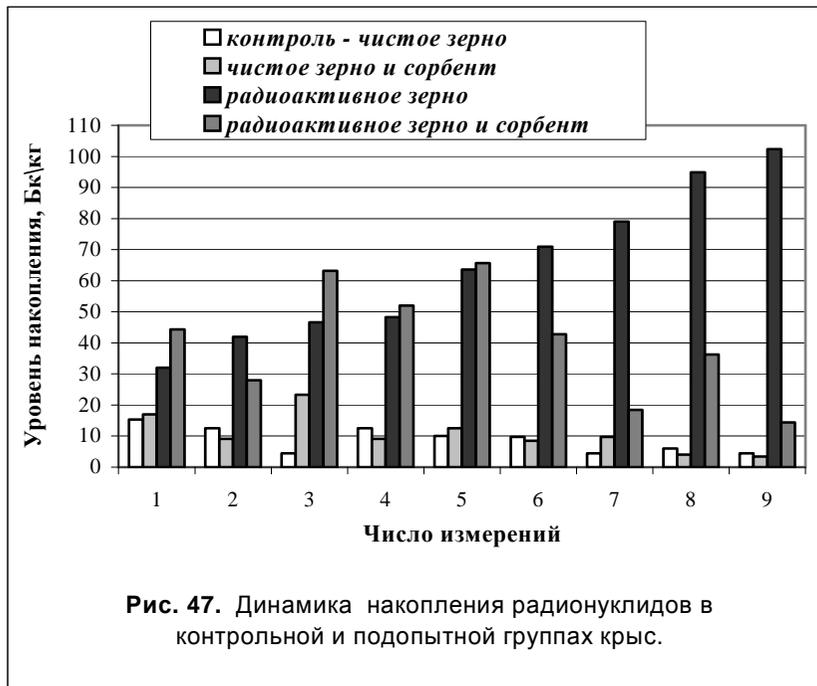
Однако, в период беременности накопление радионуклидов резко возрастает, увеличиваясь во много раз прежде всего в плаценте, что приводит к выраженному гормональному дисбалансу, как в организме матери, так и плода, и несомненно скажется на его последующем развитии. В то же время, у млекопитающих животных с гемохориальным типом строения плаценты и человека проникновение ^{137}Cs к зародышу ограничено до минимума, что свидетельствует о барьерной роли данного провизорного органа. Повреждение плацентарного барьера приводит к гибели зародыша.

Накопление радионуклидов во многом зависит от внешнесредовых факторов, воздействующих на организм и, прежде всего, поступающих в желудочно-кишечный тракт. Среди последних особое место занимают агенты, обладающие способностью сорбировать радионуклиды и выводить их в последующем из организма.

Данные препараты, или энтеросорбенты, имеют различное химическое строение и различную сорбционную способность к ^{137}Cs . С учетом полученных в Гомельском медицинском институте сведений наиболее перспективными в этом плане являются глинисто-пектиновые соединения, и в частности, пектопал, способный полностью защитить организм от поступающих энтеральным путем радионуклидов (рис. 47).

В результате проведенных исследований установлено, что ^{137}Cs при проникновении в организм человека и млекопитающих животных инкорпорируется прежде всего в жизненно важных органах и системах.

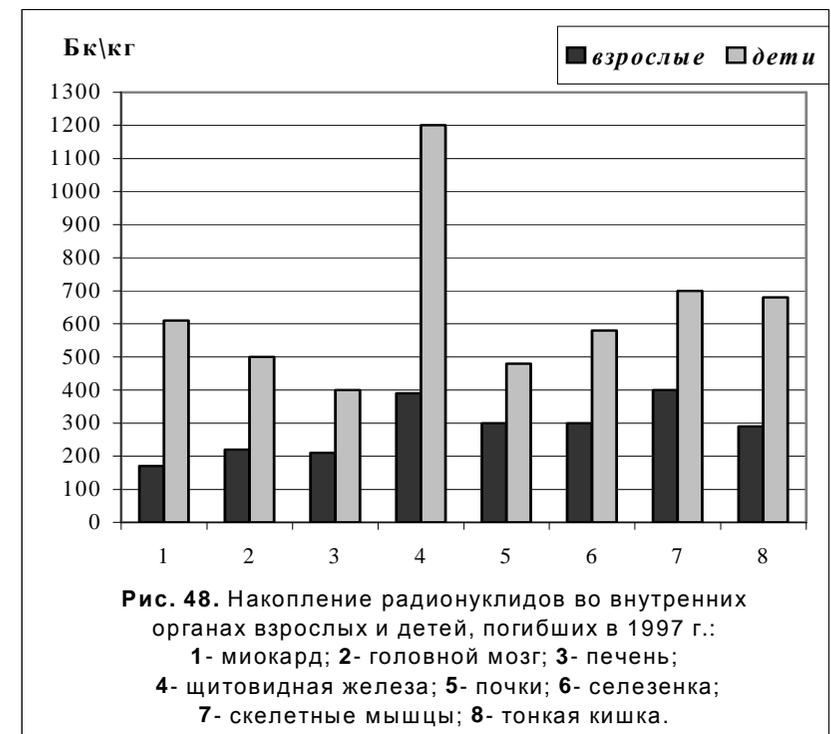
Степень выраженности инкорпорации в них различная. Наибольшая концентрация данного радионуклида при изучении экспериментального и аутопсийного материала зарегистрирована в сердце, почках, селезенке, кишечнике (рис. 48). Это четко прослеживается при относительно небольших концентрациях его в организме. Увеличение поступления ^{137}Cs в организм через желудочно-кишечный тракт вызывает его накопление и в других органах, в частности скелетных мышцах (рис. 49). Инкорпорация радиоцезия приводит к нарушению энергетического и пластического обменов в высокодифференцированных клетках и развитию в них дистрофических и некробиотических процессов.



Выраженность повреждения зависит от количества инкорпорированного в указанные органы радиоцезия. Чем интенсивнее происходит процесс инкорпорации, тем большую

степень повреждения можно констатировать.

Радиотоксическому воздействию, как правило, подвергается несколько органов одновременно, вследствие чего возникает эффект метаболической дисфункции. Особо следует подчеркнуть, что в большей мере страдают органы и ткани, где в физиологических условиях пролиферация клеток незначительная или совершенно отсутствует (в частности миокард). При этом постоянно накапливающийся радиоцезий вторгается в метаболические процессы, повреждая мембранные структуры клетки.



Следствием этого процесса является нарушение структуры и функции многих жизненно важных систем и, прежде всего, сердечно-сосудистой. Структурные, метаболические и функциональные изменения миокарда в условиях

прогрессивного накопления радиоцезия свидетельствуют о токсическом воздействии. При этом страдает энергетическая система клетки, и в частности митохондрии. В этих органеллах происходят глубокие, а по мере увеличения инкорпорации радиоцезия, и необратимые изменения, приводящие к некробиотическим процессам в клетке (рис. 50). Отражением энергетического неблагополучия является подавление активности креатинфосфокиназы. Воздействие ^{137}Cs наиболее ярко проявляется в отношении сердечно-сосудистой системы растущего организма. Концентрация радионуклида в организме свыше 10 Бк/кг вызывает нарушение электрофизиологических процессов в миокарде детей 3-15 лет. А дети, рожденные в 1986 году и постоянно проживающие на территории загрязненной ^{137}Cs свыше 15 Ки/км² и имеющие в своем организме накопление данного радионуклида 100 Бк/кг и более, в 2000 году (период полового созревания) имеют серьезные патологические изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, проявляющиеся как клинически, так и электрокардиографически.

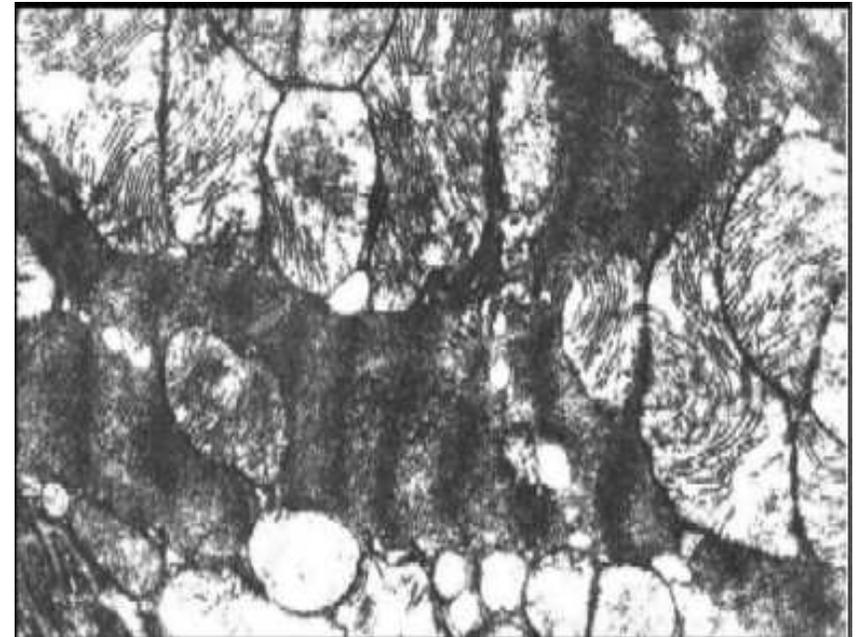
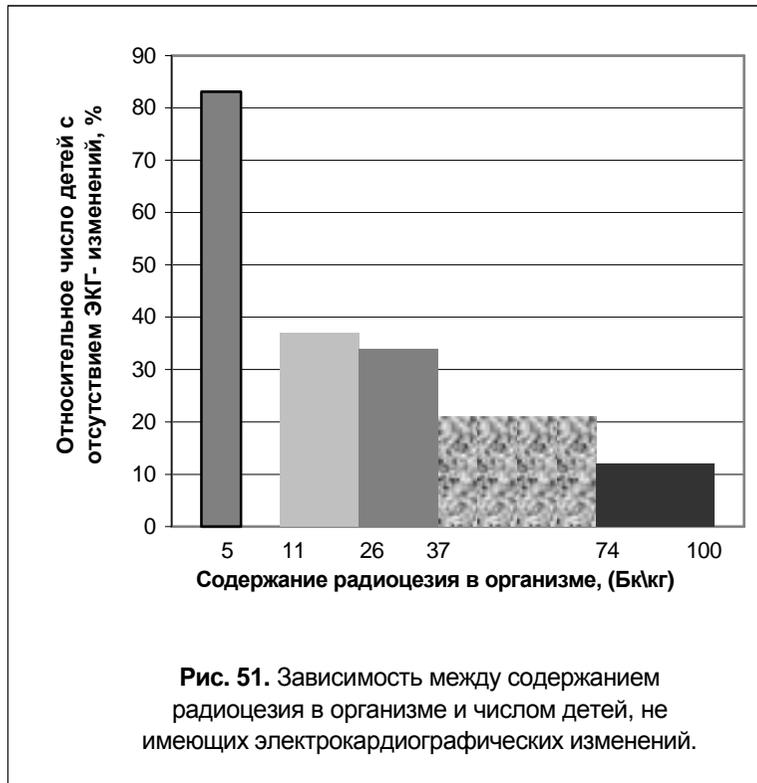


Рис. 50. Скопление митохондрий кардиомиоцитов крысы при инкорпорации радиоцезия в организме 45 Бк/кг. Ув. 30000.

Прслеживается прямо пропорциональная зависимость между количеством инкорпорированного в организм радиоцезия и частотой электрокардиографических изменений (рис. 51).



