

Когорты, исследуемые RERF



■ Life Span Study (Пожизненное исследование)

Life Span Study (Пожизненное исследование) — эпидемиологическая исследовательская программа по изучению эффектов радиационного воздействия атомной бомбардировки на здоровье людей в течение всей их жизни. Ее основная цель — изучить долгосрочные последствия облучения в результате атомного взрыва на причины смертности и онкологической заболеваемости. Для участия в этой программе было отобрано около 120 000 жителей Хиросимы и Нагасаки (согласно переписи населения 1950 г.), в том числе около 94 000 человек, переживших атомную бомбардировку, и 27 000 человек, которые не подверглись радиационному воздействию.

■ Adult Health Study (Исследование здоровья взрослых)

Adult Health Study (Исследование здоровья взрослых) направлено на изучение субкогорты проекта Life Span Study (Пожизненного исследования). Медицинское освидетельствование людей, переживших атомную бомбардировку, проводится раз в два года, что позволяет регулярно получать информацию о состоянии здоровья этой стареющей группы населения. Кроме того, на основании информированного согласия членов когорты производится забор крови для дальнейшего анализа. Данное исследование имеет цель определить связанные с радиацией риски возникновения доброкачественных заболеваний и оценить возрастные физиологические изменения с учетом радиационного воздействия. Исследование будет проводиться на протяжении всей жизни людей, которые подверглись радиационному воздействию в результате атомного взрыва, чтобы более точно понять влияние радиации на риск развития доброкачественных заболеваний. Исследование также позволяет получить информацию важную для дальнейшего контроля состояния здоровья выживших после атомной бомбардировки.

■ Исследование последствий внутриутробного облучения

Исследование внутриутробного облучения направлено на пожизненную оценку состояния здоровья около 3 600 человек, которые во время бомбардировки находились в утробе матери. Известно, что в зависимости от дозы облучения, у плодов, которым во время бомбардировок было 8–15 недель, наблюдался повышенный риск возникновения микроцефалии и нарушений умственного развития. На сегодняшний день дозозависимая заболеваемость раком людей, которые подверглись облучению внутриутробно, находится на том же уровне, что и у людей подвергшихся облучению в детстве (в возрасте 0–5 лет). Ожидается, что в ходе выполнения данного исследования будет накоплено много ценной и новой информации.

■ Исследование детей, родившихся у переживших атомную бомбардировку родителей (F₁)

Исследование детей тех, кто пережил атомную бомбардировку, направлено на выявление генетических эффектов радиации. Первоначальные исследования врожденных пороков не выявили каких-либо явных отклонений. Позднее были исследованы смертность и онкологическая заболеваемость, хромосомные aberrации и нарушения сывороточных белков. По этим показателям каких-либо генетических последствий выявлено также не было. В настоящее время данное исследование продолжается, и недавно начался генетический анализ. С 2002 г. проводятся новые клинические исследования, включающие заболевания, развивающиеся в зрелом возрасте и зачастую в связи с образом жизни (гипертония, сахарный диабет и т. д.).

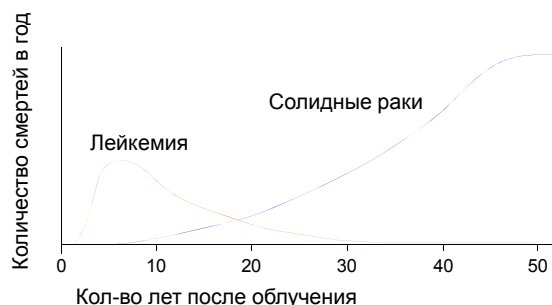
Описание проекта	Число исследованных	Период исследования
(1) Врожденные физические отклонения	77 000 человек	1948–1954
(2) Хромосомные aberrации	16 000 человек	1967–1985
(3) Нарушения в белках крови	24 000 человек	1975–1985
(4) Смертность и частота онкозаболеваний	77 000 человек	1946 – наст. Время
(5) Клиническое исследование заболеваний, связанных с образом жизни	12 000 человек	2002 – наст. Время

Отдаленные последствия радиационного облучения

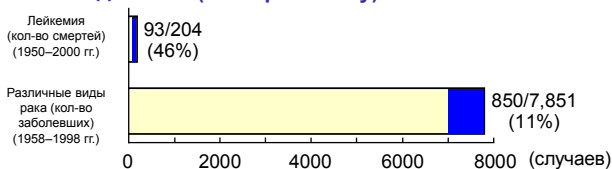
Уровень онкологической заболеваемости и смертность среди переживших атомную бомбардировку

Обнаружено, что уровень заболеваемости и смертности от онкопатологии среди переживших атомную бомбардировку выше, чем среди тех, кто не был подвержен облучению (см. рисунок справа). Наибольший рост заболеваемости и смертности от онкопатологии в результате радиационного воздействия среди различных видов злокачественных процессов отмечается для лейкемии. Заболеваемость лейкемией начинает увеличиваться через два-три года после облучения. Пик наблюдается в период от 5 до 10 лет после облучения, затем заболеваемость снижается. Однако на сегодняшний день заболеваемость лейкемией и смертность от нее выше среди выживших после атомных взрывов, чем у тех, кто не подвергся облучению. С другой стороны, смертность от солидных раков (все виды онкопатологии кроме лейкемии) начинает увеличиваться через 10 лет после облучения и продолжает возрастать со временем.

