

Лекция 13

Радиационная безопасность при авариях на атомных электростанциях.

Лучевые поражения организма. Авария на ЧАЭС и ее последствия для Республики Беларусь



Основные вопросы

- Биологическое действие ионизирующих излучений.
- Профилактика радиационных поражений. ОЛБ.
- Понятие о радиационных авариях. Авария на Чернобыльской АЭС и ее последствия для Беларуси.

Введение

- Слово “радиация” глубоко проникло в сознание человечества. Оно воспринимается как образ новой, страшной угрозы здоровью и жизни людей.
- Стало возможно объяснять любое свое заболевание, начиная от головной боли, последствиями облучения.

Радиоактивность - не новое явление.

- Новизна состоит лишь в том, как люди пытались ее использовать.
- И радиоактивность, и сопутствующие ей **ионизирующие излучения** (ИИ) существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли.

История открытия радиации



В. Рентген

- **Вильгельму Конраду Рентгену** ко времени его великого открытия было 50 лет. Он руководил тогда физическим институтом и кафедрой физики Вюрцбургского университета.

История открытия радиации

- 8 ноября 1895 г. Рентген, как обычно, поздно вечером закончил эксперименты в лаборатории. Погасив свет в комнате, он заметил в темноте зеленоватое свечение, исходившее от кристаллов соли, рассыпанных на столе. Оказалось, что он забыл выключить напряжение на катодной трубке, с которой работал в тот день.

История открытия радиации

- Исследуя загадочное явление, Рентген пришел к гениальному выводу:
- при прохождении тока через трубку в ней возникает какое-то неизвестное излучение.
- Именно оно вызывает свечение кристаллов.
- Не зная природы этого излучения, он назвал его X-лучами.

История открытия радиации

- 10 декабря 1901 г. Рентгену была присуждена первая в истории Нобелевская премия по физике за выдающийся вклад в науку.
- Рентгеновские лучи не только немедленно стали предметом глубокого изучения во всем мире, но и быстро нашли практическое применение.

История открытия радиации



А. Беккерель

- Одним из тех, кто интересовался природой "всепроникающих" рентгеновских лучей, был профессор физики Парижского музея естественной истории Анри Беккерель.

История открытия радиации

- Проявив однажды оставленную на столе фотопластинку, завернутую в черную бумагу, Беккерель обнаружил, что она засвечена лишь в том месте, где лежала насыпанной соль урана.
- Несколько раз повторив наблюдения при солнечной и пасмурной погоде, ученый пришел к выводу, что уран произвольно, независимо от солнечного излучения, испускает невидимые глазу "урановые лучи".

История открытия радиации

- Своим открытием Беккерель поделился с Пьером Кюри и Марией Кюри-Складовской. Однажды для публичной лекции он взял у супругов Кюри пробирку с радиоактивным препаратом и положил ее в жилетный карман.
- На следующий день обнаружил на теле покраснение кожи в виде пробирки.

История открытия радиации

- Беккерель рассказывает об этом Кюри, который ставит на себе опыт: в течение десяти часов носит привязанную к предплечью пробирку с радием.
- Через несколько дней у него развивается покраснение, перешедшее затем в тяжелейшую язву, от которой он страдал два месяца. Так впервые Человеком, опытным путем, было открыто биологическое действие радиоактивности.

История открытия радиации

- Десятки исследователей после открытия Рентгена были заняты поиском новых таинственных излучений. Изучение этого явления стало предметом страстных исканий великого польского ученого **Марии Склодовской-Кюри**, а вскоре - и ее мужа, не менее блестящего французского исследователя **Пьера Кюри**.



**Мария
Склодовская-Кюри**



Пьер Кюри

История открытия радиации

- Одиннадцать лет их любви и совместного научного творчества были ознаменованы открытием нескольких радиоактивных элементов, среди которых главные - *радий и полоний*.
- В 1903 г. за открытие радиоактивности Пьеру и Марии Кюри и Анри Беккерелю была присуждена Нобелевская премия по физике.

История открытия радиации

- В 1936 году список, погибших от ИИ составил 169 жертв, имена которых высечены на памятнике, воздвигнутом в Гамбург-Эппендорфе.



История открытия радиации

- На монументе надпись:
- "Памятник посвящается рентгенологам всех наций, врачам, физикам, химикам, техникам, лаборантам и сестрам, пожертвовавшим своей жизнью в борьбе против болезней их ближних".
- К 1959 году этот список вырос до 360 погибших.

История открытия радиации

- В 30-40 годы начался новый период в области ядерной физики, когда наряду с научными исследованиями в лабораториях и институтах создается быстрыми темпами атомная промышленность.