Повреждение миокарда регистрируется в 99% случаев гибели от различных заболеваний. При этом выявляется диффузное повреждение мышечных клеток, характерное для токсического воздействия инкорпорированного радиоцезия. Аналогичные изменения регистрируются у лабораторных животных при поступлении в их организм радиоцезия с продуктами питания (зерном овса) или в водном растворе через желудочно-кишечный тракт.

Указанная патология миокарда определяется нами как кардиомиокапатия, связанная с воздействием радиоцезия. Это полностью соответствует определению комитета экспертов ВОЗ, рекомендующих определять кардиомиопатию как поражение миокарда различного генеза, но не воспалительное по морфологии и не коронарное по происхождению.

Диффузное повреждение мышечных клеток сердца без выраженной ответной реакции организма лучшее подтверждение этому.

Свой вклад вносит радиоцезий и при возникновении классических инфарктов миокарда, снижая антитромбогенную активность стенки сосудов и активируя тромбоцитарное, коагуляционное и фибринолитическое звенья системы гемостаза, свидетельствующие о происходящем процессе внутрисосудистого свертывания крови (Тлепшуков И. К., Балуда М. В., 1998).

Поражение сосудистой системы под влиянием радиоцезия проявляется ростом числа лиц с тяжелейшим патологическим процессом - повышенным артериальным давлением - гипертензией, формирование которого происходит уже в детском возрасте.

Патологические изменения в сосудистой системе, наряду с прямым токсическим воздействием радиоцезия, приводят к повреждению клеток головного мозга, сердца, почек и других органов.

Таким образом, несмотря на множество причин, выделяемых рядом кардиологов, в поражении сердечно-сосудистой системы (Сидоренко Г. И., 1999), на наш взгляд, именно воздействие инкорпорированного радиоцезия является основной. Для доказательства этого необходимо сопоставить несколько реально установленных фактов. Инкорпорация радиоцезия в продуктах питания и организме людей на территории бывшего СССР, в том числе и Белоруссии, регистрируется, начиная с 60-х годов (Марей А. Н., и др., 1974).

С этого же периода отмечается неуклонный рост заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями и смертности от них. В тоже время, в скандинавских странах (Швеция) введен жесткий контроль за содержанием радиоцезия

в продуктах питания, что позволило существенно сократить число сердечно-сосудистых заболеваний. Меры предосторожности, принятые в отношении радиоцезия и других радионуклидов, позволили уменьшить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в странах Европы, в то время как на постсоветском пространстве она продолжает расти (Сидоренко Г. И., 1999).

Почки являются основным органом выведения данного радионуклида из организма. По данным В. Ф. Журавлева (1990) с мочой выделяется в 6-9 раз больше ^{137}Cs , чем с калом. Радиоцезий поражает сосудистую систему канальцевых и клубочковых структур нефрона. Гибель структурно-функциональных элементов почки и прежде всего клубочков, проявляется характерной гистологической картиной, получившей название феномена "тающей льдинки". При этом в ткани органа регистрируется значительное накопление радиоцезия.

Результаты экспериментов на лабораторных животных с введением растворов ^{137}Cs и CsCl позволяют утверждать, что вышеуказанные изменения обусловлены токсическим воздействием данного радионуклида. С учетом ангиоархитектоники радиационно-индуцированная патология этого органа имеет свои особенности. Заболевание редко сопровождается нефротическим синдромом, протекает обычно тяжелее и быстрее, чем обычный хронический гломерулонефрит. Для него характерно частое и раннее развитие артериальной гипертензии, приобретающей злокачественный характер. Уже через 2-3 года поражение почек от воздействия радиоцезия и других радионуклидов приводит к развитию хронической почечной недостаточности, к церебральным или сердечным осложнениям с развитием гиперазотемии.

Повреждение почек является одной из основных причин накопления радиоцезия и продуктов обмена веществ в организме и их токсического воздействия на миокард и другие органы, развития артериальной гипертензии. Не случайно повреждение этого органа зарегистрировано в 89% случаев скоростной гибели, а также у лиц, умерших в стационарах

г. Гомеля. В большинстве случаев данное состояние при жизни не диагностировалось.

Поражение почек радиоцезием проявляется также их злокачественными новообразованиями. В Республике Беларусь заболеваемость злокачественными новообразованиями данного органа увеличилась в 1995 году по сравнению с 1976 годом в 3,4 раза, а в Гомельской области более чем в 4 раза (Океанов А. Е. и др., 1996).

Регистрируется рост злокачественных новообразований и других органов. В конечном итоге это приводит к выраженному увеличению показателей смертности от рака в отличие от скандинавских стран, где год от года эти показатели уменьшаются.

Следует отметить серьезные патологические изменения со стороны печени. Развитие токсической дистрофии этого органа с преобладанием процессов распада клеточного белка, трансформации обмена в сторону образования жироподобных веществ, способствует формированию тяжелых патологических процессов в виде жирового гепатоза и цирроза. При этом следует учитывать как влияние радиоцезия непосредственно на клетки печени, так и воздействие его на систему иммунитета.

Повреждение последней может проявляться нарушениями защитной и интегративной функций.

Нарушение защитной функции создает условия для распространения ряда форм вирусного гепатита В, С в пострадавших от аварии на ЧАЭС районах. При этом возрастает удельный вес хронических гепатитов С, как основы печеночной недостаточности и опухолевых заболеваний печени. Отражением недостаточности клеточного иммунитета является увеличивающаяся из года в год заболеваемость туберкулезом. И как бы не говорили о необходимости проведения массовых флюорографических обследований, корень зла, на наш взгляд, заключается в поражении системы иммунитета инкорпорированным радиоцезием.

Снижение фагоцитарных способностей нейтрофильных лейкоцитов тому яркое подтверждение (Бандажевский Ю. И. и др., 1995).

Нарушение интегративной функции иммунной системы проявляется при установлении положительных корреляционных связей между иммуноглобулинами и гормонами щитовидной железы в условиях инкорпорации радиоцезия.

В связи с этим повреждение щитовидной железы после Чернобыльской катастрофы связано, на наш взгляд, не только с радиоактивным йодом, но и с длительной инкорпорацией радиоцезия в организме и этом органе, а также с существующей способностью иммуноглобулинов различных классов связывать гормоны щитовидной железы.

Можно предположить, что выведение из метаболической цепи указанных гормонов приводит к нарушению функционирования системы гипофиз-щитовидная железа, в результате которого наблюдается выделение значительного количества тиреотропного гормона, оказывающего стимулирующее воздействие на щитовидную железу, в результате чего происходит повышенная пролиферация фолликулярного эпителия, создающая условия для неопластических трансформаций.

В связи с этим воздействие радиоцезия на щитовидную железу следует рассматривать с позиции нарушения иммунной регуляции деятельности органов и тканей, а также с учетом характера повреждения клеточных элементов.

Постоянная инкорпорация радиоцезия не позволяет осуществиться полноценным репаративным процессам в щитовидной железе, нарушает дифференцировку клеток, способствует тому, что структурные компоненты клеток становятся антигенами для системы иммунитета.

Возникает иммунологическая реакция, при которой осуществляется повреждение щитовидной железы аутоантителами и иммунокомпетентными клетками с развитием аутоиммунного тиреоидита, а на его фоне и рака щитовидной железы.

Надпочечники также страдают от воздействия инкорпорированного радиоцезия, при том уровень кортизола находится в прямо пропорциональной зависимости от количества данного радионуклида в организме. Особенно заметно изменение продукции кортизола у новорожденных

детей, матери которых имели в своем организме (преимущественно плаценте) значительные количества радиоцезия. Не удивительно, что эти дети плохо адаптируются к внеутробному периоду существования.

Патология женской репродуктивной системы связана с нарушением эндокринных функций. Под влиянием радиоцезия возникает дисбаланс в соотношении прогестерона и эстрогенов у женщин фертильного возраста в различные фазы эстрального цикла, что является одной из основных причин бесплодия. В период беременности при инкорпорации радиоцезия, как в плаценте, так и в других эндокринных органах, гормональные нарушения регистрируются не только у матери, но и у плода. В частности, по мере увеличения содержания данного радионуклида определяется рост содержания тестостерона. У матери при этом обнаруживается увеличение уровня гормонов щитовидной железы и кортизола в крови.

Искажение гормонального статуса в системе мать-плод под влиянием радиоцезия приводит к увеличению продолжительности беременности, осложнению родового акта и постнатального развития ребенка. После рождения при естественном вскармливании радиоцезий поступает из материнского организма к ребенку. Мать освобождается от данного радионуклида, а ребенок его получает. Учитывая то, что в этот период происходит формирование многих систем такое воздействие радиоцезия крайне нежелательно.

Кроветворная система является маркером радиационного воздействия на организм человека. В реальных условиях поотчернобыльского периода достоверное снижение числа эритроцитов при нормальном содержании в них гемоглобина зарегистрировано у детей из зон жесткого контроля (15-40 Ки/км²), имеющих значительные накопления ¹³⁷Cs в организме (500 и более Бк/кг). У детей из остальных районов существенных изменений со стороны кроветворного роста не обнаружено. Однако это не означает, что можно полностью исключить возникновение заболеваний кроветворной системы. Это подтверждают и статистические данные.

Нервная система особо чувствительна к возникновению

инкорпорированных радионуклидов. Инкорпорация радиоцезия в организм белых крыс в пределах 40-60 Бк/кг, достигнутая за счет кормления радиоактивным зерном в течение 28 дней, вызывает выраженный дисбаланс биогенных моноаминов и нейрoактивных аминокислот в различных отделах мозга, в частности в больших полушариях, что характерно для среднелетальных и сверхлетальных доз радиоактивного излучения (Лелевич В. В., Дорошенко Е.М. и др., 1995).

В человеческой популяции это находит реальное отражение в виде различного рода вегетативных расстройств.

Орган зрения необычайно чувствителен к воздействию инкорпорированного радиоцезия. У детей с большим уровнем его инкорпорации в организме - свыше 50 Бк/кг обнаружена высокая частота (25 % случаев) патологии органа зрения, в основном в виде изменения хрусталика с признаками катаракты. С каждым годом тяжесть патологического процесса усугубляется.

Таким образом, долгоживущий радионуклид ^{137}Cs при попадании в организм оказывает неблагоприятное воздействие на ряд жизненно важных органов и систем. Результатом этого является повреждение высоко дифференцированных клеток, степень выраженности которого находится в прямой зависимости от количества инкорпорированного радионуклида. В основе этого процесса лежит разрушение энергетического механизма, что приводит к распаду белковых структур. В связи с этим характерной особенностью действия радиоцезия на организм человека является угнетение метаболических процессов за счет его прямого воздействия и воздействия образовавшихся токсических агентов (азотистые соединения), нарушение трофики тканей за счет поражения сосудистой системы.

Вызываемые ^{137}Cs патологические изменения в организме человека и млекопитающих животных можно объединить в синдром инкорпорированных долгоживущих радионуклидов (СИДР).

Возникает он в случаях инкорпорации радиоцезия в организм (выраженность зависит от его количества и продолжительности инкорпорации) и характеризуется

патологией обмена веществ, обусловленной структурно-функциональными изменениями со стороны сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, иммунной, репродуктивной, пищеварительной, мочевыделительной, гепатобилиарной систем. Количество радиоцезия, индуцирующего СИДР может быть различным, в зависимости от возраста, пола, функционального состояния организма.

У детей значительные патологические изменения со стороны органов и систем регистрируются при инкорпорации данного радионуклида свыше 50 Бк/кг, В тоже время метаболический дискомфорт в отдельных органах и системах, прежде всего в миокарде, отмечается уже при инкорпорации 10 Бк/кг.

