

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЛИЦЕЙ №36» Г. КАЛУГИ

**ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ.**

Автор работы:
Евстратова Ирина, ученица 11 класса
e-mail: i.evstratova@yandex.ru
Научный руководитель:
Андрейчук Ольга Юрьевна,
учитель биологии

Калуга 2012

Аннотация

В данной работе проанализированы медицинские последствия облучения населения. На примере заключений из радиобиологических, клинических и радиационно–эпидемиологических исследований радиационного инцидента, такого как авария на Чернобыльской АЭС 1986 г., сделаны выводы о воздействии различных доз радиационного излучения на облучившееся население, выявлены эффекты воздействия радиации на детский организм.

Цели работы

1. Сравнить воздействие различных доз радиации на детский организм, в частности медицинские последствия облучения.
2. Выявить эффекты воздействия радиации на детский организм.

Задачи исследования

1. Изучить природные и техногенные источники облучения человека.
2. Проанализировать медицинские последствия облучения.
3. Провести анализ воздействия радиации на детский организм.
4. Сделать соответствующие выводы.

Гипотеза

Возможно, что радиоактивное загрязнение Калужской области негативно повлияло на внутриутробное развитие и основные медико-демографические показатели здоровья детей.

Метод исследования

Познакомиться со спецификой радиобиологических, клинических и радиационно–эпидемиологических исследований, а также современными представлениями, сложившимися на их основе.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ	
1.1. Детерминированные эффекты облучения.....	5
1.2. Стохастические эффекты облучения.....	5
Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ, ПРОЖИВАЮЩЕЕ В РАЙОНАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	6
2.1 Оценка состояния тиреоидной системы у детей и подростков, проживающих на загрязненных территориях Калужской области.....	6
2.2 Оценка результатов изучения медицинских последствий облучения.....	7
ВЫВОДЫ.....	8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	9
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
(ПРИЛОЖЕНИЕ).....	11

1. Введение.

Радиация. На первый взгляд, радиация – это что-то из мира фантастики. Мы не имеем возможности ни увидеть, ни услышать, ни пощупать радиацию. Само понятие «радиация» вошло в человеческую жизнь около сотни лет тому назад. Однако за этот короткий промежуток вопрос о действии радиации на человека и среду обитания стал одной из актуальнейших научных проблем. Что же такое радиация?

Радиация - один из множества естественных факторов воздействия окружающей среды. Вся биосфера постоянно находится в поле излучения, создаваемом космическими лучами, а также многочисленными радиоактивными элементами, рассеянными в земных породах, в воде подземных источников рек, морей и океанов, в воздухе, а также входящие в состав живых организмов. Совокупность этих видов излучения формирует уровень естественного или природного фона, который является одним из множества постоянно действующих на биосферу факторов, подобно гравитации, температуре, магнитному полю и т.д. Общеизвестно, что живой организм эволюционно подготовлен к его значительным вариациям

благодаря мощным компенсаторным механизмам, эффективно обеспечивающим его устойчивость к воздействию множества факторов, и не только радиационной природы. /1/

В конце 1896 года французский физик Анри Беккерель обнаружил, что уран с постоянной интенсивностью испускает проникающее излучение. Вскоре была выявлена радиоактивность еще одного тяжелого элемента - тория. В 1898 году французские ученые Пьер и Мария Кюри открыли радий и полоний. Несколько раньше немецким физиком Вильгельмом Рентгеном были открыты рентгеновские лучи. /2/. С тех пор было сделано сотни открытий в этой области, затрагивающих, как применение радиации в мирных целях, так и создание разрушительного оружия. Первым чудовищным опытом использования ядерного оружия стали города Хиросима и Нагасаки. Взрывы атомных бомб привели к одномоментной гибели десятков тысяч людей и массовому облучению выживших. Влияние малых доз радиации на состояние детского организма наиболее детально изучено на примере последствий Чернобыльской аварии. С детьми всегда связано будущее народа, страны, всей планеты в целом. Насколько детский организм уязвим к ионизирующему действию радиации? Ответ на этот вопрос лег в основу данной работы.