История открытия радиации

- Неограниченные средства, отпускаемые в то время США на решение атомной проблемы, позволили эмигрировавшему из фашистской Италии *Э.Ферми* уже 2 декабря 1942 года создать в Чикаго первый атомный реактор.
- В спешном порядке началось изготовление атомных бомб и в августе 1945 первые из них были сброшены на японские города Хиросиму и Нагасаки.

История открытия радиации

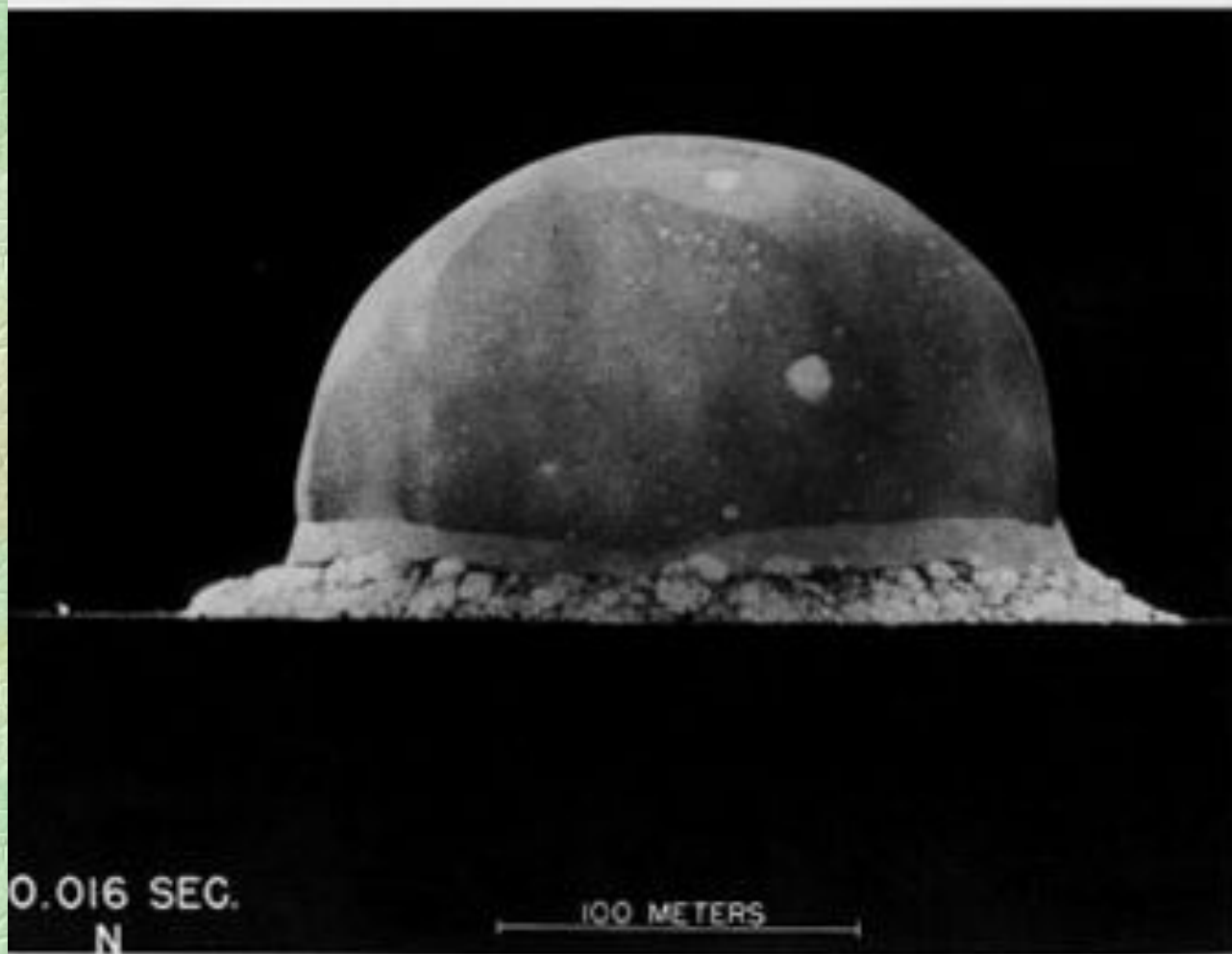
Макет атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму.



История открытия радиации

- В России в лаборатории под руководством **И. В. Курчатова** осуществлена управляемая цепная реакция деления ядер урана на первом ядерном реакторе Ф-1.
- 29 августа 1949 года испытана атомная бомба.
- В 1951 году изобретена первая в мире водородная бомба.

