

Департамент образования города Москвы
Северо-Западное окружное управление образования
ГБОУ СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 2077

Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию
России

ГБОУ ВПО Первый Московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова
ФАКУЛЬТЕТ ДОВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА



Авторы работы:
Тухватуллина Регина (scream.96@mail.ru),
Вдовиченко Злата (vdovichenko1996@bk.ru)
ученицы 10 «З» класса
Научный руководитель:
Максимов Андрей Александрович,
к. б. н., учитель биологии ГБОУ СОШ № 2077,
доц. каф. биологии и общей генетики
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Москва 2012

ЧТО ЕСТЬ РАДИАЦИЯ?

Избежать облучения невозможно. Жизнь на Земле возникла и продолжает развиваться в условиях постоянного облучения.

Радиация - обобщенное понятие. Оно включает различные виды излучений, часть которых встречается в природе – естественная радиация, другие получаются искусственным путем.

Различные виды излучений характеризуются различной биологической эффективностью, что связано с отличиями в их проникающей способности и характером передачи энергии органам и тканям живого объекта, состоящего в основном из легких элементов.

Действие ионизирующего излучения существенно отличается от действия химических веществ тем, что радиация не может «растворяться» до все более низкой концентрации, переданная энергия (ионизация) концентрируется вдоль пути электрона, нейтрона или кванта электромагнитного излучения, и эту локальную концентрацию энергии нельзя уменьшить. Поэтому радиационное загрязнение - самое опасное для живых существ.

Радиационный фон Земли складывается из трех компонентов:

- космическое излучение. Оно приходит на Землю из космоса из-за солнечных вспышек и звездных взрывов;
- излучение от рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов;
- излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов.

Наибольший вред человеку наносит искусственное излучение (Приложение, таблица 1).

Радионуклиды накапливаются в органах неравномерно. В процессе обмена веществ в организме человека они замещают атомы стабильных элементов в различных структурах клеток, биологически активных

соединениях, что приводит к высоким локальным дозам. При распаде радионуклида образуются изотопы химических элементов, принадлежащие соседним группам периодической системы, что может привести к разрыву химических связей и перестройке молекул. Эффект радиационного воздействия может проявиться совсем не в том месте, которое подвергалось облучению. Наиболее интенсивно облучаются органы, через которые поступили радионуклиды в организм (органы дыхания и пищеварения), а также щитовидная железа и печень. Дозы, поглощенные в них, на 1-3 порядка выше, чем в других органах и тканях. По способности концентрировать всосавшиеся продукты деления основные органы (Приложение, таблица 3) можно расположить в следующий ряд: щитовидная железа → печень → скелет → мышцы.

Существуют значительные различия в радиочувствительности у разных людей. Известно, например, что дети и пожилые люди в большей степени подвержены воздействию радиации. Существует значительная изменчивость радиочувствительности в любой возрастно-половой группе: примерно четверть всех людей обладает повышенной радиочувствительностью, а около 20% - пониженной. Особенно чувствительны к действию радиации развивающиеся зародыши и плоды млекопитающих и человека. Среди основных последствий такого воздействия:

- гибель плода, новорожденных или младенцев;
- отсутствие (анцефалия) и/или уменьшение размеров (микроцефалия) головного мозга и черепно-мозговых нервов;
- заболевания мозга (нейробластома, водянка); умственная отсталость и идиотия;
- отсутствие или недоразвитие одного или обоих глаз (анофтальмия, микрофтальмия), поражение (вплоть до отсутствия)

хрусталика; поражение радужной оболочки, сетчатки; незакрывающиеся веки, косоглазие, дальнозоркость, врожденная глаукома;

- нарушения роста и формы тела: карликовость, задержка роста и снижение массы тела; изменение формы черепа и грудной клетки;
- деформация и атрофия конечностей; врожденный вывих бедра; сращение и расщепление фаланг пальцев;
- нарушения в расположении и строении зубов;
- нарушения в развитии (вплоть до отсутствия) и расположении внутренних органов (сердца, почек, яичников, семенников и др.).