Проведя анализ медицинских последствий облучения населения, произошедших в результате такого крупного радиационного инцидента, как авария на Чернобыльской АЭС 1986г. сделаны соответствующие выводы, являющиеся ответами на вышеуказанные вопросы и представленные в конце данной исследовательской работы.

Глава 1. Медицинские последствия облучения.

Воздействие различных видов ионизирующего излучения в больших дозах вызывает соматические эффекты у облученного индивидуума и генетические эффекты у потомства. В радиационной медицине все соматические эффекты, обусловленные излучением, обычно подразделяют на два принципиально различных класса: детерминированные (от лат. *Determinare* – обуславливать) и стохастические (или вероятностные), (от греч. – «наугад»).

1.1. Детерминированные эффекты.

Детерминированные эффекты характеризуются пороговым значением радиационного воздействия, ниже которого они не наблюдаются. К детерминированным эффектам относят развитие острой и хронической лучевой болезни, местные радиационные поражения (лучевая катаракта, ожоги), функциональные и морфологические изменения органов и систем.

Таблица 1. Проявление детерминированных эффектов в зависимости от дозы (см. «Приложение»). /4/.

1.2. Стохастические эффекты.

Стохастические эффекты – это те, которые имеют длительный латентный период и проявляются спустя годы после облучения, т.е. с некоторой вероятностью, и потому наблюдаются лишь у некоторых облученных или в последующих поколениях. Существенно, что стохастические эффекты носят неспецифический характер, то есть они практически неотличимы от аналогичных эффектов, инициированных факторами нетрадиционной природы. Стохастические эффекты включают развитие лейкозов, новообразований различной локализации и врожденной патологии и т.д.

Биологическая основа этих двух классов явлений принципиально различна: детерминированный эффект обусловлен обязательной гибелью определённой массы клеток, а стохастический эффект - случайной трансформацией и выживанием одиночной клетки – потомка некой клетки у кого – либо их популяции, подвергавшейся воздействию ионизирующего излучения. /5/.

Глава 2. Воздействие облучения на население, проживающее в районах, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС.

Крупнейшая в мировой ядерной энергетике авария произошла рано утром 26 апреля 1986 г. В ходе снижения мощности реактора при проведении эксперимента с целью усовершенствования одной из систем безопасности Чернобыльской АЭС, произошел тепловой взрыв. Он сопровождался пожаром, продолжавшимся около 10 суток, и привел к полному разрушению активной зоны реактора, повреждению здания 4 – го блока АЭС и выбросу в окружающую среду радиоактивных веществ общей активностью в десятки миллионов кюри.

2.1. Оценка состояния тиреоидной системы у детей и подростков, проживающих на загрязненных территориях Калужской области.

Значения средних поглощенных доз в щитовидной железе у обследованных из Калужской области колебался в 6-ти из 7-ми изученных районов от 85,2% до 96,7%, и лишь Козельском районе был значительно ниже (20,6%). Рассчитанные значения средних поглощенных доз в ЩЖ от йода-131 в разных районах у различных групп обследованных колебались в широких пределах (например, у детей в возрасте до 16 лет – от 14,6 рад в Козельском районе до 89,4 рад в Ульяновском районе). Максимальная же доза на ЩЖ у небольшого числа детей доходила до 10 Гр. Следует отметить, что исследуемые районы относятся к зоне Брянско-Жиздринского полесья, характеризующегося недостатком йода в почве и воде. Этот регион является эндемичным по зобу, и, анализируя возможное влияние радиационного загрязнения, необходимо учитывать имеющийся экологический фон.

Клиническое обследование ЩЖ включало врачебное, клинико-лабораторное и ультразвуковое исследование. Как видно из результатов ультразвуковых исследований, в контрольном районе нормальную щитовидную железу обнаружили у 91,5% обследованных, а в Калужской области этот показатель составил 87,9%. Это различие обусловлено значительным процентом гиперплазий ЩЖ, а не узловыми формами зоба или тиреоидами. В то же время узловые формы зоба в контрольном районе встречались в 2 раза чаще. Еще более выражено преобладание кист щитовидной железы.