Характеристика патологических изменений, возникающих в организме человека под влиянием естественной инкорпорации радиоцезия на пострадавшей от аварии на ЧАЭС территории, отличается от взглядов ряда исследователей, которые выделяют отдельные синдромы по уязвимым системам, игнорируя представления о едином интегративном патологическом процессе в условиях воздействия инкорпорированного радионуклида. Вместе с тем демографическая ситуация в Республике Беларусь достаточно тревожная. В 1998 году смертность в Гомельской области составляла 14‰ , а рождаемость 9‰ . Не лучшее положение и в целом по Республике. Следует отметить, что четверть века тому назад в Белоруссии показатель смертности равнялся $5,5\text{‰}$, а рождаемости $19,4\text{‰}$ (Микулич А. И., 1989). Это при том, что часть новорожденных детей страдает гипотрофией, имеет врожденные пороки развития. Кстати частота врожденных пороков развития, совместимых и несовместимых с жизнью, год от года увеличивается. И как не препятствует медикогенетическая служба рождению детей с грубыми дефектами в строении важнейших органов и систем это все равно происходит (Лазюк Г. И, и др. 1996). Нельзя забывать и значительную гибель зародышей на ранних стадиях беременности. Это не находит яркого клинического проявления и поэтому не регистрируется. Однако является основой снижения рождаемости. Многие молодые семьи не имеют детей.

Указанные демографические показатели свидетельствуют о серьезной угрозе, нависшей над населением пострадавших районов. При этом с учетом распространения радиоцезия с продуктами питания далеко за их пределы, патологические изменения могут возникать у людей напрямую не сталкивающихся с радиацией. Так, у ряда детей из Минска регистрируются накопления ^{137}Cs 20 и более Бк/кг. При этом электрофизиологические изменения на электрокардиограмме отмечены у 85 % из них, в то время, как у детей не содержащих радиоцезия в своем организме (в г. Минске есть и такие дети) электрокардиографические изменения обнаружены в 19 % случаев.

Таким образом, достаточно небольшой концентрации ^{137}Cs в организме, чтобы вызвать серьезные метаболические изменения и, прежде всего, в миокарде. Следует отметить, что русский ученый С.С.Боткин в 1888 году в своей докторской диссертации показал токсическое воздействие солей цезия на сердечно-сосудистую систему.

Приведенные данные свидетельствуют о неблагоприятном влиянии даже небольших количеств инкорпорированного радиоцезия на организм людей как проживающих на территории пострадавшей от катастрофы ЧАЭС, так и в "чистых районах". При этом осуществляется токсическое воздействие его на жизненно важные органы и, прежде всего сердце, почки, печень. Игнорирование оценки их состояния, а также непринятие соответствующих лечебных, профилактических и реабилитационных мероприятий приводит к гибели организма. Ситуацию усугубляет воздействие различных сопутствующих неблагоприятных факторов: никотина, алкоголя, гиподинамии, инфекционных агентов.

В связи с этим, система мероприятий по охране здоровья населения, проживающего на территории, пострадавшей от катастрофы на ЧАЭС, должна, на наш взгляд включать следующие положения:

1. Ликвидацию возможности проникновения радиоактивных элементов в организм человека за счет жесткого радиологического контроля продуктов питания, воды, а также очистки воздуха;

2. Выведение из организма радионуклидов, прежде всего ^{137}Cs и ^{90}Sr с помощью безвредных для него соединений (основанных на естественных природных составляющих) через желудочно-кишечный тракт. Примером являются пектиновые соединения, не только выводящие радиоцезий из организма, но и корректирующие состояние обмена веществ;

3. Разработку и использование методов, стимулирующих освобождение тканей, органов, а также всего организма от радионуклидов;

4. Использование физико-терапевтических методов очистки организма от токсических продуктов обмена веществ, образовавшихся в результате воздействия радионуклидов;

5. Постоянный радиометрический контроль населения с выделением групп с повышенным содержанием радиоцезия в организме и дальнейшим их клинико-лабораторным обследованием;

6. Постоянный контроль за состоянием здоровья детского и взрослого населения с обязательной регистрацией функций сердца, печени и почек, а также общей оценкой состояния организма, с выделением групп риска;

7. Постоянную коррекцию обмена веществ и функции жизненно важных систем организма с помощью профилактических лечебных медикаментозных мероприятий;

8. Регулярную научную оценку результатов проводимых мероприятий по охране здоровья населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами, с целью дальнейшего совершенствования методических подходов.

Основываясь на представленных сведениях, можно сделать заключение о необходимости разработки комплексной программы жизнеобеспечения в условиях воздействия долгоживущих радиоактивных элементов с последующей незамедлительной ее реализацией.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АТФ-аза	- аденозинтрифосфатаза
АСТ	- аспаратаминотрансфераза
АЛТ	- аланинаминотрансфераза
ГАМК	- гаммааминомасляная кислота
ГГТП	- гаммаглутаматтранспептидаза
ЛДГ	- лактатдегидрогеназа
КФК	- креатинфосфокиназа
НАДН	- никотинаденилдинуклеотид
РНК-аза	- рибонуклеаза
T₃	- трийодтиронин
T₄	- тироксин
цАМФ	- циклический аденозинмонофосфат
цАТФ	- циклический аденозинтрифосфат
ЩФ	- щелочная фосфатаза

ЛИТЕРАТУРА

1. Аклеев А.В., Косенко Н.Н. Количественная, функциональная и цитогенетическая характеристика лимфоцитов и некоторые показатели иммунитета у лиц, принимавших участие в аварийно-восстановительных работах на Чернобыльской АЭС // Гематология и трансфузиология. - 1991.- N 8. - С. 24-26.
2. Аклеев А.В., Косенко М.М. Обобщение результатов многолетнего изучения иммунитета у населения, подвергшегося облучению // Иммунология.-1991.-N 6.-С. 4-7.
3. Акулич Н.С., Герасимович Г.И., Акулич Т.И., Ходосок Л.М. Состояние эндокринной системы у беременных женщин, подвергшихся ионизирующей радиации в разные сроки беременности //1 науч.-практ. конф., Минск, 26-27 дек., 1989: Мат. конф. - Минск, 1990. - С. 58-62.
4. Амвросьев А.П., Банецкая Н.В., Бондарь В.М. и др. Характер структурных и гистохимических изменений эндокринных желез и других органов в условиях облучения организма малыми дозами ионизирующей радиации //1 всес. радиобиол. съезд, Москва, 21-27 авг., 1989: Тез. докл.-Пушино, 1989. - Т. 5. - С. 1137-1138.
5. Андрейчук Т.Р., Верхогляд И.Н., Цудзевич Б.А., Кучеренко Н.Е. Регуляция активности Ca²⁺ - фосфолипидзависимой протеинкиназы печени крыс на ранних этапах лучевого воздействия //Докл. АН Украины. - 1993. - N 3.- С. 147-150.
6. Анохин Ю.Н., Белорукова Н.В. Нарушение супрессорного звена гуморального иммунного ответа у мышей при малых поглощенных дозах внутреннего облучения //1 съезд иммунологов России, Новосибирск, 23-25 июня, 1992: Тез. докл. - Новосибирск, 1992. - С. 16-17.
7. Аринчин А.Н., Наливайко Г.Л. Функциональное состояние системы кровообращения у детей, подвергшихся радиационному воздействию //8 съезд Белорус. физиол. о-ва им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 7.

8. Аринчин А.Н., Наливайко Г.В. Характеристика биоэлектрической активности сердца у детей, проживающих в местах, загрязненных радионуклидами //Здравоохранение Белоруссии. - 1991. - N2. - С.4-7.
9. Аринчин А.Н., Наливайко Г.В. Клиническая характеристика состояния сердечно-сосудистой системы у детей, подвергшихся радиационному воздействию //Науч. практ. аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиац. воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС, 12-14 марта, 1991: Тез. респ. конф. - Минск, 1991. - С. 101-102.
10. Аринчин А.Н., Наливайко Г.В. Особенности биоэлектрической активности сердца у детей, подвергшихся радиационному воздействию //Науч.- практ. аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиац. воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС, 12-14 марта, 1991: Тез. респ. конф. - Минск, 1991. - С. 102-104.
11. Аринчина Н.Т., Милькаманович В.К. Сравнительная оценка данных суточного мониторирования сердечных аритмий у инвалидов с ишемической болезнью сердца, проживающих на территориях загрязненных радионуклидами и в чистых районах Белоруси //Юбил. конф, посвящ. 125 летию образ. Белорус. науч. о-ва терапевтов, Минск, 22-23 дек., 1992: Тез. докл. - Минск, 1992. - С. 75-76.
12. Астахова Л.Н. Состояние здоровья детского населения Белоруси, подвергшегося воздействию радионуклидов в связи с аварией на Чернобыльской АЭС //Чернобыльская катастрофа. Медицинские аспекты: Сб. научн. работ. - Минск, 1994. - С. 54-78.
13. Астахова Л.Н., Кобзев В.Ф., Дрозд В.М., Гаршанов М.И. Особенности ультразвуковой картины щитовидной железы у детей и подростков, подвергшихся воздействию радионуклидов //Здравоохранение Белоруси. - 1993. - N3. - С. 11-15.
14. Астахова Н.Л. Поленская О.Н., Дрозд В.М. и др. Функциональное состояние гипофизарно-тиреоидной системы у

- детей и подростков //Здравоохранение Белоруси. - 1992. - N 1. - С. 4-7.
15. Астахова Н.Л., Салодовникова Ф.Н., Лосева Л.П., Ткаченко Л.В. Некоторые особенности метаболизма у детей с повышенным уровнем инкорпорации радиоцезия и стронция //Здравоохранение Белоруси. - 1993. - N 10. - С. 4-7.
16. Афанасьева В.В., Зак К.П., Индык В.М. и др. Сообщение 11. Ультраструктура клеток костного мозга у разных поколений крыс //Радиобиология. - 1991. - Т. 31, вып. 5. - С. 694-703.
17. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии, 1998.
18. Баженов В.А., Булдаков Л.А., Василенко И.Я. и др. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества/Под ред. В.А. Филова и др.-Л.: Химия, 1990.-464с.
19. Багель И.М., Маркова А.Г., Крылова И.И. Кальций-фосфорный обмен и функции щитовидной железы у крыс при действии ¹³¹I //Науч.-практ. конф., Минск, 26-27 дек., 1989: Мат. конф. - Минск, 1990. - С. 10-11.
20. Багель И.М., Маркова А.Г., Крылова И.И. Кальций-фосфорный обмен и функция щитовидной железы у крыс при действии ¹³¹I //Весці АН Белорусі. Сер. біял. н., - 1992. - N 3-4.- С. 60-63.
21. Балева Л.С., Сипягина А.Е., Пулатова М.К. и др. Метаболические маркеры риска развития радиационной патологии у детей по данным электронного парамагнитного резонанса //Материнство и детство. - 1992. - Т.37, N 12. - С. 5-7.
22. Балева Л.С., Терлецкая Р.Н., Сипягина А.Е. и др. Состояние здоровья детей, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Пробл. смягчения последствий Чернобыльской катастрофы, Брянск, 1993: Мат. междунар. семин. - М., 1993. Ч. 2. - С. 195-197.
23. Балева Л.С., Корнеева Е.Е. Чернобыль и здоровье детей (к 10-летию аварии на ЧАЭС) //Российский вестник перинатологии и педиатрии.-1996.-Т. 41.-N 3.-С. 5-9.
24. Бандажевская Г.С. Функциональные изменения миокарда в постнатальном онтогенезе при воздействии