Эффект радиации может многократно усиливаться при ее воздействии одновременно с другими факторами среды - *химическими* (пестициды, тяжелые металлы, диоксины и др.) и *физическими* (электромагнитные, температурные воздействия) загрязнителями. Оказалось, например, что малые количества пестицидов могут усиливать действие радиации. То же самое происходит при действии радиации в присутствии небольших количеств ртути. Недостаток селена в организме усиливает тяжесть радиационного поражения. Известно, что у курильщиков, подвергающихся облучению в 15 мЗв/год, риск заболеть раком легких возрастает более чем в 16 раз по сравнению с некурящими.

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА

Эффекты воздействия радиации (Приложение, Рисунок 1 и Рисунок 4) на человека обычно делятся на две категории:

- Соматические (телесные) - возникающие в организме человека, который подвергался облучению.
- Генетические - связанные с повреждением генетического аппарата и проявляющиеся в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки человека, подвергшегося облучению.

Одним из первичных эффектов облучения живой ткани является разрыв молекул белка и образование новых молекул, чуждых организму. Эти продукты тканевого распада - чуждые молекулы - уничтожаются антителами, которые вырабатываются некоторыми лейкоцитами. Защищаясь от продуктов распада, организм до какого-то предела способен увеличивать число лейкоцитов (образование повышенного числа лейкоцитов называется лейкоцитозом). При дальнейшем действии радиации, образующиеся в большом числе для борьбы с чужеродными белками антитела не успевают созреть, и наступает лейкоз или лейкемия - опухолевое системное поражение крови (Приложение, Рисунок 3).

Ниже приведены наиболее распространенные заболевания, возникающие при облучении.

- Возникновение злокачественных новообразований практически любых органов (у человека это чаще всего рак крови (лейкемия), кожи, костей, молочной железы, яичников, легких и щитовидной железы, пищевода, желудка, толстой кишки, мочевого пузыря, почки, злокачественные опухоли мозга и лимфомы);
- Нарушения генетического кода (мутации в половых и других клетках).
- Развитие иммунодепрессии и иммунодефицита и, как результат, повышение чувствительности организма к обычным заболеваниям.
- Нарушение обмена веществ и эндокринного равновесия.
- Поражения органов зрения (помутнение хрусталика и возникновение катаракты).
- Возникновение временной или постоянной стерильности (поражения яйцеклеток, сперматозоидов) и развитие импотенции.

- Органические поражения нервной системы, кровеносных и лимфатических сосудов в результате гибели медленно размножающихся клеток нервной ткани и эндотелия (выстилки сосудов).

- Ускоренное старение организма.
- Нарушения психического и умственного развития.
- Острая и хроническая лучевая болезнь, лучевая катаракта.
- Местное лучевое поражение.
- Миелоидный лейкоз.

К началу шестидесятых годов выяснились, что многочисленные облучения могут сказаться не сразу, а через несколько (иногда несколько десятков) лет. Этот так называемый *латентный (скрытый)* период оказывается разным для разных видов рака, для нарушений кровообращения, шизофрении, катаракты и других заболеваний, вызываемых радиацией.

Одним из примеров может послужить расчет онкозаболеваемости после радиационной катастрофы в 1957 году на Южном Урале показал, что максимум заболеваний всеми формами рака ожидается для мужчин в 2012 - 2020 гг. (через 55 - 63 года), для женщин - в 2016 - 2024 гг. (через 49 - 67 лет).

Медицинское изучение участников аварии ЧАЭС, подвергнувшихся облучению показало (Приложение, Таблица 2), что нарушение в отдаленном периоде после облучения иммунологических механизмов противоопухолевой резистентности, приводит к развитию стохастических онкологических эффектов. Рак возникает не сразу. Он является последним звеном длинной цепи изменений, которые нередко называют предраковыми или предопухолевыми заболеваниями

Иммунодефицит, как конечная или существенно продвинутая во времени патогенетическая стадия изменений в иммунной системе пострадавших вследствие радиационной аварии, определяется достаточно

редко. Чаще выявляют в разной степени выраженную количественную или функциональную недостаточность тех или иных субпопуляций клеток или нарушение продукции гуморальных факторов с реализацией на уровне организма в виде соматической патологии – заболеваний пищеварительной, нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и выделительной систем. Отмечают значительное увеличение частоты выявления аллергических заболеваний (до 20%) и клинических проявлений иммунной недостаточности (до 80%) у лиц, облученных в дозе свыше 0,25 Гр.

