Особенное значение в условиях современного научно-техничес­кого прогресса приобрела возможность использования ядерных ре­акций как источника энергии. Эффективность атомной энергетики и других источников ионизирующего излучения в жизни человека очевидна. В то же время развитие этой отрасли создало потенци­альную угрозу радиационного загрязнения окружающей среды, что особенно опасно для человека и всего живого на Земле. Знание физических и биохимических механизмов влияния радиации на жи­вую и неживую природу является очень важным.

**Радиоактивные вещества и ионизирующее излучение.**

Такие химические элементы, как уран, радий, плутоний, калифорний и некоторые другие имеют способность к спонтанным превращени­ям, приводящим к изменению их атомного номера и массы атома. Эти превращения сопровождаются потоком излучения высокой энер­гии, состоящим из положительно и отрицательно заряженных час­тиц и коротковолнового электромагнитного излучения.

Впервые явление распада наблюдали у радия (Ra), и поэтому оно получило название радиоактивного распада, а излучение, сопровождавшее этот распад, - радиоактивного излучения, ионизирующего излучения, или проникающей радиации. При рас­паде радия регистрируют излучения трех видов: ядер атома гелия, имеющих положительный заряд, электронов, позитронов, и ко­ротковолнового электромагнитного излучения.

Ионизирующим излучением называют любое излучение, вза­имодействие которого с веществом ведет к образованию из нейтраль­ных атомов и молекул положительных и отрицательных ионов.

Ионизирующее излучение является естественным компонентом среды обитания человека. В результате его образуется радиацион­ный фон, состоящий из естественного и искусственного радиаци­онного фона. Естественный радиационный фон формируют космические излучения, радиоактивные элементы земной коры, вода, воздух и прочее.

Уровень радиационного фона от природных источников равня­ется 10—18 микрорентген в час и действует на все живое.

Суммарная годовая доза облучения человека естественным ради­ационным фоном составляет 0,1—0,7 БЭР (биологический эквивалент рентгена, равняется 0,01 Дж/кг) и зависит от уровня радиационного фона, энергии и характера ионизирующего излучения, а также от степени поглощения этого излучения организмом человека.

Уровень радиационного фона окружающей среды в последнее время возрос вследствие рассеивания искусственных радионукли­дов, увеличения количества промышленных выбросов и продуктов сгорания органического топлива в 6nocq ру, а также вследствие работы транспортных средств (наземных, подводных, воздушных), радиоэлектронной бытовой техники, использования атомной энер­гии и т. д. Излучение, обусловленное рассеиванием в биосфере ис­кусственных радионуклидов, образует искусственный радиаци­онный фон.

Уровень радиоактивных изотопов в растительных и животных организмах зависит от их концентрации в окружающей среде. Ра­диоактивные элементы поступают в организм человека вместе с во­дой, воздухом и пищевыми продуктами.

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) введена пре­дельно допустимая доза (ПДД) радиоактивного облучения - это доза, не приводящая к значительным нарушениям в человеческом орга­низме.

Различают внешнее и внутреннее облучение. Внутреннее облу­чение более опасно, чем внешнее, так как источник излучения (ра­диоактивные элементы) находится в непосредственном контакте с молекулами живого организма. Кроме того, радиоактивные элемен­ты, попавшие в организм человека, могут накапливаться в нем и действовать на протяжении длительного времени.

Исследования радиационной генетики, изучающей наследствен­ные изменения (мутации), возникшие под влиянием различных излучений, дали возможность установить ПДД, не превышающую 5 Р в год.

**Пути попадания радионуклидов в организм человека.**

Допустимое содержание радиоактивных веществ в организме (то есть такое количество, при наличии которого образуется доза на крити­ческий орган, не превышающая ПДД) зависит от степени безопас­ности радиоактивных элементов в случае проникновения внутрь и определяется их радиотоксичностью.