- инкорпорированных радионуклидов.- Автореф. канд. дис.- Москва.-1996.-28с.
25. Бандажевская Г.С. Электрокардиографические изменения у детей, проживающих на территории с уровнем загрязнения ¹³⁷Cs более 15 Ки/км² //Чернобыль: Экология и здоровье. - Гомель, 1996.-№3.-С. 7-8.
 26. Бандажевский Ю. И., Радиоцезий и внутриутробное развитие зародыша. Мн.: "Белрад" 2001. - 59 с.
 27. Бандажевский Ю.И., Жабинский В.Н., Острейко Н.Н. и др. Экспериментальное и клиническое исследование декорпорирующего действия и терапевтической эффективности комбинированных энтеросорбентов при лечении населения с повышенным уровнем радионуклидов в организме //Эндогенные интоксикации, 14-16 июл., 1994 г.: Тез. междунар. симпозиума. - С.-Петербург. - 1994. - С. 98-99.
 28. Бандажевский Ю.И., Бандажевская Г.С. Влияние радиоактивных элементов, попавших в окружающую среду в результате аварии на ЧАЭС на состояние миокарда /В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича. - Гомель, 1995.-С. 48-73.
 29. Бандажевский Ю.И., Угольник Т.С. Течение беременности, развитие плода и новорожденного при эндогенном поступлении радионуклидов/В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича. - Гомель, 1995.-С. 9-23.
 30. Бандажевский Ю.И., Антонова Ю.В. Состояние репродуктивной системы женского организма в условиях воздействия радионуклидов/В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича.-Гомель, 1995.-С. 24-34.
 31. Бандажевский Ю.И., Стрелко В.В., Фомченко Н.Е. и др. Влияние энтеросорбции на ряд показателей обмена веществ у экспериментальных животных в условиях воздействия

- радионуклидов/ В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича.-Гомель, 1995.-С. 128-144.
32. Бандажевский Ю.И., Капитонова Э.К., Троян Э.Н. Проявление аллергии к белку коровьего молока и уровень кортизола в крови у детей из загрязненных радионуклидами районов //"Актуальные проблемы иммунологии и аллергологии". Тезисы докл. 3 съезда Белорусского научн. общества иммунологов и аллерголога.-Гродно, 1995.-С.111.
 33. Бандажевский Ю.И., Фомченко Н.Е. Патоморфология почек и печени у лабораторных животных при воздействии радионуклидов и энтеросорбентов//Чернобыль: Экология и здоровье. Гомель,1996.- №3.-С. 49-52.
 34. Бандажевский Ю.И., Ляхова И.К. Экспериментальная оценка декорпорирующих свойств энтеросорбента пектопал и его способности влиять на обмен веществ при воздействии радионуклидов /В кн.: Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов; Под ред. Ю.И. Бандажевского.-Гомель, 1997.-С. 142-146.
 35. Бандажевский Ю.И., Равков В.Н. Состояние сердечно-сосудистой системы у студентов Гомельского медицинского института /В кн.: Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов; Под ред. Ю.И. Бандажевского. - Гомель, 1997.-С. 83-97.
 36. Бандажевский Ю.И., Куриленко А.Н. Состояние органа зрения у детей, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами / В кн.: Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов; / Под ред. Ю.И. Бандажевского. -Гомель, 1997.-С. 111-118.
 37. Бандажевский Ю.И., Вуевская И.В., Бандажевская Г.С. и др. Иммуно-гематологические аспекты детского организма при воздействии инкорпорированных радионуклидов/ В кн.: Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов; Под ред. Ю.И. Бандажевского. - Гомель, 1997.-С. 98-110.

38. Бандажевский Ю.И., Введенский Д.В., Лакудас Е.Л. Система мать-плод в условиях инкорпорации радионуклидов/В кн.: Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов; Под ред. Ю.И. Бандажевского. - Гомель, 1997.-С. 119-141.
39. Бандажевский Ю.И., Потапова С.М. Оценка иммуноэндокринных изменений у детей, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами // Чернобыль – Вильседе VII : Материалы международного конгресса. – Гомель, 1997. – С. 11-12.
40. Бебешко В.Г., Чумак А.А., Бруслова Е.М. и др. Оценка иммуно-гематологического статуса у детей при действии ионизирующего излучения в диапазоне малых доз в ранний и отдаленный периоды после аварии на Чернобыльской АЭС //Педиатрия. - 1991. - N 12. - С.16-20.
41. Бебешко В.Г., Клименко В.И., Юхимук Л.Н. и др. Система гемопозеза у лиц, подвергшихся облучению в результате аварии на ЧАЭС//Медицинская радиология и радиационная безопасность.-1996.-N4.-С. 8-13.
42. Бездробный Ю.В., Божек О.В. Изменения активности 5'-нуклеотидазы и протеинкиназы плазматической мембраны печени в зависимости от мощности дозы при рентгеновском облучении крыс //Радиобиология. - 1992. - Т. 32, вып. 3. - С. 401-405.
43. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: В 2-х томах. - М.: Медицина, 1987. - Т. 1. - 448 с.
44. Борткевич Л.Г., Конопля Е.Ф., Милютин А.А. и др. Клеточные реакции иммунной системы экспериментальных животных на воздействие малых доз ионизирующего излучения //1 всес. иммунолог. съезд, Сочи, 15-17 ноябр., 1989: Тез. секц. и стенд. сообщ.- М., 1989. Т. 1. - С. 22.
45. Бокерия Л.А., Бескровнова Н.Н., Цыпленкова В.Г. и др. Морфологический анализ аритмогенных и неаритмогенных зон субэндокардиальных отделов сердца у больных с нарушениями ритма//Арх. патологии.-1995.-N 4.-С. 51-56.
46. Брувере Р.Ж., Хейселе О.Г., Дук А.Э., Попена Б.А. Изменение некоторых показателей иммунного статуса людей, участвующих в ликвидации последствий аварии Чернобыля

- //Иммун. статус человека и радиации, Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М., 1991. - С. 123-124.
47. Бурлакова Е.Б., Голощанов А.Н., Горбунова Н.В. и др. Особенности биологического действия малых доз облучения // Радиационная биология. Радиоэкология.-1996.-Т. 36.-Вып. 4.-С. 610-631.
48. Бударков В.А., Карпов О.Н., Гаврилов В.А. и др. Иммунологический мониторинг за овцами Белорусского Полесья в период с 1986 по 1990 годы //Иммун. статус человека и радиации, Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М., 1991. - С. 108.
49. Ватин О.Е., Пантелеева Е.С., Неприна Г.С. и др. Характеристика иммунной системы детей и подростков проживающих на загрязненной территории Калужской области //Иммун. статус человека и радиации, Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М., 1991. - С. 71-72.
50. Ветух В.А., Малаховский В.Н. Сравнительная оценка генетических эффектов равномерного внутреннего (^{137}Cs) и локального рентгеновского облучения крыс //Радиобиология.-1991.-Т.31.-Вып.3.-С. 302-310.
51. Верхогляд И.Н., Цудзевич Б.А., Кудряшов Ю.Б. Влияние Т-активина и МиГИ-К на уровень содержания простагландинов в ряде органов крыс при хроническом облучении //Пути изменения радиочувствит. организма с помощью хим. соед., Пушино, 24-26 февр., 1992: Тез. докл. совещ. - Радиобиол. о-во: информ. бюл. Вып. 2 - Пушино, 1992. - С.30-31.
52. Виноградов Г.И., Винарская Б.И. Иммунный статус детского населения, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС //Иммун. статус человека и радиации, Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М.,1991. - С. 67-68.
53. Воробьев А.И., Домрачева Е.В., Клевезаль Г.А. и др. Дозы радиационных нагрузок и эпидемиологические исследования в Чернобыльском регионе//Терапевтический архив.-1994.-N 7.-С. 3-7.
54. Вовк І.Б., Яковлєв О.О., Ромащенко О.В., Бєлікова Н.М. Функціональне станіє щітовідней залєзы у девочек і

- девушек, испытанных радиационное воздействие //Педиатрия, акушерство і гінекол. - 1992. - N 3. - С. 32-33.
55. Волкова Н.Н., Корзун В.Н. Цитотоксическая активность естественных киллерных (NK) клеток крови и селезенки крыс при хроническом поступлении с пищей с ^{85}Sr и ^{137}Cs //Динам. процессы в сложноорганизм. системах - М.: АН СССР., Гос. ком. РСФСР по экол. и природопольз. Ин-т физ.-тех. пробл., 1991. - С. 117-122.
 56. Волчек И.В., Филев Л.В., Костюшов Е.В. и др. О нарушениях неспецифической противовирусной резистентности мононуклеаров под влиянием малых доз радиации //Иммун. статус человека и радиации, Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М., 1991. - С. 130-131.
 57. Воронцова Т.В., Галицкая Н.Н., Шаврова Е.Н. и др. Оценка иммунного статуса лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Гематология и трансфузиология. - 1990. - Т. 35, N 12. - С. 19-20.
 58. Вуевская И.В. Оценка иммунно-гематологического статуса у детей, проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами.-Автореф.дис.канд.-Москва, 1997.-15с.
 59. Вярга С.В., Сеницын П.В., Тарасенко Л.В. и др. Функциональная активность гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы у самцов крыс в отдаленные сроки после рентгеновского облучения //Радиобиология. - 1993. - Т. 33 - Вып. 3. - С. 337-341.
 60. Гайдук В.М., Низовцова Л.А., Грушевская Т.В., Чайновский В.В. Результаты кардиологического скрининга жителей районов с различными уровнями радиационного загрязнения почвы //Здравоохранение Беларуси. - 1993. - N 11. - С. 4-7.
 61. Галицкая Н.М., Воронцова Т.В., Шарко Р.М. Особенности иммунологического статуса у практически здоровых участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Науч.-практ. аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС, 12-14 марта 1991: Тез. республ. конф. - Минск, 1991. - С. 191-192.

62. Галицкая Н.Н., Елинов А.В. Состояние гуморального иммунитета у детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях //Здравоохранение Беларуси. - 1992. - N 6. - С. 7-9.
63. Галицкі Э.А., Селевіч М.І. Влияние внутреннего (облучения) на содержание липидов в различных тканях крыс //Весці АН Беларусі. Сер. біял. н. - 1992. - N 3-4. - С. 43-46.
64. Галицкі Э.А., Абакумаў Г.З., Казакоў І.У. Перекисное окисление липидов в тканях животных при введении радиоактивных веществ (^{137}Cs , ^{90}Sr) //Весці АН Беларусі. Сер. біял. н. - 1992 - N 3-4. - С. 63-65.
65. Гацко Г.Р., Мажуль Л.М., Вальхіна В.Я., Крылова І.І. Влияние радиозэкологических факторов на систему перекисного окисления липидов крови //Весці АН Беларусі. Сер. біял. н. - 1992. - N 5-6. - С. 90-93.
66. Герасимов Г.А. Влияние ионизирующей радиации на щитовидную железу//Проблемы эндокринологии.-1991.-Т. 37.-N 4.-С. 64-67.
67. Герасимович Н.В. Влияние внешнего "гамма"-облучения и инкорпорированного ^{137}Cs на состояние "бетта"-адренорецепторов сарколеммы кардиомиоцитов //8 съезд Белорус. физиол. о-ва им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 27.
68. Гончарик И.И. Хронический дуоденит у ликвидаторов и у людей, проживающих в районах, загрязненных радионуклидами//Здравоохранение Беларуси.-1991.-N 11.-С. 53-55.
69. Гончарик И.И. Артериальная гипертензия у жителей Причернобыльской зоны //Здравоохранение Беларуси. - 1992. - N 6. - С. 10-12.
70. Гончарова Р.И., Рябоконе Н.И. Частота различных типов цитогенетических повреждений в половых клетках лабораторных мышей, содержащихся на радиационно-загрязненных территориях//Докл. Академии наук Беларуси.- 1995.-Т. 39.-N 6.-С. 75-78.
71. Граевская Б.М., Золотарева Н.Н. О механизмах, определяющих течение и исход воздействия ионизирующей