Неоднозначны оценки медицинских последствий для здоровья пострадавшего населения от атомных бомбардировок японских городов Хиросимы и Нагасаки. Однако в последние годы приводят доказательства значительного ухудшения состояния здоровья «хибакуши» по сравнению со стандартной японской популяцией по многим классам болезней (в 1,7-13,4 раза). По мнению исследователей, увеличение распространенности заболеваний, включая рак и лейкемию, реализация которых обусловлена сбоями в полифункциональной деятельности иммунной системы, связано с воздействием ионизирующего излучения в те годы, когда эти больные были детьми или молодыми людьми.

ЕСТЬ ЛИ ПОРОГ В ДЕЙСТВИИ РАДИАЦИИ?

Шведский радиобиолог Р.М. Зиверт в 1950 году пришел к заключению, что для действия радиации на живые организмы нет порогового уровня, то есть любая, сколь угодно малая доза дополнительного облучения вызывает какой-то эффект. При облучении в больших дозах поражения неизбежно возникают у каждой особи (это так называемый детерминированный, т. е. определенный эффект). При облучении в малых дозах эффект будет стохастическим (случайным), т. е. изменения среди группы облученных обязательно возникнут, но у какой

именно особи - заранее определить невозможно оказываются бесконечно разнообразными.

В заключении, необходимо отметить, что несмотря на все выше приведенные факты существуют и способы защиты, которые могут помочь снизить дозу получаемой радиации.

Целью мер защиты является обеспечение высоких показателей здоровья населения, которые включают: продолжительность жизни, интегральные по времени характеристики физической и умственной работоспособности, самочувствие и функцию воспроизводства.

Все способы защиты от радиационного воздействия можно разделить на три вида: время, расстояние и специальные экраны.

- Защита временем. Смысл этого метода защиты от радиации заключается в том, чтобы максимально уменьшить время пребывания вблизи источника излучения. Чем меньше времени человек находится вблизи источника радиации, тем меньше вреда здоровью он причинит. Данный метод защиты использовался, к примеру, при ликвидации аварии на АЭС в Чернобыле. Ликвидаторам последствий взрыва на атомной электростанции отводилось всего несколько минут на то, чтобы сделать свою работу в пораженной зоне и вернуться на безопасную территорию. Превышение времени приводило к повышению уровня облучения и могло стать началом развития лучевой болезни и других последствий, которые может вызывать радиация.

- Защита расстоянием. Если Вы обнаружили вблизи себя предмет, являющийся источником радиации — такой, который может представлять опасность для жизни и здоровья, необходимо удалиться от него на расстояние, где радиационный фон и излучение находятся в пределах допустимых норм. Также можно вывести источник радиации в безопасную зону или для захоронения (Приложение, Таблица 4).

- Противорадиационные экраны и спецодежда. В некоторых ситуациях просто необходимо осуществлять какую-либо деятельность в зоне с повышенным радиационным фоном. Примером может быть устранение последствий аварии на атомных электростанциях или работы на промышленных предприятиях, где существуют источники радиоактивного излучения. Находиться в таких зонах без использования средств индивидуальной защиты опасно не только для здоровья, но и для жизни. Специально для таких случаев были разработаны средства индивидуальной защиты от радиации. Они представляют собой экраны из материалов, которые задерживают различные виды радиационного излучения и специальную одежду. Когда человеку делают рентгеновские снимки, во время процедуры используют усиливающие экраны для защиты организма от излучения. Это флуорометаллический экран и высокоскоростной флуоресцентный экран. Под действием ионизирующего излучения флуорометаллические экраны испускают голубое свечение. У экрана имеется встроенный фильтр из оксида свинца для рассеянного излучения. А обладающий голубым излучением флуоресцентный экран имеет чрезвычайно высокую поглощающую способность и эффективность в сочетании с вполне приемлемой различимостью деталей. Усиливающие экраны флуоресцируют эффективнее при низкой температуре, т.е. при повышении температуры их эффективность снижается. С увеличением энергии излучения, поглощение флуоресцентных экранов уменьшается и, в результате, эффект усиления уменьшается.