Таблица 2. Результаты ультразвуковых исследований детей, проживающих в контрольном и загрязненном районах (см. «Приложение»).

Одновременно с клиническим обследованием брали кровь для определения концентрации гормонов, продуцируемых ЩЖ: тиротропина (ТТП), тироксина (Т-4), трийодтиротина (Т-3), тиреоглобулина (ТГ) и антител к нему. По данным радиоиммунологических исследований, у значительного числа детей и подростков из наблюдаемых районов Калужской области (особенно с поглощенной дозой в щитовидной железе в диапазоне от 2 до 10

Гр) в период с 1986 по 1991 г. отмечалось волнообразное изменение функциональной активности тиреоидной системы: повышение продукции тиреоидных гормонов в первые 1,5 года после аварии на ЧАЭС, затем ее нормализация в 1988-1989 гг. и новый этап роста гормонообразования в 1990-1991 гг., менее выраженного по величине, чем в первый период. Процент лиц с положительными результатами при определении антител к тиреоглобулину сыворотке крови среди обследованных детей и подростков наблюдаемых районов за период с 1987 по 1991г. не превышал этого показателя в референтном контроле. Процент детей и подростков с повышенными титрами микросомальных антитиреоидных антител достоверно снижался в период с 1988 по 1990г., а в 1991г. снова несколько повысился.

Таблица 3. Динамика количества лиц со сниженными и повышенными уровнями Т-4 среди детей Калужской области при разных уровнях облучения ЩЖ; Таблица 4. Динамика количества лиц с повышенными уровнями ТТГ в крови среди детей Калужской области при разных уровнях облучения ЩЖ.; Таблица 5. Динамика количества лиц со сниженными и повышенными уровнями Т-3 среди детей Калужской области при разных уровнях облучения ЩЖ. (см. Приложение)

Из 18920 обследованных детей Чернобыля, которым во время облучения в 1995 – 1986 гг. было в среднем от 1 до 7,4 года, обнаружено 277 раков ЩЖ и 487 доброкачественных опухолей ЩЖ.. Частота ЗНО ЩЖ в послеаварийный период увеличивается только у лиц, имевших возраст от 0 до 14 лет на момент облучения. В других возрастных категориях превышение частоты со временем либо не происходило, либо встречалось спонтанно. /7/

2.2. Оценка результатов изучения медицинских последствий облучения.

Медицинские последствия Чернобыльской аварии лишь частично можно соотносить с радиационным воздействием. При этом ни одного случая лучевой болезни даже в легкой степени среди населения не зарегистрировано. Среди населения не обнаружено достоверного повышения заболеваемости или смертности от солидных раков.

У значительного числа детей и подростков из наблюдаемых районов Калужской области в период с 1986 по 1991 г. отмечалось волнообразное изменение функциональной активности тиреоидной системы. В контрольном районе нормальные железы встречались достоверно чаще. Это различие обусловлено значительным процентом гиперплазий ЩЖ, а не узловыми формами зоба или тиреоидами.

Эпидемиологические исследования отдаленных последствий аварии на ЧАЭС выявили достоверное повышение риска рака щитовидной железы среди детей. Установлено также, что значимую роль в повышении

заболеваемости РЩЖ детей, играют факторы риска нерадиационной природы, в частности, скрининг.

На основании приведенных фактов можно предположить, что доза облучения ЩЖ величиной в 2-10 Гр является для тиреоидной системы достаточно сильным возмущающим воздействием, вызывающим заметную ответную реакцию последней, растянутую во времени.

Таким образом, заболевания щитовидной железы следует рассматривать как основной выраженный к настоящему времени медицинский эффект Чернобыльской катастрофы.

Выводы.

Проанализировав воздействие медицинских последствий облучения на детский организм, можно сделать следующие выводы о соматических эффектах, обусловленных облучением.

