## Биологическое действие ионизирующих излучений и способы защиты от них

Различают два вида эффекта воздействия на организм ионизирующих излучений: ***соматический*** и ***генетический***. При соматическом эффекте последствия проявляются непосредственно у облучаемого, при генетическом - у его потомства. Соматические эффекты могут быть ранними или отдалёнными. Ранние возникают в период от нескольких минут до 30-60 суток после облучения. К ним относят покраснение и шелушение кожи, помутнение хрусталика глаза, поражение кроветворной системы, лучевая болезнь, летальный исход. Отдалённые соматические эффекты проявляются через несколько месяцев или лет после облучения в виде стойких изменений кожи, злокачественных новообразований, снижения иммунитета, сокращения продолжительности жизни.

При изучении действия излучения на организм были выявлены следующие особенности:

1. Высокая эффективность поглощённой энергии, даже малые её количества могут вызвать глубокие биологические изменения в организме.
2. Наличие скрытого (инкубационного) периода проявления действия ионизирующих излучений.
3. Действие от малых доз может суммироваться или накапливаться.
4. Генетический эффект - воздействие на потомство.
5. Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению.
6. Не каждый организм (человек) в целом одинаково реагирует на облучение.
7. Облучение зависит от частоты воздействия. При одной и той же дозе облучения вредные последствия будут тем меньше, чем более дробно оно получено во времени.

Ионизирующее излучение может оказывать влияние на организм как при внешнем (особенно рентгеновское и гамма-излучение), так и при внутреннем (особенно альфа-частицы) облучении. Внутреннее облучение происходит при попадании внутрь организма через лёгкие, кожу и органы пищеварения источников ионизирующего излучения. Внутреннее облучение более опасно, чем внешнее, так как попавшие внутрь ИИИ подвергают непрерывному облучению ничем не защищённые внутренние органы.

Под действием ионизирующего излучения вода, являющаяся составной частью организма человека, расщепляется и образуются ионы с разными зарядами. Полученные свободные радикалы и окислители взаимодействуют с молекулами органического вещества ткани, окисляя и разрушая её. Нарушается обмен веществ. Происходят изменения в составе крови - снижается уровень эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и нейтрофилов. Поражение органов кроветворения разрушает иммунную систему человека и приводит к инфекционным осложнениям.

Местные поражения характеризуются лучевыми ожогами кожи и слизистых оболочек. При сильных ожогах образуются отёки, пузыри, возможно отмирание тканей (некрозы).

Смертельные поглощённые дозы для отдельных частей тела следующие:

* голова - 20 Гр;
* нижняя часть живота - 50 Гр;
* грудная клетка -100 Гр;
* конечности - 200 Гр.

При облучении дозами, в 100-1000 раз превышающую смертельную дозу, человек может погибнуть во время облучения ("смерть под лучом").

Биологические нарушения в зависимости от суммарной поглощённой дозы излучения представлены в (табл. 3.4).

В зависимости от типа ионизирующего излучения могут быть разные меры защиты: уменьшение времени облучения, увеличение расстояния до источников ионизирующего излучения, ограждение источников ионизирующего излучения, герметизация источников ионизирующего излучения, оборудование и устройство защитных средств, организация дозиметрического контроля, меры гигиены и санитарии.

В России, на основе рекомендаций Международной комиссии по радиационной защите, применяется метод защиты населения ***нормированием***. Разработанные нормы радиационной безопасности учитывают три категории облучаемых лиц:  
А - персонал, т.е. лица, постоянно или временно работающие с источниками ионизирующего излучения;  
Б - ограниченная часть населения, т.е. лица, непосредственно не занятые на работе с источниками ионизирующих излучений, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могущие подвергаться воздействию ионизирующих излучений;  
В - всё население.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 3.4 | - | Биологические нарушения при однократном (до 4-х суток) облучении всего тела человека |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Доза облучения, (Гр)** | **Степень лучевой болезни** | **Начало проявления первичной реакции** | **Характер первичной реакции** | **Последствия облучения** |
| До 0,250,25 - 0,50,5 - 1,0 | Видимых нарушений нет. Возможны изменения в крови. Изменения в крови, трудоспособность нарушена | | | |
| 1 - 2 | Лёгкая (1) | Через 2-3 ч | Несильная тошнота с рвотой. Проходит в день облучения | Как правило, 100% -ное выздоровление даже при отсутствии лечения |
| 2 - 4 | Средняя (2) | Через 1-2 ч Длится 1 сутки | Рвота, слабость, недомогание | Выздоровление у 100% пострадавших при условии лечения |
| 4 - 6 | Тяжёлая (3) | Через 20-40 мин. | Многократная рвота, сильное недомогание, температура -до 38 | Выздоровление у 50-80% пострадавших при условии спец. лечения |
| Более 6 | Крайне тяжёлая (4) | Через 20-30 мин. | Эритема кожи и слизистых, жидкий стул, температура -выше 38 | Выздоровление у 30-50% пострадавших при условии спец. лечения |
| 6-10 | Переходная форма (исход непредсказуем) | | | |
| Более 10 | Встречается крайне редко (100%-ный смертельный исход) | | | |