- радиации на организм //Радиобиология. - 1991. - Т.31, вып. 5. - С. 747-753.
72. Гриневич Ю.А., Ганул В.Л., Бендюг Г.Д. и др. Изменение состояния некоторых показателей иммунной системы у людей после аварии на Чернобыльской АЭС//Врачебное дело.-1993.-N 4.-С. 28-31.
 73. Гуськова А.К., Баранов А.Н. Гематологические эффекты у подвергшихся облучению при аварии на Чернобыльской АЭС //Медицинская радиология. - 1991. - N 8. - С. 31-37.
 74. Данилов И.П., Азарова Л.А., Микша Я.С. Состояние кровяной системы у участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС //Здравоохранение Беларуси. - 1992. - N 7. - С. 7-10.
 75. Дардынская И.В., Бестужева С.В. Особенности метаболической функции легких детей, проживающих на загрязненной территории //Науч.-практ. аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС, 12-14 марта 1991: Тез. респ. конф. - Минск, 1991. - С. 92-93.
 76. Дедов И.И., Цыб А.Ф., Матвиенко Е.Г. и др. Оценка состояния щитовидной железы у детей из загрязненных радионуклидами районов России (последствия Чернобыльской аварии) //Проблемы эндокринологии.-1992.- Т. 38.-N 4.-С. 21.
 77. Дедов И.И., Юденич О.Н., Герасимов Г.А., Смирнов Н.П. Эндемический зоб. Проблемы и решения//Проблемы эндокринологии.-1992.-Т. 38.-С. 6-15.
 78. Дворецкий А.И., Куликова И.А. Пострадиационный эффект норадреналина, серотонина и дофамина на активность Na, K - насоса срезов мозга крыс //Радиобиология. - 1993. - Т. 33. - N 3. - С. 402-407.
 79. Дехтярева О.С., Чебан А.К. Иммунный статус детей с гиперплазией щитовидной железы, эвакуированных из г.Припяти и проживающих на территориях подвергшихся воздействию радионуклидов йода в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Иммунный статус человека и радиация Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М., 1991. - С. 85.

80. Дементьева О.Ю., Новикова А.В., Любченко П.Н. Морфологические и иммунологические показатели слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки в динамике лечения эрозивного гастродуоденита у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде//Терапевтический архив.-1997.-Т. 69.-N 2.-С. 18-22.
81. Дощенко В.Н. Структура причин смерти после значительного профессионального хронического общего облучения //Мед. радиология. - 1991. - N 8. - С. 38-40.
82. Древаль В.И. Влияние ионизирующего излучения и кальция на структуру плазматических мембран //Радиобиология. - 1993. - Т. 33. - N 1. - С. 31-35.
83. Древаль В.И. Изменение липидного компонента плазматических мембран тимоцитов при воздействии ионизирующего излучения //Радиобиология. - 1993. - Т. 33. - Вып.1. - С. 45-48.
84. Дробышевская И.М., Крысенко Н.А., Океанов А.Е., Стежко В.А. Состояние здоровья населения Беларуси после Чернобыльской катастрофы//Здравоохранение.-1996.-N 5.- С. 3-7.
85. Евец Л.В., Ляликов С.А., Орехова Т.Д. и др. Биологический эффект малых доз радиации на морфологический состав периферической крови у детей //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып.5. - С. 627-631.
86. Евец Л.В., Ляликов С.А., Орехов С.Д. и др. Содержание инсулина в крови у детей с различным уровнем радиоактивности мочи //Здравоохранение Беларуси. - 1992. - N 8. - С. 12-14.
87. Евтушенко С.К., Ефименко В.Н., Могилевская В.С. и др. Клинико-иммунологические изменения у детей, эвакуированных из зон Чернобыльской АЭС //1 съезд иммунологов России, Новосибирск, 23-25 июня, 1992: Тез. докл. - Новосибирск, 1992. - С. 149-150.
88. Егуткин Г.Г., Якубовский С.М., Самбурский С.С., Гацко Г.Г. Физико-химическое состояние плазматических мембран жировой ткани и печени крыс в отдаленные сроки после

- "гамма"-облучения в дозе 1Гр. Изменение липидного состава //Радиобиология. - 1993. - Т. 33. - Вып.1. - С. 55-60.
89. Егуткин Г.Г., Якубовский С.М., Гацко Т.Г. Физико-химическое состояние плазматических мембран жировой ткани и печени крыс в отдаленные сроки после гамма-облучения в дозе 1Гр. Структурные изменения мембран //Радиобиология.- 1993.-Т. 33.-N 1.-С. 61-65.
 90. Ермолаева Н.В., Чиркова Л.П. Изменение радиочувствительности кортикальных тимоцитов в процессе дифференцировки //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып. 2. - С. 198-201.
 91. Жаков И.Г., Океанов А.Е. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС //Чернобыльская катастрофа: Медицинские аспекты: Сб. науч. работ. - Минск, 1994. - С. 31-42.
 92. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 336 с.
 93. Зайцев В.А., Балаклеевская В.Г., Петренко С.В. О функциональном состоянии гипорфизарно-кортикоадреналовой системы адаптации детей Беларуси, живущих в условиях действия малых доз радиации после аварии на Чернобыльской АЭС //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып.4. - С. 483-487.
 94. Зак К.П., Грузов М.А., Гринченко М.М. и др. Цитологическое и цитохимическое исследование лейкоцитов крови у детей, подвергшихся воздействию радиоактивного излучения в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Итоги оценки мед. последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - М-во здравоохран. УССР. - Киев, 1991. - С. 76-77.
 95. Зак К.Н., Бутенко З.А., Николаенко Н.И. Количественные и цитологические изменения различных видов лейкоцитов крови у ликвидаторов через 5-6 лет после аварии на Чернобыльской АЭС//Гематол. и трансфузиол.-1995.-Т. 40.- N 4.-С. 39-42.
 96. Заноздра Н.С., Купчинская Е.Г. Гемодинамика и особенности клинических проявления гипертонической

- болезни у больных, находившихся в зоне аварии на Чернобыльской АЭС //Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохран. УССР. - Киев, 1991. - С. 78-79.
97. Захаров А.Г., Иванов Л.С., Хмелевский Е.В., Боженко В.К. Реактивность артериол скелетной мышцы крыс к норадреналину после общего "гамма"-излучения дозой 1 Гр. //Бюл. эксперим. биол. и мед. - 1992. - Т. 114. - N 2. - С. 355-357.
 98. Зверкова А.С., Перехрестенко П.М., Дарчук Г.Ф. и др. Состояние кроветворной системы у лиц, подвергшихся радиационному воздействию после аварии на Чернобыльской АЭС //Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - М-во здравоохран. УССР. - Киев, 1991. - С. 82-83.
 99. Здравоохранение Гомельской области в 1996 году (материалы к итоговой коллегии управления охраны здоровья). - Гомель.-1997.-37с.
 100. Здоровье населения в Европе. Отчет о мониторинге деятельности по достижению здоровья для всех в 1993-1994 гг. Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия № 56, Копенгаген, 1995.
 101. Злокачественные новообразования в Беларуси 1988-1997, /Минздрав Беларуси, БелЦМТ; Мн., 1998. - 179 с.
 102. Иваницкая Н.Ф., Талакин Ю.Н., Бондаренко Н.Д., Таушан Н.Д. Эндокринные и метаболические нарушения в отдаленные сроки у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения //Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - М-во здравоохран. УССР. - Киев, 1991. - С. 88-89.
 103. Иванов А.А., Невинная А.П., Гуценко К.К. и др. Состояние иммунного статуса у людей в ближайшие и отдаленные сроки после лучевого поражения в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Гематология и трансфузиология. - 1991. - N 12. - С. 20-23.
 104. Иванов А.А., Шальнова Г.А., Уланова А.М. и др. Микробиологические и иммунологические нарушения у больных

- острой лучевой болезнью, пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС //Вестник АМН СССР. - 1991. - N 8. - С. 20-23.
105. Иванов А.А., Смирнова О.В., Уланова А.М., Шальнова Г.А. Клинико-популяционный анализ реакции системы иммунитета работников Чернобыльской АЭС и населения окружающих территорий //Медицинская радиология. - 1993. - N 2. - С. 24-28.
106. Иванов А.Е. Патологическая анатомия лучевой болезни человека на современном этапе ее изучения //Архив патологии. - 1991. - Т. 53. - N 8. - С. 3-7.
107. Ильин Л.А., Лячинская А.И., Терещенко П.Я. и др. Состояние щитовидной железы и гормонально гомеостаза у детей, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, на территории Белоруссии //Научно-практические аспекты сохранения здоровья людей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС, 12-14 марта, 1991: Тез. респ. конф. - Минск, 1991. - С. 148-149.
108. Исаева З.Г., Мусий М.Я., Батуревич М.И., Дегтяренко Н.А. Отдаленные наблюдения за состоянием иммунной системы у детей, находившихся в зоне аварии на Чернобыльской АЭС //Итоги оценки мед. последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохран. УССР. - Киев, 1991. - С. 92-93.
109. Карасева Г.П. Использование фармакологических проб для оценки нарушений ритма сердца у мужчин, участвовавших в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Повыш. эффектив. исполъз. науки в практ. здравоохранения: Тез. докл. науч. - практ. конф. мол. ученых и врачей Москов. обл., 20 дек., 1991. - М, 1991. - С. 29-30.
110. Кардиомиопатии. // БМЭ. - 1979. - Т. 10.
111. Кацнельсон Г.М. Фармакологические дозированные нагрузки при изучении реакций сердечно-сосудистой системы на однократное нейтронное и рентгеновское облучение кроликов //1 всес. радиобиол. съезд, Москва,

- 21-27 авг., 1989: Тез. докл.- Пущино, 1989. - Т. 1. - С. 199-200.
112. Квашнина Л.В., Бабко С.О., Колос В.И., Ануховська Л.І. Функціональні і метаболічні порушення при судинних дистоніях у дітей із груп радіаційного ризику //Педіатрія, акушерство і гінекол. - 1992. - N 3. - С. 22-23.
113. Кириенко А.Е., Петрашевская Н.Н., Лобанок Л.М. Отдаленные эффекты инкорпорированных ^{131}I и ^{137}Cs на адренергическую регуляцию электрической и сократительной активности сердца //1 Науч. практ. конф., Минск, 26-27 дек., 1989: Мат. конф. - Минск, 1990. - С. 181-187.
114. Кириенко А.Е., Петрашевский Н.Н., Лобанок Л.М. Адренергическая регуляция электрофизиологической активности кардиомиоцитов, биохимической функции сердца и коронарного кровотока у крыс с инкорпорированным ^{131}I //Бюл. эксперим. биол. и мед. - 1992. - Т. 114. - N 10. - С. 340-343.
115. Киеня А.И., Ермолицкий Н.М. Вегетативный компонент реактивности организма детей с различным уровнем инкорпорированного ^{137}Cs //Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов/Под ред. Ю.И. Бандажевского.-Гомель, 1997.-С. 61-82.
116. Козарезова Т.И., Слобожанина Е.И., Козлова Н.М. и др. Количественно-функциональная, метаболическая и физико-химическая характеристика эритронов у детей, подвергшихся действию экзо- и эндогенного ионизирующего излучения в условиях Беларуси//Педиатрия.-1993. - N 4.-74-77.
117. Кисельгоф Е.И., Шорохова В.Б., Циклические нуклеотиды в тканях крыс при длительном радиационном воздействии //Радиобиология. - 1992. - Т. 32.- Вып. 6. - С. 802-806.
118. Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм/Бандажевский Ю.И., Лелевич В.В., Стрелко В.В. и др.; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича.- Гомель, 1995.-152с.