Детерминированные эффекты (развитие острой и хронической лучевой болезни, местные радиационные поражения, функциональные и морфологические изменения органов и систем и т.д.). Облучение в малых дозах радиации не вызывает острой и хронической лучевой болезни, а также местных радиационных поражений.

Дыхательная система практически не подвержена радиационному поражению ни у детей, ни у взрослых.

Очень большие дозы облучения порядка 100 Гр вызывают настолько серьезное поражение центральной нервной системы (ЦНС), что смерть, как правило наступает в течение нескольких часов или дней. При дозах облучения от 10 до 50 Гр при облучении всего тела поражение ЦНС может оказаться не настолько серьезным, однако облученный человек, скорее всего все – равно умрет через одну – две недели от кровоизлияний в желудочно–кишечном тракте. Дети крайне чувствительны к действию радиации. Относительно небольшие дозы при облучении хрящевой ткани могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей, что приводит к аномалиям развития скелета. Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост костей. Для такого действия радиации не существует никакого порогового эффекта.

Оказалось также, что облучение мозга ребенка при лучевой терапии может вызвать изменения в его характере, привести к потере памяти, а у очень маленьких детей даже к слабоумию и идиотии.

Крайне чувствителен к действию радиации и мозг плода, особенно если мать подвергается облучению между восьмой и пятнадцатой неделями беременности. В этот период у плода формируется кора головного мозга, и существует большой риск того, что в результате облучения матери (например, рентгеновскими лучами) родится умственно отсталый ребенок.

Большинство тканей взрослого организма относительно малочувствительны к действию радиации. Почки выдерживают суммарную дозу около 23 Гр, полученную в течение пяти недель, без особого для себя вреда, печень – 40 Гр за месяц, мочевой пузырь – 55 Гр за 4 недели, а зрелая хрящевая ткань – до 70 Гр.

Стохастические эффекты (развитие лейкозов, новообразований различной локализации и врожденной патологии).

Как уже указывалось, дети и подростки представляют особую группу риска, для которой влияние радиационного фактора на заболеваемость лейкозами максимально. При аварии в Чернобыле число случаев максимально для детей в возрасте 3 – 4 года и уменьшается при увеличении возраста при начале облучения. А при анализе лейкозов среди детей в Белоруссии зафиксирована тенденция увеличения случаев лейкоза у детей, облученных радиацией внутриутробно.

Важно отметить, что несмотря на резко возросшую заболеваемость детей раком ЩЖ, например, показатели смертности практически не изменились и остались на доаварийном уровне, хотя за последние 20 лет до аварии был выявлен у детей 21 случай рака, а за 6 лет после аварии 332 случая заболеваний.

Заключение.

Все вышеперечисленные эффекты воздействия радиации имеют место только при дозах, значительно превышающих ПДД (предельно допустимую дозу) (до 15 – 20 бэр). Получить столь большую дозу облучения возможно лишь впоследствии военной ядерной катастрофы, либо крупной аварии с большим выбросом радиоактивных веществ в атмосферу на предприятии ядерной промышленности. В условиях мирной жизни такие дозы маловероятны.

В обычной жизни же мы сталкиваемся с «малыми» дозами ионизирующего излучения, которые сопутствуют нам на протяжении всей жизни, и от которых мы никуда не денемся. Предприятия ядерной промышленности и энергетики, размещённые на территориях многих высокоразвитых стран, являются дополнительным источником антропогенного излучения. Тем не менее, обществу мало известно, что их функционирование регулируется крайне жесткими нормативами и практически не изменяет природный

радиационный фон. Выходит, что дозы облучения персонала и населения, проживающего в зоне действия АЭС также являются малыми. Биологических эффекты, обусловленные воздействием так называемых факторов малой интенсивности (к которым относят и малые дозы радиации), всегда требует огромного, часто недоступного, статистического материала, что приводит к непреодолимым подчас затруднениям при их выделении среди совокупности иных факторов. /6/ Оценка такого воздействия представляет собой очень серьезную и интересную задачу, т.к. никто еще точно не доказал, как их опасность, так и их безопасность. Далеко не так просто оценить, насколько велик этот риск при гораздо меньших дозах облучения, которые люди получают в своей повседневной жизни и на работе, и на этот счет существуют самые разные мнения среди общественности.