Рисунок 1. Радиационные эффекты облучения человека

Соматические эффекты	Генетические эффекты
Лучевая болезнь	Генные мутации
Локальные лучевые поражения	Хромосомные аберрации
Лейкозы	
Опухоли разных органов	

Таблица 1. Воздействие различных доз облучения на человеческий организм

Доза, Гр	Причина и результат воздействия
$(0.7 - 2) \cdot 10^{-3}$	Доза от естественных источников в год
0.05	Предельно допустимая доза профессионального облучения в год
0.1	Уровень удвоения вероятности генных мутаций
0.25	Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах
1.0	Доза возникновения острой лучевой болезни
3-5	Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга
10-50	Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно-кишечного тракта
100	Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы

Таблица 2. Число случаев на 100 тыс. человек при индивидуальной дозе облучения 10 мЗв

Категории облучаемых	Смертельные случаи рака	Несмертельные случаи рака	Тяжелые наследуемые эффекты	Суммарный эффект:
Работающий персонал	4.0	0.8	0.8	5.6
Все население *	5.0	1.0	1.3	7.3

Таблица 3. Органы максимального накопления радионуклидов

Элемент		Наиболее чувствительный орган или ткань.	Масса органа или ткани, кг	Доля полной дозы *
Водород	H	Все тело	70	1.0
Углерод	C	Все тело	70	1.0
Натрий	Na	Все тело	70	1.0
Калий	K	Мышечная ткань	30	0.92
Стронций	Sr	Кость	7	0.7
Йод	I	Щитовидная железа	0.2	0.2
Цезий	Cs	Мышечная ткань	30	0.45
Барий	Ba	Кость	7	0.96
Радий	Ra	Кость	7	0.99
Торий	Th	Кость	7	0.82
Уран	U	Почки	0.3	0.065
Плутоний	Pu	Кость	7	0.75

* Относящаяся к данному органу доля полной дозы, полученной всем телом человека.