Радиотоксичность — свойство радиоактивных изотопов вызы­вать патологические изменения в организме. Радиотоксичность изо­топов зависит преимущественно от путей поступления радиоактив­ных веществ в организм, распределения их в органах и системах, времени пребывания радионуклидов в организме.

Основными путями поступления радиоактивных веществ в орга­низм человека являются органы дыхания и пищеварения, а также кожа. Частички пыли с радиоактивными изотопами во время вды­хания воздуха через верхние дыхательные пути частично оседают в полости носа и носоглотке, а частично попадают в желудок и лег­кие. Большие частички задерживаются в верхних дыхательных пу­тях, а малые - в легких.

Газообразные радиоактивные вещества из вдыхаемого воздуха уже за считанные секунды попадают в межклеточное вещество.

Жидкие и твердые радиоактивные вещества в зависимости от физико-химических свойств ведут себя в организме по-разному. Часть их откладывается в органах дыхания и глубоких отделах лег­ких, часть выдыхается. В легких эти вещества частично скаплива­ются в альвеолах, частично разносятся кровью и оседают в лимфа­тических узлах.

Некоторая часть радиоактивных веществ может попадать в меж­клеточную жидкость из тонкой кишки.

Через неповрежденную кожу поглощение радиоактивных ве­ществ в 200-300 раз меньше, чем через пищеварительный канал (исключением является изотоп водорода — тритий, который легко проникает через кожу, растворяясь в ее жире). Поэтому кожа защи­щает организм от поступления в него этих веществ.

По характеру распределения в организме человека радиоактив­ные вещества делят на три группы: радионуклиды, откладываю­щиеся в костях (кальций, стронций, барий, радий); радионукли­ды, концентрирующиеся в печени до 60 % по общему содержанию (цезий, нитрат плутония и др.); радионуклиды, равномерно рас­пределяющиеся по всему организму (кислород, водород, железо, полоний).

При употреблении пищевых продуктов, загрязненных радиоак­тивными веществами, возможно дополнительное внутреннее облу­чение.

Главную роль в дополнительном внутреннем облучении играют Cs (цезий) и Sr (стронций), которые по химическим свойствам являются аналогами Са и К. Sr и Cs поступают в организм по пищевым цепочкам: 1) атмосфера - почва - растение (через корне­вую систему) —молоко —мясо —человек; 2) атмосфера —растение (че­рез листья) — молоко — мясо — человек. Попадая в организм, они ак­тивно включаются в биологические циклы.

Чувствительность тканей и органов к воздействию излучения различна. Ученые установили, что самыми чувствительными к об­лучению являются слабо дифференцированные молодые клетки, растущие или размножающиеся (например, клетки яичка, яични­ков, лимфатической ткани, костного мозга).

Некоторые радионуклиды имеют высокую избирательность распределения в организме, накапливаются в определенных ор­ганах или тканях в больших концентрациях и обусловливают вы­сокие дозы облучения. Примером такого радионуклида является радиоактивный йод-131, который накапливается в щитовидной железе.

Допускают, что ионизирующие излучения способны оказывать непосредственно разрушающее действие в случае прямого попа­дания на элементы ядерных структур клетки, в частности, приво­дить к так называемым хромосомным изменениям и генным мута­циям.

**Генетические последствия как результат внешнего облучения.**

Закономерности и механизмы возникновения наследствен­ных изменений (мутаций) под влиянием ионизирующего излучения изучает радиационная генетика.

Ионизирующее излучение влияет на организм в разных дозах, даже в очень малых. Оно обусловливает радиационно-химическое повреждение молекул, входящих в состав клеточных структур, из­меняет обмен веществ и физиологические функции всего организ­ма. Особенно тяжелые последствия воздействия излучения обуслов­лены повреждением дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Нарушение структуры клеток и биологически важных молекул яв­ляется причиной развития отдаленных последствий действия иони­зирующих излучений (последействие), проявлением которых могут быть гибель клеток или потеря ими способности к делению, возникновение хромосомных мутаций, наследственные изменения, луче­вая болезнь.