Список литературы.

1. Бабаев Н.С., Демин В.Ф., Ильин Л.С. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда – Москва, 1981.
2. Э. Дж. Холл Радиация и жизнь в переводе Харченко М.И. – Москва, 1989.
3. Техногенное облучение и безопасность человека под редакцией Ильина Л.А. – Москва, 2006.
4. www.nuclearwar.ru
5. Атомная энергетика – что дальше? Под редакцией Ерлыкина Л.А. – Москва, 1989.
6. Наследие Чернобыля. Материалы научно-практической конференции 17 апреля 1992 года - Калуга, Обнинск, 1992.
7. <http://atomsib.ru/forums/viewtopic.php?f=12&t=455>

Приложение.

Таблица 1. Проявление детерминированных эффектов в зависимости от дозы.

Объект	Доза, Гр					
	0 - 0.15	0,15 – 05	0,5 – 1,0	1,0 – 2,5	4	10
Все тело	Нет проявлений	Нет проявлений	Легкая форма ЛБ	ЛБ	50%-ая смертность	100%-ая смертность
Костный мозг	Нет проявлений		Признаки угнетения		Нарастание признаков угнетения по мере увеличения дозы	
Яичники		Последствия облучения в детском возрасте: при половом созревании у девочек возможно нарушение функции и возникновение аменореи	Возрастное проявление нарушения функции и возникновения аменореи	Порог постоянной стерильности женщин	Аменорея у преобладающего числа женщин, у 30% - бесплодие	-
Семенники	Порог временной стерильности мужчин	Последствия облучения в детском возрасте: при половом созревании возможно нарушение функции	Возрастное проявление нарушения половой функции	Возможная постоянная стерильность	Стерильность в значительном числе случаев	-
Хрусталик	Нет проявлений			Возможность катаракты	Усиление катаракты	-

Щитовидная железа	Нет проявлений		Порог гипотериоза у детей	Возрастание проявлений гипотериоза у детей	Возможность проявлений гипотериоза у взрослых	Возрастание гипотериоза
Молочная железа	Нет проявлений			Возможное нарушение развития при половом созревании	Возрастание проявлений нарушения развития	-
Кожа	Нет проявлений				Возможна эритема	Возрастание проявлений эритемы
Легкие	Нет проявлений					Ухудшение функций у детей
Скелет	Нет проявлений				Нарушение формирования костей	-
Развивающийся головной мозг	Вероятный порог для умственной отсталости	Признаки умственной отсталости	Возрастание проявлений умственной отсталости	Дальнейшее проявление умственной отсталости		Атрофия коры головного мозга

Дозы и единицы измерения ионизирующего излучения.

Для оценки полученного облучения используется поглощенная доза, измеряемая в Международной системе единиц (СИ) в грейх (Гр) и в несистемных единицах в радах ($100 \text{ рад} = 1 \text{ Гр}$), которая представляет собой количество энергии ионизирующего излучения, поглощенной единицей массы вещества. Для оценки биологической эффективности различных видов облучения существует эквивалентная доза, равная поглощенной дозе, умноженной на коэффициент, учитывающий неодинаковую радиационную опасность для организма различных видов ионизирующего излучения. Эту дозу измеряют в Международной системе единиц (СИ) в зивертах (Зв) и в несистемных единицах в бэрах (бэр — биологический эквивалент рентгена); $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$. Для гамма- и бета-излучения, являющихся основными при ядерных катастрофах, поглощенная доза равна эквивалентной. Редко применяемую в настоящее время единицу рентген условно можно принять как характеристику эквивалентной дозы и считать, что $1 \text{ бэр} = 1 \text{ рентгену}$. Активность излучения (число распадов в секунду в радиоактивном источнике) измеряется в беккерелях (Бк) — в Международной системе единиц (СИ) и кюри (Ки) — внесистемная единица.