Для категорий ***А*** и ***Б***, с учётом радиочувствительности разных тканей и органов человека, разработаны предельно допустимые дозы облучения (табл. 3.5).

***Предельно допустимая доза*** - это наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы за год, которая при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

Каждый житель Земли (категория ***В***) на протяжении всей своей жизни ежегодно облучается дозой в среднем 250-400 мбэр. Полученная доза складывается из природных и искусственных источников ионизирующего излучения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 3.5 | - | Предельно допустимые дозы облучения |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Дозовые пределы** | | |
| **Группа и название критических органов человека** | **Предельно допустимая доза для категории А за год, бэр** | **Предел дозы для категории Б за год, бэр** |
| I. Всё тело, красный костный мозг | 5 | 0,5 |
| II. Мышцы, щитовидная железа, печень, жировая ткань, лёгкие, селезёнка, хрусталик глаза, желудочно-кишечный тракт | 15 | 1,5 |
| III. Кожный покров, кисти, костная ткань, предплечья, стопы, лодыжки | 30 | 3,0 |

Природные источники дают суммарную годовую дозу примерно 200 мбэр (космос - до 30 мбэр, почва - до 38 мбэр, радиоактивные элементы в тканях человека - до 37 мбэр, газ радон - до 80 мбэр и другие источники).

Искусственные источники добавляют ежегодную эквивалентную дозу облучения примерно в 150-200 мбэр (медицинские приборы и исследования - 100-150 мбэр, просмотр телевизора -1-3 мбэр, ТЭЦ на угле - до 6 мбэр, последствия испытаний ядерного оружия - до 3 мбэр и другие источники).

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) ***предельно допустимая*** (безопасная) ***эквивалентная доза облучения для жителя планеты*** определена в 35 бэр, при условии её равномерного накопления в течение 70 лет жизни.

***Защита от ионизирующих излучений***

Ниже предлагаются рекомендации общего характера по защите от ионизирующего излучения разного типа.

От альфа-лучей можно защититься путём:

* увеличения расстояния до ИИИ, т.к. альфа-частицы имеют небольшой пробег;
* использования спецодежды и спецобуви, т.к. проникающая способность альфа-частиц невысока;
* исключения попадания источников альфа-частиц с пищей, водой, воздухом и через слизистые оболочки, т.е. применение противогазов, масок, очков и т.п.

В качестве защиты от бета-излучения используют:

* ограждения (экраны), с учётом того, что лист алюминия толщиной несколько миллиметров полностью поглощает поток бета-частиц;
* методы и способы, исключающие попадание источников бета-излучения внутрь организма.

Защиту от рентгеновского излучения и гамма-излучения необходимо организовывать с учётом того, что эти виды излучения отличаются большой проникающей способностью. Наиболее эффективны следующие мероприятия (как правило, используемые в комплексе):

* увеличение расстояния до источника излучения;
* сокращение времени пребывания в опасной зоне;
* экранирование источника излучения материалами с большой плотностью (свинец, железо, бетон и др.);
* использование защитных сооружений (противорадиационных укрытий, подвалов и т.п.) для населения;
* использование индивидуальных средств защиты органов дыхания, кожных покровов и слизистых оболочек;
* дозиметрический контроль внешней среды и продуктов питания.

При использовании различного рода защитных сооружений следует учитывать, что мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения снижается в соответствии с величиной коэффициента ослабления (Косл). Некоторые величины Косл приведены в (табл. 3.5).