График смертности от лейкемии и рака в результате радиационного облучения



Количество людей, которые умерли от лейкемии или заболели раком, из когорты Пожизненного исследования (Life Span Study)

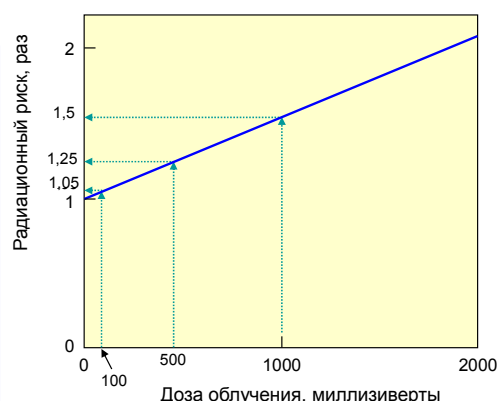


Количество людей из когорты Пожизненного исследования (Life Span Study), умерших от лейкемии или заболевших раком после облучения в дозе не менее 0,005 Зв (5 мЗв) в результате взрыва атомной бомбы, показано на рисунке слева. Голубым цветом (около половины смертей от лейкемии и около 10% случаев заболевания раком) выделены избыточные радиоиндуцированные случаи.

Радиационный риск (в возрасте 70 лет)

Согласно результатам проведенного RERF эпидемиологического исследования состояния здоровья выживших после атомных взрывов, полученное в возрасте 30 лет радиационное облучение в дозе 1 Зв (1 000 мЗв) увеличивает риск смерти от солидного рака в возрасте 70 лет в среднем в 1,5 раза для обоих полов. Риск возрастает линейно, начиная с дозы облучения в 100 - 200 мЗв. Однако при меньших дозах достоверной связи не установлено. Исходя из линейной беспороговой модели зависимости риска возникновения рака от дозы облучения (порог дозы – критический уровень, выше которого эффекты наблюдаются, а ниже – нет), облучение в дозах 100 мЗв и 10 мЗв должно повышать риск возникновения рака соответственно в 1,05 и 1,005 раза.

Риск возникновения рака в результате воздействия радиации



Радиационный риск (в течение всей жизни)

На основании приведенных выше данных, полученное в возрасте 30 лет радиационное облучение в дозе 100 мЗв должно повышать риск смертности от рака в течение всей жизни в среднем с 20% (без воздействия радиации) до 21% (увеличение на 1%) для обоих полов. Атомный взрыв — это однократное острое воздействие, в то время как факторы окружающей среды оказывают постоянное влияние на человека. Последствия хронического облучения (при одинаковой суммарной дозе) менее выражены, чем последствия острого облучения (1/2 или 1/1,5). С учетом этого, хроническое облучение в дозе 100 мЗв повышает риск на 0,5% - 0,7% на протяжении всей жизни. На основании исследований состояния здоровья выживших после атомных бомбардировок, установлено, что риск повышается, если облучение произошло в молодом возрасте (см. таблицу ниже).

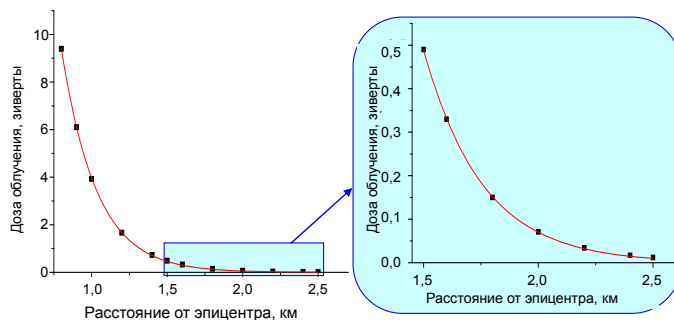
Риск возникновения рака после однократного облучения в дозе 100 мЗв

Возраст во время облучения	Пол	Пожизненный избыточный риск (%)	Риск в условиях отсутствия облучения (%)
Возраст 10 лет	Мужчины	2,1%	30%
	Женщины	2,2%	20%
Возраст 30 лет	Мужчины	0,9%	25%
	Женщины	1,1%	19%
Возраст 50 лет	Мужчины	0,3%	20%
	Женщины	0,4%	16%