Малые дозы радиации. Существует пороговая доза облучения, равная 100 бэр. При одномоментном облучении всего тела человека этой дозы достаточно для развития картины острой лучевой болезни (ОЛБ). Дозы общего облучения до 100 бэр называют *малыми дозами*. Диапазон малых доз очень широк — от десятых долей бэра до 100 бэр. Как правило, по отношению к детям этот термин применяют при дозовой нагрузке, не превышающей 50 бэр, и в основном имеют в виду величины, незначительно превосходящие предельно допустимые дозы (ПДД): 5 бэр в год при хроническом облучении и 25 бэр при одномоментном облучении.

Таблица 2. Результаты ультразвуковых исследований детей, проживающих в контрольном и загрязненном районах.

Заключение	Боровск		Калужская область	
	Число обследованных,	%	Число обследованных,	%
Норма	3460	91.50	3801	87.9
Гиперплазия I-III	178	4.47	467	10.80
Узлы	25	0.63	15	0.35
Кисты	104	2.61	13	0.30
Тиреоидиты	19	0.48	20	0.46
Другие заболевания	12	0.30	8	0.19
Всего	3978	100.00	4324	100.00

Таблица 3. Динамика количества лиц со сниженными и повышенными уровнями Т-4 среди детей Калужской области при разных уровнях облучения ЩЖ.

Доза облучения	Статистический показатель	Сниженный уровень гормона					Повышенный уровень гормона				
		Годы обследования									
		1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991
Менее 2 Гр	Количество обследованных	458	3024	1207	2546	2043	458	3024	1207	2546	2043
	Из них с отклонением от нормы	38	108	10	17	6	51	321	98	86	152
	% лиц с отличием от нормы	8.30	3.58	0.83	0.67	0.29	11.14	10.62	8.12	3.38	7.44
Более 2 Гр	Количество обследованных	16	99	77	97	103	16	99	77	97	103
	Из них с отклонением от нормы	0	6	1	0	0	6	12	5	7	1
	% лиц с отличием от нормы	0.00	6.06	1.30	0.00	0.00	37.50	12.12	6.49	7.22	0.97

Таблица 4. Динамика количества лиц с повышенными уровнями ТТГ в крови среди детей Калужской области при разных уровнях облучения ЩЖ.

Доза облучения	Статистический показатель	Годы обследования				
		1987	1988	1989	1990	1991
Менее 2 Гр	Количество обследованных	3827	3464	1183	2568	1895
	Из них с повышенным уровнем ТТГ	207	145	4	4	17
	% лиц с повышенным уровнем ТТГ	5.41	4.19	0.34	0.16	0.90
Более 2 Гр	Количество обследованных	98	110	80	100	100
	Из них с повышенным уровнем ТТГ	0	1	1	0	0
	% лиц с повышенным уровнем ТТГ		0.91	1.25		

Таблица 5. Динамика количества лиц со сниженными и повышенными уровнями Т-3 среди детей Калужской области при разных уровнях облучения ЩЖ.

Доза облучения	Статистический показатель	Сниженный уровень гормона					Повышенный уровень гормона				
		Годы обследования									
		1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991
Менее 2 Гр	Количество обследованных	232	3023	1202	2532	2058	232	3023	1202	2532	2058
	Из них с отклонением от нормы	5	285	101	92	107	141	496	124	289	160
	% лиц с отличием от нормы	2.16	9.43	8.40	3.63	5.20	60.78	16.41	10.32	11.41	7.77
Более 2 Гр	Количество обследованных	13	96	73	96	104	13	96	73	96	104
	Из них с отклонением от нормы	0	10	10	3	1	11	7	6	8	15
	% лиц с отличием от нормы	0.00	10.42	13.70	3.13	0.96	84.62	7.29	8.22	8.33	14.42