Рисунок 2. Пути воздействия радиоактивных отходов АЭС на человека

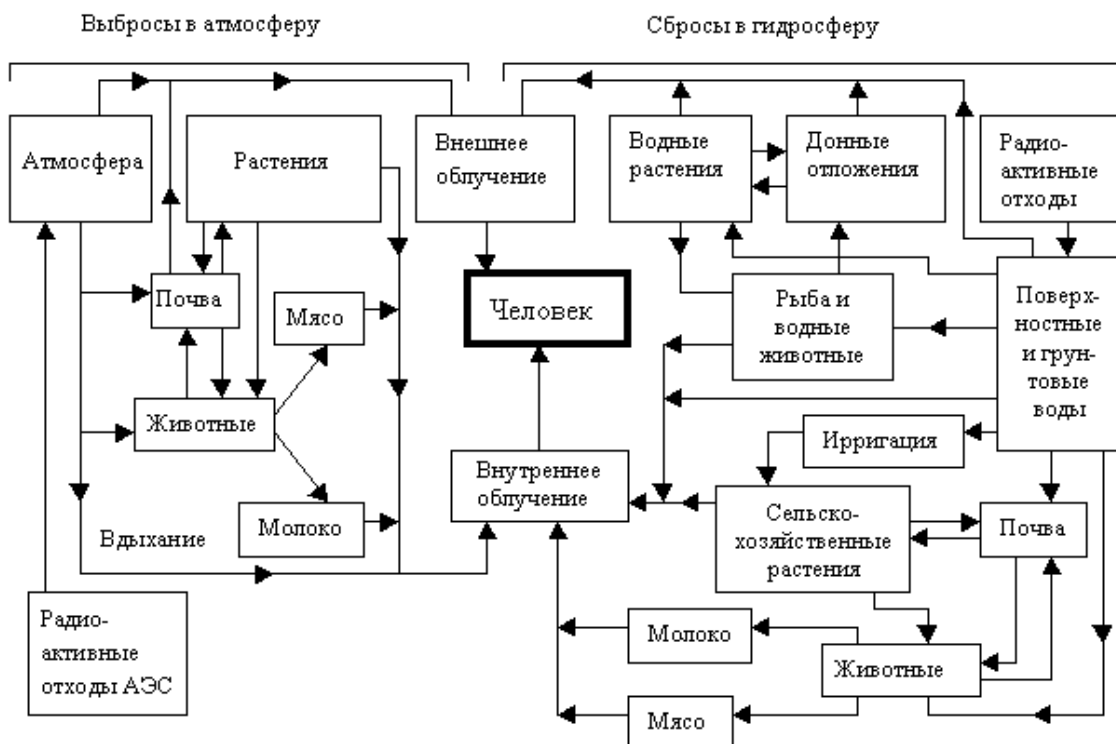


Рисунок 3. Относительная среднестатистическая вероятность заболевания раком после получения однократной дозы в 1 рад (0.01 Гр) при равномерном облучении всего тела



Рисунок 4. Схематическое изображение проникающей способности различных излучений

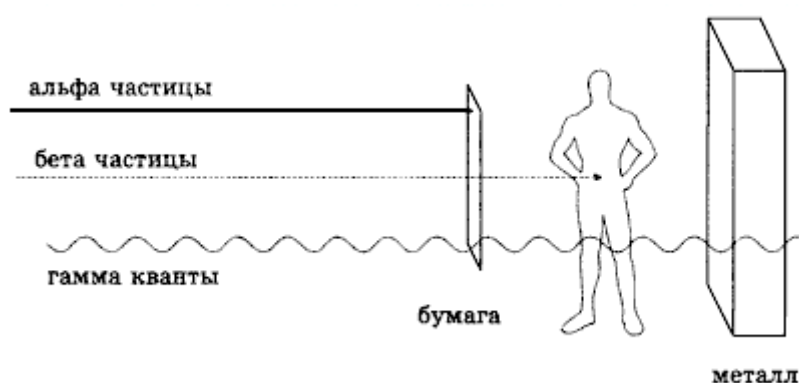


Таблица. Среднегодовые дозы внешнего фонового облучения в некоторых городах

Город	Среднегодовая доза, мкГр
Алма-ата	1600 ± 100
Астрахань	800 ± 60
Вильнюс	1000 ± 60
Ереван	750 ± 60
Кишинев	600 ± 20
Москва	900 ± 50
Новосибирск	800 ± 30

Рига	1100 ± 110
Санкт-Петербург	1200 ± 80
Таллин	900 ± 50
Якутск	700 ± 60

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барьяхтар В.Г. (ред.). Чернобыльская катастрофа. – К.: Наукова думка, 1995. – 559 с.
- Орадовская И.В., Лейко И.А., Оприщенко М.А. Анализ состояния здоровья и иммунного статуса лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Международный журнал радиационной медицины. – 2001. – № 3-4. – С. 257.
- Чумак А.А. Иммунная система пострадавших «чернобыльцев» в отдаленный послеаварийный период – диагностика недостаточности и подходы к коррекции // Международный журнал радиационной медицины. – 2001. – № 3-4. – С. 400.
- Chumak A., Bazyka D., Minchenko J., Shevchenko S. Immune system // Health effects of Chernobyl accidente. Monograph in 4 parts / Ed. by A.Vozianov, V. Bebeshko, D. Bazyka. – Kyiv: DLA, 2003. – P. 275-282.
- Furitsu K., Sadamori K., Inomata M., Murata S. / The parallel radiation injuries of the A-bomb victims in Hiroshima and Nagasaki after 50 years and the Chernobyl victims after 10 years // Chernobyl: Environmental Health and Human Rights Implication. A permanent Peoples' Tribunal, Vienna. 12-15 April, 1996.
- О.И. Василенко. - "Радиационная экология" – М.: Медицина, 2004. – 216 с.
- http://www.nuclearbomb.ru/vliyanie_radiacii.html