Прогнозирование и оценка отдаленных последствий луче­вых поражений, обусловленных малыми дозами облучения, очень сложные, так как закономерности их возникновения существенно отличаются от лучевых поражений вследствие облучений доза­ми 100 рад (внесистемная единица поглощенной дозы радиации; 1 рад = 0,01 Дж/кг) и больше.

Некоторые исследования радиационной генетики свидетельствуют, что естественная частота заболевания злокачественными новообразо­ваниями составляет 1000-2 000 случаев на 1 млн населения в год. Риск возникновения опухоли вследствие облучения дозой 0,01 Грей (1 рад) на 1 млн населения составляет 3—6 случаев в год, увеличение частоты генетических изменений в организме в случае облучения этой же дозой (в первом поколении) составляет 3—4 случая (0,04 %).

Данные ученых в этой отрасли до 1986 года базировались на ис­следованиях последствий испытаний и использования ядерного ору­жия, последствий аварий во время соответствующих экспериментов и др. Однако весь предыдущий опыт не может сравниться с послед­ствиями, возможными после чернобыльской катастрофы. До сих пор еще не изучен достаточно механизм совместного действия внешне­го и внутреннего излучения (воздух, пища), совсем не изучено явле­ние синергизма - взаимодействия радиации с химическими вещес­твами (свинцом, пестицидами и др.).

**Защита организма от ионизирующего излучения.**

Существуют меры, способствующие снижению угрозы радиационного поражения организма. От внешних источников ионизирующих излучений (рентгеновское, гамма-кванты, нейтроны, альфа-час­тицы и др.) организм защищают при помощи экранов из матери­алов, поглощающих радиацию. Чтобы радиоактивные вещества не попали внутрь организма, необходимо правильно организовать работу с источниками излучения, обеспечить персонал индиви­дуальными средствами защиты (комбинезоны, пневмокостюмы, обувь и др.), соблюдать правила личной гигиены, а также методики сбора, сохранения, обработки и удаления радиоактивных отходов. Чтобы предотвратить облучение организма во время ра­боты с источниками ионизирующих излучений, проводят дозимет­рический контроль. Если облучения организма невозможно из­бежать, степень лучевого поражения можно ослабить, применяя радиозащитные средства (радиопротекторы) - витамины, серосо­держащие вещества, аминокислоты, гормоны и др. Они повыша­ют естественную устойчивость организма к ионизирующим излу­чениям - радиоустойчивость. Для выведения радионуклидов из организма используют разнообразные адсорбенты, самым доступным и распространенным из которых является активиро­ванный уголь.

**Влияние электромагнитного излучения на организм человека.**

К физическим факторам окружающей среды, имеющим ионизирующую способность, относится электромагнитное излучение (на­пример, гамма-излучение, ультрафиолетовые лучи).

В последнее время в результате интенсивного развития электро­ники и радиотехники природная среда находится под воздействи­ем электромагнитных излучений (электромагнитных полей). Главным их источником являются радио-, телевизионные и радио­локационные станции, высоковольтные линии передач, электро­транспорт, трансформаторные станции. Особенно опасны мощные военные радиолокационные станции, напряжение поля которых яв­ляется настолько высоким, что нередко становится причиной гибе­ли птиц, попадающих в него.

Напряжение электромагнитного поля измеряют в вольтах на метр (В/м). Электрические поля высокого напряжения отрицательно влияют прежде всего на нервную систему человека. Так, напряже­ние поля в 100 В/м вызывает головную боль и сильную усталость, а более высокое напряжение — бессонницу, неврозы, тяжелые заболе­вания. В районах, где расположены радиостанции и военные ра­диолокационные станции, уровень электромагнитных излучений превышает гигиенические нормы в 4—8 раз, а вблизи мощных ЛЭП (свыше 1000 кВ) - в 20 раз.

Одним из основных средств охраны населения от влияния элек­тромагнитного излучения является вынос мощных коммуникаций за пределы территории проживания людей.