Оценка дозы облучения

Физическая дозиметрия

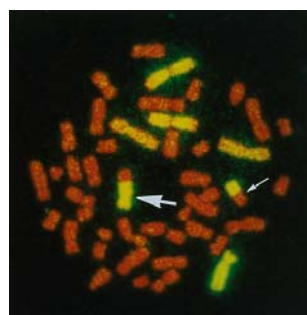
С появлением дозиметрической системы измерения радиации от взрыва атомной бомбы стало возможным определять индивидуальные дозы облучения на основе информации о местонахождении человека и использованных им средств защиты во время бомбардировки. Настоящая дозиметрическая система была представлена в 2002 г. и названа, соответственно, DS02. Система DS02 создана на основе последних достижений в области ядерной физики. Полученные с помощью системы DS02 данные соответствуют результатам измерения уровней радиоактивности облученных материалов, собранных после взрыва, в том числе кирпичей и плитки.



На рисунке показано соотношение между расстоянием от эпицентра и дозой излучения, распространяющейся в свободной воздушной среде (без учета средств защиты), согласно системе DS02. Если человек подвергается воздействию радиации в обычном доме в Японии, уровень радиации по сравнению с представленным на графике снижается в два раза.

Биологическая дозиметрия

Помимо радиационной дозиметрической системы DS02, мы используем методы хромосомного анализа, известные с 1960-х годов. В одном кубическом сантиметре крови содержится несколько миллионов лимфоцитов (разновидность белых клеток крови). Когда клетки делятся после инкубирования в специальной среде течение 2 дней, можно наблюдать формирование хромосом. Микроскопическое исследование возникающих в хромосомах aberrаций, называемых транслокациями, позволяет определить воздействующий на человека уровень радиации (см. рисунок справа). Дозу облучения можно также оценить с помощью метода спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) эмали удаленного зуба.

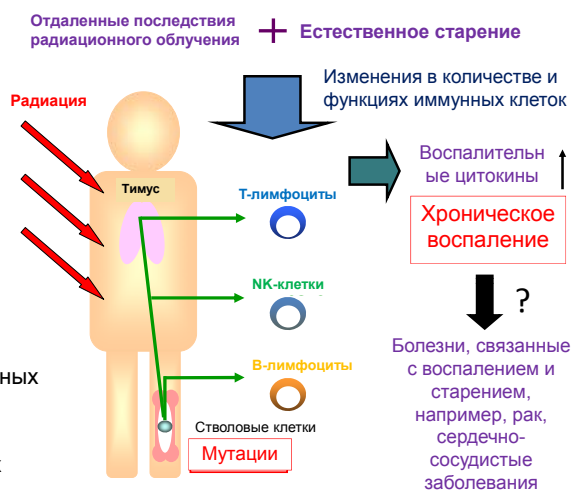


На рисунке показана делящаяся клетка с хромосомными aberrациями (отмечены стрелками). Хромосомы с поврежденной структурой (транслокациями), показанные двумя цветами, образовались в результате обмена участками двух различных хромосом.

Изучение механизма воздействия радиации на тело человека

Иммунологическое исследование

У переживших атомный взрыв наблюдаются изменения в иммунной системе, связанные со старением и уровнем радиационного воздействия. На основе анализа количества и функциональных изменений различных типов иммунных клеток мы определяем, связано ли старение иммунной системы (процесс, который ускоряется под воздействием радиации) с повышением риска возникновения у людей, переживших атомный взрыв, некоторых обусловленных возрастом болезней, включая сердечно-сосудистые заболевания и отдельные виды рака (см. рисунок справа).



Геномное исследование

Считается, что предрасположенность к развитию болезней, связанных с воздействием радиации, определяется индивидуально. Одна из причин, которыми это объясняется, — небольшие генетические различия между людьми. Связь между риском развития различных заболеваний и совокупностью генетического материала (геномом) исследуют во всем мире, чтобы на основании этих данных предотвращать возникновение заболеваний и разрабатывать соответствующие лекарственные средства. В RERF мы используем для геномных исследований образцы крови участников наших клинических исследований (с их информированного согласия), чтобы понять механизмы влияния радиации на развитие болезней с целью профилактики болезней, связанных с радиацией, и разработки медикаментозных препаратов их лечения.

Исследование радиоиндуцированного рака

Мы изучаем на молекулярном уровне раковые клетки, развившиеся в результате воздействия радиации. Нормальные клетки превращаются в раковые в результате накопления различных генетических отклонений (мутаций). Для многих видов рака идентифицированы целые спектры мутаций, наблюдающиеся в специфических генах. Согласно результатам наших исследований рака щитовидной железы и толстой кишки, конкретные мутации (накопление различных отклонений в определенных генах) часто встречаются в клетках злокачественных опухолей, диагностированных у людей, подвергшихся радиационному воздействию.