119. Клименко В.И., Юхимук Л.Н. Морфофункциональные показатели эритроцитного звена гемопоэза у лиц, постоянно работающих в зоне усиленного радиоэкологического контроля // Врачебное дело. - 1993. - № 2, 3. - С. 31-35.
120. Коваленко А.М. Влияние малых доз ионизирующего излучения на здоровье человека // Врачебное дело. - 1990. - № 7. - С. 79-82.
121. Коваленко А.М. Функциональная и типологическая характеристика некоторых регуляторных гормональных систем у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС с синдромом нейроциркулярной дистонии // Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. Науч. - практ. конф. - М-во здравоохранения СССР. - Киев, 1991. - С. 104-105.
122. Ковалев Г.И., Торубарова Н.А., Румянцев А.Г. Иммунофенотип лимфоцитов периферической крови у детей, проживающих на радиационно загрязненных территориях // Педиатрия. - 1990. - № 12. - С. 42-47.
123. Козырева Т.В., Никифорова Н.А., Калмыкова И.Я. и др. Состояние иммунитета у лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Гематол. и трансфузиол. - 1990. - Т. 35. - № 12. - С. 17-19.
124. Козырева Т.В., Попковская Т.Н., Скобельцина Е.С. и др. Состояние иммунной системы у лиц подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохранения СССР. - Киев, 1991. - С. 106-107.
125. Колб В.Г., Камышников В.С. Клиническая биохимия. Пособие для врачей-лаборантов. - Минск: Беларусь, 1979. - 312 с.
126. Коляденко В.Г., Головченко Д.Я., Романенко А.Б. Иммунологический статус больных, находящихся в районах с неблагоприятной радиационной обстановкой // Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохранения СССР. - Киев, 1991. - С. 107-108.

127. Комиссаренко В.Г., Зверкова А.С. Особенности клеточно-зависимого иммунитета у жителей г. Киева после аварии на Чернобыльской АЭС // Иммунный статус человека и радиация, Гомель, сент., 1991: Сб. тез. всес. науч. конф. - М., 1991. - С. 103-104.
128. Комиссаренко В.Г., Джевадова И.В., Гащук А.П. Изучение иммунного статуса у жителей Киева после аварии на Чернобыльской АЭС // Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохранения СССР. - Киев, 1991. - С. 109-110.
129. Конопля Е.Ф., Фильченков Г.Н., Попов Е.Г. с соавт. Влияние йода-131 на характеристики связывания половых и тиреоидных гормонов белками плазмы крови у детей с функциональным нарушением щитовидной железы в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиобиология. - 1992. - Т. 32, вып.4. - С. 488-492.
130. Конопля Е.Ф., Багель И.М., Шафрановская Е.В. Влияние малых доз ионизирующего излучения на активность Ca²⁺ АТФазы мембраны саркоплазматического ретикулума скелетной мышцы // Докл. Академии наук Беларуси. сер. биология. 1996. - Том 40. - № 3. - С. 86-89.
131. Копылова О.В., Дехтярева О.С., Трескупова Т.В., Тараненко Н.Г. Состояние тиреоидной системы у детей Козелецкого района Черниговской области: результаты клинического осмотра, гормональных и ультразвуковых исследований // Итоги оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - М-во здравоохранения СССР. - Киев, 1991. - С. 111-112.
132. Коробко И.В., Блетько Т.В., Кенигсберг Я.Э. Особенности биосинтеза гамма-интерферона при комбинированном радиационно-химическом воздействии // Иммунология. - 1996. - № 2. - С. 31-33.
133. Коробко И.В., Титов Л.П. Некоторые особенности состояния системы интерферона у детей, проживающих в районах жесткого контроля Гомельской и Могилевской областей Белоруссии // Итоги оценки мед. последствий на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохранения СССР. - Киев, 1991. - С. 114-115.

134. Королев В.И., Мурашов Б.В., Фейгин Л.Г. Костномозговые тканевые дозы при различных видах радиационного воздействия //Медицинская радиология. - 1991. - N 9. - С. 6-8.
135. Корытько С.С. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у лиц принимающих участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //8 съезд Белорус. физиол. о-ва им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 60.
136. Кузьмина Е.Г., Пантелева Е.С., Некрина Г.С. и др. Иммунологическое исследование населения, проживающего на территории Брянской области, загрязненной радионуклидами //Пробл. смягчения последствий Чернобыльской катастрофы, Брянск, 1993: Матер. междунар. семин. - М., 1993. - Ч. 2. - С. 257-259.
137. Кухта В.К., Олецкий Э.И., Лисицына Л.П. и др. Состояние ферментативной системы антиоксидантной защиты животных после радиационного воздействия //Здравоохранение Беларуси. - 1993. - N8. - С. 9-11.
138. Лагутин А.Ю., Сидельников В.М. Особливості і поширеність вегетативно-сосудинної дистонії у дітей евакуйованих із Прип'ять у зв'язку з аварією на ЧАЕС //Педіатрія, акушерства і гінеколог. - 1992. - N 3. - С. 19-21.
139. Лазюк Г. И, Николаев Д. Л., Хмель Р.Д. Абсолютное число и частота врожденных пороков развития строгого учета (ВПР СУ) в некоторых регионах Беларуси. //Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. Аналитико-информационный бюллетень.,1996, - № 1. - с. 15.
140. Лелевич В.В., Дорошенко Е.М. Влияние воздействия инкорпорированных радионуклидов на фонд нейромедиаторов в головном мозге крыс/В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича.-Гомель, 1995.-С. 74-88.
141. Лелевич В.В., Воробьев В.В., Климович В.В. и др. Метаболические последствия инкорпорального поступления радионуклидов/В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты

- влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича. - Гомель, 1995.-С. 89-100.
142. Лисяный Н.И., Маркова О.В., Гнедкова И.А. Особенности иммунного статуса доноров, проживающих на загрязненной радионуклидами территории //Итоги оценки мед. последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - М-во здравоохр. УССР. - Киев, 1991. - С. 131-132.
143. Литвинов С.А. Влияние общего рентгеновского облучения на метаболизм сосудистой стенки //Фармакол. и физиол. изолированных сосудов. - 1992. - N 2. - С. 51-55.
144. Лицкевич Л.А. Радиационные нарушения стероидметаболизирующей функции печени //Проблемы эндокринологии. - 1991. - Т. 37. - N5. - С. 47-50.
145. Лобанок Л.М. О физиологических механизмах влияния малых доз радиации на сердечно-сосудистую систему //8 съезд Белорусова им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 73.
146. Лушников Е.Ф., Колеганов Ю.Ф., Лапцов С.И. и др. Содержание цезия-137 и патологические изменения в органах и тканях умерших людей //Медицинская радиология и радиационная безопасность.-1996.-N 1.-С. 35-38.
147. Лукина Е.А., Шефель Ю.В., Левина А.А. и др. Гематологическая диспансеризация участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС//Терапевтический архив.-1995.-N 1.-С. 19-21.
148. Любченко П.Н., Боженко В.К., Масленникова В.Г. и др. Гематологические показатели у участников ликвидации последствий аварии в Чернобыле //Гематология. - 1991. - N 8. - С. 47-51.
149. Мардашко А.А. Оценка функционального состояния печени и мышечной системы у лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения //Итоги оценки мед. последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - Министерство здравоохр. УССР. - Киев, 1991. - С. 142-143.

150. Марей А. Н., Бархударов Р. М., Новикова Н. Я. Глобальные выпадения ^{137}Cs и человек. М., Атомиздат, 1974. - 168 с.
151. Матвеевко Е.Г., Горобец В.Ф., Втюрин Б.М. и др. Узловой зоб и рак щитовидной железы у детей и подростков, проживающих в загрязненных радионуклидами районах Калужской области//Проблемы эндокринологии.- 1996.Т.42.-N 5.-С. 23-27.
152. Мащенко В.П., Грицай Н.Н., Литвин А.А. и др. Состояние физиологических защитных систем крови человека в отдаленные периоды, после воздействия ионизирующей радиации, связанной с аварией на Чернобыльской АЭС //Гематология и трансфузиология. - 1993. - N3.- С. 30-33.
153. Мельников О.Ф., Самбур М.Б., Заболотный Д.И. Динамика изменения показателей клеточного и гуморального иммунитета у жителей Киева после аварии на Чернобыльской АЭС // Итоги оценки мед. последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч. - практ. конф. - М-во здравоохр. УССР. - Киев, 1991. - С. 146-147.
154. Мельников О.Ф., Самбур М.Б., Индык В.М. и др. Сообщение 8. Состояние клеточного иммунитета у разных поколений крыс //Радиобиология. - 1991. - Т. 31. - Вып.5. - С. 673-677.
155. Милютин А.А., Кирпичева Т.М., Лобанок Л.М. Влияние инкорпорированного цезия-137 на структурное состояние мембран эритроцитов //Радиобиология - 1993. - Т.33.- Вып.2. - С. 302-406.
156. Микулич А.И. Геногеография сельского населения Белоруссии. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 182 с.
157. Михеенко Т.В., Лыков А.П., Лозовой В.П. Некоторые механизмы снижения естественной киллярной активности клеток крови в отдаленном периоде после воздействия радиационных факторов//Иммунология.-1996. - N 2.-С. 65-66.
158. Михеенко Т.В., Ямная В.С., Киселев С.В., Лозовой В.П. Изменения активности В-лимфоцитов крови в отдаленные сроки после воздействия факторов Чернобыльской аварии

- //1 съезд иммунологов: Тез. докл. - Новосибирск, 1992. - С. 307-308.
159. Морозкина Т.С., Захаревский А.С., Суколинский В.Н. и др. Содержание каротинов и витаминов антиоксидантного действия в организме животных, находившихся на загрязненной радионуклидами территории //Здравоохранение Беларуси. - 1993. - N 8.- С. 11-15.
160. Москалев Ю.И. Распределение и токсикология радиоактивных элементов. Дис. док. мед. наук. М., 1955.
161. Мурахмедов А.К., Мирхамидова П., Шамсутдинова Г.Т. и др. Влияние гамма-облучения на структуру и ферментативную активность ядерной оболочки печени беременных крыс и их эмбрионов//Цитология.-1992.-Т. 34.- N 6.-С. 3-12.
162. Нагорная А.М., Картыш А.П., Проклина Т.Л. и др. Заболеваемость эвакуированного населения Украины после аварии на Чернобыльской АЭС //Здравоохранение Беларуси. - 1993. - N 2. - С. 11-13.
163. Непомнящих Л.М. Основные формы острых повреждений кардиомиоцитов по данным поляризационной микроскопии миофибрилл //Бюл. экспериментальной биологии и медицины.-1996.-N 1.-С. 4-13.
164. Никифоров А.М., Светикова К.М., Чалисова Н.И. и др. Состояние слизистой оболочки желудка и 12-перстной кишки ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в органотипической культуре ткани //Морфология.-1996.-N6.-С. 100-105.
165. Недвецкая В.В., Ляликов С.А. Кардиоинтервалографическое исследование нервной системы у детей из загрязненных радионуклидами районов //Здравоохранение Беларуси. - 1994. - N 2. - С. 30-33.
166. Нестеренко В.Б. Масштабы и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Беларуси, Украины и России.- Минск:Право и экономика, 1996.-72с.
167. Низовцова Л.А., Гайдук В.Н., Русецкая В.Г. и др. Распространенность болезней системы кровообращения среди различных контингентов населения, пострадавшего в результате аварии на Чернобыльской АЭС

- //Чернобыльская катастрофа. Медицинские аспекты: Сб. науч. работ. - Минск, 1994, - С. 118-141.
168. Новикова В.Н. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей и подростков, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Итоги оценки медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф. - М-во здравоохр. УССР. - Киев, 1991. - С. 159-160.
 169. Новодержкина Ю.К., Шишканова З.Г., Погорелов В.М. и др. Морфологическая характеристика лимфоцитов через 6 лет после аварии на Чернобыле//Гематол. и трансфузиол.-1995.-Т.40.-N 3.-С. 39-42.
 170. Обатуров Г.М. Биофизические модели формирования радиационно-индуцированных хромосомных aberrаций //Радиационная биология. Радиоэкология.1996. Т. 36. - Вып. 6.-С. 834-839.
 171. Оганесян Н.М., Оганджян Э.Е., Меликян И.Е. и др. Результаты наблюдения за участниками ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Медицинская радиология. - 1991. - N 10. - С. 33-36.
 172. Океанов А. Е., Якимович Г. В., Золотко Н. И., Куликина В. В., Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями в Беларуси, 1976 - 1995 гг. //Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. Аналитико-информационный бюллетень. 1996. - № 1. - с. 4-14.
 173. Осечинский И.В., Иванов Е.П., Мартиросов А.Р. и др. Эпидемиология гемобластозов в регионе вокруг Чернобыля, 1. Организация исследования в Гомельской области//Гематол. и трансфузиол.-1991.-N 5.-С. 36-38.
 174. Осечинский И.В., Сидорович Г.И., Зингерман Б.В. и др. Заболеваемость лейкозами и Неходжкинскими лимфомами в детской популяции различных территорий Брянской области//Гематол. и трансфузиол.-1994.-Т. 39.-N 5.-С. 3-7.
 175. Основные положения методики оздоровления и санаторно-курортного лечения детей, проживающих на

- территории радионуклидного загрязнения после катастрофы на ЧАЭС. / Методические рекомендации НИКИ РМ и эндокринологии МЗ Беларуси, 1997. - 23 с.
176. Орадовская И.В. Иммунологические эффекты в группах лиц, работающих в зонах Чернобыльской катастрофы //1 съезд иммунологов России, Новосибирск, 23-25 июня, 1992: Тез. докл. - Новосибирск, 1992. - С. 345.
 177. Орадовская И.В. Иммунный статус и проблемы его коррекции у населения Брянской области, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами //Пробл. смягчения последствий Чернобыльской катастрофы, Брянск, 1993: Матер. междунар. семин. - М., 1993. - Ч. 2. - С. 260-263.
 178. Орлова Л.Г., Кривенко Н.Н., Лукьянов И.И. Обмен липидов и белков в печени при экспериментальном радиационном поражении //8 съезд Белорус. физиол. о-ва им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 91.
 179. Паранич А.В., де Консесао А., Бугай Е.В., Копылов А.В. О роли жирорастворимых витаминов А и Е в профилактике биологических эффектов ионизирующего излучения в различных тканях крыс //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып. 5. - С. 743-750.
 180. Пашинская Н.Б., Дубасова Е.П., Асмоловская Л.В., Исаева С.А. Функциональное состояние щитовидной железы у детей, проживающих в районе с относительно малым уровнем радиоактивного загрязнения // 2 всерос. съезд эндокринологов, 22-25 окт., 1991: Тез. докл. Всерос. науч. о-во эндокринологов. - Челябинск, 1991. - С. 308.
 181. Петренко С.В., Зайцев В.А. Состояние адаптационно-компенсаторных резервов организма детей, живущих в условиях действия малых доз радиации //8 съезд Белорус. физиол. о-ва им. И.П. Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С.95.
 182. Петренко С.В., Зайцев В.А., Балаклеевская В.Г. и др. Гипофизарно-надпочечниковая система у детей, проживающих в загрязненной радионуклидами местности //Здравоохранение Беларуси. - 1993. - N 11. - С. 7-9.

183. Пелевина И.И., Готлиб В.Я., Кудряшова О.В. и др. Нестабильность генома после воздействия радиации в малых дозах (в 10-километровой зоне аварии на ЧАЭС и в лабораторных условиях) //Радиационная биология. Радиоэкология.-1996.-Т. 36.-Вып. 4.-С. 546-560.
184. Петров В.Н., Петров Н.М. Функциональное состояние щитовидной железы у лиц, принимавших участие в ликвидации последствий Чернобыльской аварии //1 всерос. съезд эндокринологов, 22-25 окт., 1991: Тез. докл. - Всерос. науч. о-во эндокринологов. - Челябинск, 1991. - С. 309.
185. Пинчук Л.Б., Серкиз Я.И., Родионова Н.К.и др. Сообщение 2. Состояние костномозгового кроветворения у крыс //Радиобиология. - 1991. - Т. 31. - Вып. 5. - С. 631-641.
186. Пинчук В.Г., Никитченко В.В., Гольдшмид Б.Я. и др. Сообщение 4. Морфологические и ультраструктурные изменения печени крыс //Радиобиология. - 1991. - Т. 31. - Вып. 5. - С. 648-653.
187. Пилинская М.А., Дыбский С.С. Частота хромосомных аббераций в лимфоцитах периферической крови детей, проживающих в районах с различной радиоэкологической обстановкой//Цитология и генетика.-1992.-Т. 26.-N 2.-С. 11-17.
188. Поверенный А.М., Шинкаркина А.П., Виноградова Ю.Е. и др. Вероятные последствия повреждения радиоактивным йодом щитовидной железы в период Чернобыльской аварии //Радиационная биология. Радиоэкология. - 1996. - Т. 36. - Вып. 4.-С. 632-640.
189. Пономаренко В.М., Нагорная А.М., Прохлина Т.Л. и др. Заболеваемость детей дошкольного возраста, проживающего на территории Ровненской области, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС //Врачебное дело.-1993.-N 2-3.-С. 36-38.
190. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. 3-е изд. - М.: Советская наука, 1957. - 468 с.
191. Савцова З.Д., Ковбасюк С.А., Юдина О.Ю. и др. Сообщение 9. Морфофункциональные показатели

- некоторых иммунокомпетентных органов мышей //Радиобиология. - 1991. - Т. 31. - Вып. 5. - С. 679-686.
192. Савина Н.П., Ляско Л.И., Сушкевич Г.Н., Чекалина С.И. Иммунный гомеостаз ликвидаторов через 4 года после проведения работ на ЧАЭС//Медицинская радиология и радиационная безопасность.-1995.-N 3.-С. 4-7.
193. Свиридов О.В., Ермоленко М.Н., Кармиза Е.И. О роли легких и тяжелых цепей нормальных иммуноглобулинов и связывания тиреоидных гормонов //Иммунология.-1992. - N5. - С. 14-17.
194. Струков Е.Л., Дрыгина Л.Б., Никифоров А.М. Особенности тиреоидного гормонального статуса у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС //Ликвидаторы последствий аварии на ЧАЭС: Состояние здоровья: Матер. междунар. консультатив. совещ. по проекту "Ликвидатор"; Санкт-Петербург, 27 июня - 1 июля 1994 и матер. научн.-практич. конф. "Состояние здоровья и оказание мед. помощи ликвидаторам России", Обнинск, 12-14 декабря 1994.- М., 1995.-С. 59-64.
195. Салицкая Н.Н., Хмелевская Л.А., Жук Г.М., Воронцова Т.В. Оценка иммунного статуса детей в зоне повышенной радиации //Здравоохранение Белоруссии. - 1990. - N 6. - С. 33-35.
196. Семенова Н.А., Юшманов В.Е. ЯМР ^{31}P in vivo: исследование уровней фосфатных метаболитов мозга крыс в динамике после острого "гамма" - облучения //Радиобиология. - 1993. - Т. 33. - Вып. 3. - С. 388-391.
197. Сиваченко Т.П., Авраменко А.И. Состояние щитовидной железы у населения Киевской области после аварии на Чернобыльской АЭС //Докл. АН Украины. - 1993. - N 1. - С. 171-176.
198. Сидоренко Г. И. Предупреждение сердечно-сосудистых заболеваний - актуальная задача современной медицины. // Медицинские новости. - 1999. - № 1-2. - С. 4-8.
199. Сикоренский А.В., Багель Г.Е. Распространение первичной артериальной гипотонии у детей Гомельской и Могилевской областей и перспективы оздоровления в условиях пионерских лагерей //Оздоровление и

- санаторное лечение лиц, подвергшихся радиационному воздействию: Тез. докл. респ. конф. - Минск-Гомель, 1992. - С. 58-60.
200. Свирновский А.И., Иванов Е.П., Данилов И.П. и др. Цитогенетический анализ культур лимфоцитов крови у лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Здравоохранение Беларуси.- 1991. - N11.-С. 13-17.
201. Сложеникина Л.В., Крымская В.П., Фиалковская Л.А., Кузин А.М. Влияние хронического "гамма" - облучения на активность аденилатциклазы легочной ткани крыс //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып. 6. - С. 830-834.
202. Степанов Ю.В., Войницкий В.И., Преображенская Т.Д. и др. Действие рентгеновского излучения на жирнокислотный состав липидов мембран саркоплазматического ретикулума //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып.6. - С. 807-814.
203. Степанов Ю.В., Степанова Л.И., Веклярский Р.З. и др. Перекисное окисление липидов слизистой оболочки тонкого кишечника крыс при длительном воздействии малых доз ионизирующей радиации //Пути изменения радиочувствит. организма с помощью хим. соед, Пушино, 24-26 февр., 1992: Тез. докл. совещ. - Радиобиол. о-во: Информ. бюл. Вып.2. - Пушино, 1992. - С. 59-60.
204. Степанова Е.И., Кондрашова Е.Г., Довиденко О.А. и др. Гематологические эффекты Чернобыльской аварии у детей //Гематол. трансфузиол. - 1992. - N 7-8. - С. 31-33
205. Сухомлинов Б.Ф., Чайка Я.П., Монастырская С.С., Демида Е.Н. Исследование отдельных ферментов гликолиза энтероцитов тонкого кишечника крыс при воздействии ионизирующей радиации //Радиобиология. - 1993. - Т. 33. - Вып.2. - С. 255-258.
206. Сюсюкин В.А., Леденева А.И. Влияние различных доз внешнего "гамма" - облучения на сердечно-сосудистые эффекты задних ядер шва головного мозга //8 съезд Белорус. физиол. о-ва. им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С.121.

207. Татаринчик М.А., Кириенков А.Е. Влияние внешнего "гамма"-облучения и инкорпорированных радионуклидов на сократительную функцию сердца, микроциркуляцию и реологические свойства крови //8 съезд Белорус. о-ва им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 122.
208. Тернов В.И., Вологодская И.А., Кабашева Н.Я. Влияние комплекса факторов на иммунный статус участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Медицинская радиология. - 1993. - N2. - С. 8-12.
209. Тернов В.И. Гигиенические и медико-биологические аспекты загрязнения окружающей среды стронцием-90//Здравоохранение Беларуси.-1988.-N 3.-С. 62-64.
210. Тлепшуков И. К., Балуда М. В. Нарушение гемостатического гомеостаза у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. // Кардиология. -1998. - Т. 38. - С. 48- 50.
211. Торубарова Д.А., Ковалев Г.И. Показатели периферической крови детей, облученных в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Педиатрия. - 1991. - N 12. - С. 21-26.
212. Требухина Р.В., Лашак Л.К., Михальцевич Г.Н. и др. Активность ферментов при содержании радиоактивного цезия в слюне детей дошкольного возраста //Здравоохранение Беларуси. - 1993. - N 12. - С. 42-44.
213. Туманян М.А., Зайцева Л.Г., Васильева Е.И., Дуплищева, А.П. Роль клеток МФС в радиационном иммунодефиците //1 съезд иммунологов России, Новосибирск, 23-25 июня, 1992. Тез. докл. - Новосибирск. 1992. - С. 486-487.
214. Туракулов Я.Х., Ташходжаева Т.П., Легинская А.М. с соавт. Влияние однократного внешнего "гамма"-облучения на разных этапах онтогенеза на тиреоидный статус крыс //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып. 4. - С. 522-527.
215. Угольник Т.С. Особенности антенатального и постнатального развития белых крыс при эндогенном поступлении радионуклидов с продуктами питания.-Автореф.канд.дис.-Москва.-1996.-20с.

216. Федорович В.А. Центральные регуляторные влияния с голубого пятна среднего мозга на кардиогемодинамику в ранние сроки после внешнего "гамма"-облучения //8 съезд Белорус. физиол. о-ва им. И.П.Павлова, Минск, 10-11 сент., 1991: Тез. докл. - Минск, 1991. - С. 128.
217. Фомченко Н.Е. Морфофункциональные аспекты влияния на организм белых крыс энтерально поступающих радионуклидов и сорбентов.-Автореф.дис.канд.-Москва, 1997.-24с.
218. Халитов Р.И., Цыб А.Ф., Спасский Б.Б, Медицинские аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Пробл. смягчения последствий Чернобыл. катастрофы, Брянск, 1993: Матер. междунар. семин. - М., 1993. - Ч. 1. - С. 36-39.
219. Хант Е.Е., Матвеев Е.Г., Нилова Э.В. и др. Автоматизированный гематологический мониторинг населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях Калужской области за 10 лет после аварии на ЧАЭС//Наследие Чернобыля: Матер. научн.-практич. конф. "Медико-психологические, радиоэкологические и социально-экономические аспекты ликвидации последствий аварии на ЧАЭС по Калужской области".-Калуга, Обнинск, 1996.-Вып.2.-С. 147-150.
220. Хмара И.М., Астахова Л.Н. Аутоиммунный тиреоидит//В кн.: Щитовидная железа у детей: последствия Чернобыля/Под ред. проф. Л.Н. Астаховой. - Минск, 1996.- С. 157-167.
221. Цыб А.Ф., Матвеев Е.Г., Горобец В.Ф. и др. Функциональное состояние гипофизарно-тиреоидной системы у детей и подростков, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Радиационная медицина. - 1991. - N 7.- С. 4-7.
222. Цыб А.Ф., Хант С.Е., Матвеев Е.Г. и др. Динамическое исследование показателей крови населения загрязненных радионуклидами территорий Калужской области и ликвидаторов 1986-1993гг. //Медицинская радиология и радиационная безопасность.-1996.-N 4.-С. 3-7.

223. Цыбульская И.С., Суханова Л.П., Старостин В.М., Митюрова Л.Б. Функциональное состояние и регуляция сердечно-сосудистой системы у детей раннего возраста при хроническом воздействии малых доз радиации //Материнство и детство. - 1992. - Т.37. - N 12. - С. 12-20.
224. Чаяло П.П., Протас А.Ф. Изоферментный спектр лактатдегидрогеназы, эстеразы и кислой фосфатазы клеток головного мозга крыс в разные сроки после внешнего "гамма" - облучения в дозе 1 Гр. //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып. 6. - С. 815-819.
225. Чебан А.К., Дегтярева О.С., Копылова О.В. и др. Клинико-иммунологическая характеристика состояния щитовидной железы у детей, подвергшихся действию ионизирующего излучения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС //Педиатрия. - 1991. - N 12. - С. 26-29.
226. Черствой Е.Д., Фурманчук А.В., Анищенко С.Л. и др. Патоморфология щитовидной железы детей из Республики Беларусь, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Архив патологии.-1993. - N 2.-С. 54-58.
227. Чернобыльская катастрофа: Причины и последствия: (Эксперт. заключение в 4-х ч. Ч. 3. Последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Республики Беларусь //Под ред. В.Б. Нестеренко.-Мн.: "Скарина", 1992. - 207с.
228. Чекалина С.И., Ляско Л.И., Сушкевич Г.Н. и др. Гемостатический гомеостаз у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС//Медицинская радиология и радиационная безопасность.-1995.-N 1.-С. 4-6.
229. Чернобыль: последствия окружающей среды, здоровья и прав человека, Вена, Австрия, 12-15 апреля 1996.-155с.
230. Чумак А.А., Базыка Д.А., Талько В.В. и др. Иммунологические аспекты изучения контингентов населения, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС //Вестник АМН СССР. - 1991. - N 8. - С. 16-20.
231. Чумак А.А., Зазина Д.А., Беляева Н.В. Субпопуляции ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Иммунология.-1992.-N 2.-С. 52-55.

232. Шишкина Л.Н., Материй Л.Д., Кудяшева А.Г. и др. Структурно-функциональные нарушения в печени диких грызунов из районов аварии на Чернобыльской АЭС //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып.1.- С. 19-29.
233. Шишмарев Ю.Н., Алексеев Г.И., Никифоров А.М. и др. Клинические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Радиобиология. - 1992. - Т. 32. - Вып. 3. - С. 323-332.
234. Шилов В.В., Лобанок Л.М. Модификация хроноинотропных отношений в миокарде предсердий и желудочков при внешнем гамма-облучении //Радиобиология.-1991.-Т. 31.- Вып. 3.-С. 432-435.
235. Шилина Н.М., Котеров А.Н., Конь И.Я. Влияние гамма-облучения на содержание трансферрина в плазме крови мышей и степень его гликозилирования //Бюл.эксперимент. биологии и медицины. - 1997. - Т.123. - N 1. - С. 46-50.
236. Шамарин В.М., Шальнова С.А., Кукушкин С.К. и др. Сердечно-сосудистые заболевания и их факторы риска у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС по итогам скринирующего обследования в 1993-1995гг. //Кардиология.-1996.-N 3.-С. 44-46.
237. Шарыгин В.Л., Пулатова М.К., Шарф В.Г., Легеза В.И. Оценка возможных отдаленных последствий действия радиации для ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС //Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье человека. Под ред. Е.Б. Бурлаковой. - Москва.-1996.-С. 130-148.
238. Эйдус Л.Х. О механизме инициации эффектов малых доз //Радиобиология. - 1996. - N 1.-С. 5-11.
239. Эпштейн Е.В., Олейник В.А., Тронько Н.Д. и др. Гипофизарно-тиреоидная система у детей, эвакуированных из 30-и км зоны аварии на Чернобыльской АЭС //Медицинская радиология. - 1993.- N6. - С. 25-27.
240. Якубовский С.М. Влияние общего "гамма"-облучения на активность 5-нуклеотидазы в плазме крови крыс //Радиобиология. - 1993. - Т.33. - Вып. 3. - С. 398-401.
241. Якубовский М.М., Пентюк А.А., Хмельницкий О.К., Олейник В.Н. Активность процессов перекисного окисления

- липидов в слизистой оболочке тонкой кишки крыс и ее морфофункциональное состояние в условиях острого облучения и введения комбинированных препаратов, созданных на основе высокодисперсного кремнезема //Радиационная биология. Радиозэкология.-1997.-Т. 37.- Вып. 3.-С. 366-371.
242. Ярилин А.А. Действие ионизирующей радиации на лимфоциты (Повреждающий и активирующий эффекты) //Иммунология. - 1988. - N5. - С. 5-11.
243. Ahlers J., Ahlersova E., Toropila M., Datelinka J. Thymus lipids in continuously irradiated rats // Physiol. Res. - 1992. - Vol.41. - N 6. - P. 417-421.
244. Darcourt, Lagrance J.L., He Z. X. et al. Effet precoce de l'irradiation mediastinale sur la fouction ventriculaire gauche //J. med. nucl. biophys. - 1992. - Vol. 16. - N 2. - P. 120-124.
245. Martin S.J., Strofford M.R., Watfa R.R. et el. Collagen metabolism in the murine colon folowing X irradiation //Radiat. Res. - 1992. - Vol. 130. - N 1. - P. 38-47.
246. Racek J., Ahlers J., Hozova E. Metabolic changes in rats irradiated continuously with low daily doses (9,6 m Jy) :(pap) Czechosl. Conf. Radiat. Biol., Brno, Nov. 24-25, 1992 //Folia biol. (CSFR). - 1992. - Vol. 38. - Suppl.1 - P. 23.
247. Shaiuskaya A.M., Dvoretzky A. S. Mechanizm of radiation injuru in the ion transport systems of nervous tissue //Acta physiol. hung. - 1990. - Vol. 76. - N 4. - P. 295-299.
248. Schultz-Hector S. Radiation-induced peart disease: Review of experimental data on dose response and pathogenesis //Jnt. J. Radiat. Biol. - 1992. - Vol. 61. - N 2. - P. 149-160.
249. Schultz-Hector S., Bohm M., Blochel. A. et al. Radiation-induced heart disease: morphology, changes in catecholamine synthesis and content, b-adrenoreceptor density, and hemodynamie function in an experimental model //Radiat. Res. - 1992. - Vol. 129. - N 3. - P. 281-289.
250. Skardova J., Lenhardt L. Histoenzymatic activity of chichens ofter irradiation //Folia Biol. (CSFR). - 1992. - Vol. 38. - P. 25.
251. Soszynski M., Schuessler. Effect of X-irradiation on erythrocyte membrane proteins. Primary radicals //Int. J. Radiat. Biol. - 1991. - Vol.60. - N 6. - P. 859-875.

252. Wasserman J., Stedingk L.V., Biber-feld et al. The effect of irradiation on T-cell supression of ELISA-determined Ig production by human blood B-cells in vitro //Clin. Exp. Immunol.- 1979. - Vol.38. - N 2. - P. 366-369.
253. Xiong Ye, Chen Zongrong. A study on mitochondrial respiratory dysfunction and lipid peroxidation in the liver after radiation, burn, and combined radiation-burn injuries in mice //J. Med. Coll. PLA. - 1993. - Vol. 8. - N 1. - P. 98-102.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Глава 1. ИНКОРПОРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕЕ	5
Глава 2. БИОФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	19
Глава 3. СОСТОЯНИЕ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ, СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ И СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ИНКОРПОРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ	23
3.1. Сердечно-сосудистая система.....	23
3.2. Нервная система.....	40
3.3. Щитовидная железа.....	41
3.4. Система иммунитета.....	47
3.5. Кроветворная система.....	54
3.6. Органы дыхания.....	59
3.7. Печень и обмен веществ.....	60
3.8. Желудочно-кишечный тракт.....	71
3.9. Почки.....	72
3.10. Женская репродуктивная система.....	79
3.11. Течение беременности и развитие зародыша.....	80
3.12. Орган зрения.....	83
Глава 4. НАКОПЛЕНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ СКОРОПОСТИЖНО ПОГИБШИХ ЛИЦ, ПРОЖИВАВШИХ В Г. ГОМЕЛЕ	85
Глава 5. СИНДРОМ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ	90
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	107
ЛИТЕРАТУРА	108