История открытия радиации





РАДИОАКТИВНОСТЬ

- **Радиоактивность** - это способность некоторых химических элементов (урана, тория, радия, калифорния и др.) самопроизвольно распадаться и испускать невидимые излучения.
- Радиоактивные вещества (РВ) распадаются со строго определённой скоростью, измеряемой *периодом полураспада*, т.е. временем, в течении которого распадается половина всех атомов.



Поглощенная доза характеризует физический эффект облучения в любом веществе



Эффективная доза - эффект облучения живой ткани



Эффективная доза - мера опасности для человека

Действие радиации на человека

- Впервые поражающее действие ионизирующего излучения было отмечено в 1878 г. в Саксонии (Германия). У 75% шахтеров, добывающих железную руду, было обнаружено заболевание раком легких.
- Оказалось, что горная порода характеризуется высоким содержанием урана.

Действие радиации на человека

- Причиной заболеваний был радиоактивный газ радон, накапливающийся в воздухе плохо вентилируемых шахт.
- Примерно в то же время первые исследователи, не задумываясь об опасности, облучали свои руки рентгеновскими лучами для определения их интенсивности.

Действие радиации на человека

- Первым симптомом, который они обнаружили, было временное покраснение кожи (эритема).
- более интенсивное или длительное облучение может привести к серьезным последствиям.



Действие радиации на человека

- Сегодня наука располагает данными более чем 50-летнего медицинского наблюдения за облученными людьми.
- Это 90 тысяч человек, переживших атомную бомбардировку в Японии, около 600 тысяч получивших дозу излучения во время ядерных испытаний и на ядерных производствах.

Действие радиации на человека

- Действие на человека больших доз излучения выражается в конкретных клинических формах:
- острая лучевая болезнь,
- лучевые ожоги,
- хроническая лучевая болезнь.



ЭТАПЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Время течения процесса	Общие учения	Этапы поражения
10 ⁻¹² - 10 ⁻⁹ с	Поглащение энергии излучения. Ионизация и возбуждение молекул. Первичные радиохимические реакции.	Первичное взаимодействие и рад-хим
<p>Секунды-часы</p> <p>Минуты-месяцы</p>	<p>Нарушение структур, обеспечивающих функции и наследственность клеток. Изменение функций и морфологии клеток, их гибель.</p> <p>Нарушение функций органов и систем. Морфологические изменения в органах и системах</p>	<p>реакции</p> <p>Поражение клеток</p> <p>Поражение организма</p>
<p>Годы</p> <p>Неопределенн. время</p>	<p>Отдаленные соматические эффекты (гибель организма), развитие опухолей, генетические последствия (наследств. заболевания)</p>	<p>Поражение популяции</p> <p>Поражение популяции</p>

ОСТРОЕ ПОРАЖЕНИЕ

- Большие дозы порядка 100 Гр вызывают настолько сильное *поражение ЦНС*, что смерть, как правило, наступает в течение нескольких часов или дней.
- При дозах облучения 10-50 Гр при облучении всего тела поражение ЦНС может оказаться не настолько серьезным, чтобы привести к летальному исходу, однако облученный человек скорее все-равно умрет через 1-2 недели от *кровоизлияний в ЖКТ*.

ОСТРОЕ ПОРАЖЕНИЕ

- При еще меньших дозах может не произойти серьезных повреждений ЖКТ или организм с ними справиться, и тем не менее смерть может наступить из-за
- *разрушения клеток красного костного мозга - главного компонента кроветворной системы организма.*
- *От дозы в 3-5 Гр при облучении всего тела умирает примерно 50% облученных.*

ОСТРОЕ ПОРАЖЕНИЕ

- *Острое лучевое поражение вызывает развитие общего заболевания организма, для которого характерна определенная стадийность и многообразии признаков.*

- *В типичных случаях*

в течение ОЛБ выделяют

4 периода:



ОСТРОЕ ПОРАЖЕНИЕ

- **период общей первичной реакции;**
- **скрытый период;**
- **период разгара болезни;**
- **период восстановления.**

Острая лучевая болезнь

Зависимость тяжести и формы ОЛБ от дозы облучения

<i>Доза (Зв)</i>	<i>Тяжесть</i>	<i>Форма</i>
<i>1-2,5</i>	<i>I-</i>	<i>Костно-мозговая</i>
<i>2,5-4</i>	<i>II- легкая</i>	
<i>4-6</i>	<i>III- средняя</i>	<i>Переходная</i>
<i>6-10</i>	<i>тяжелая</i>	<i>Кишечная</i>
<i>10-80</i>	<i>IV-</i>	<i>Церебральная</i>
<i>более 80</i>	<i>крайне тяжелая</i>	

Важно помнить

- дозы 1 Зв и более являются исключительными и могут быть получены только
- во время ядерной войны,
- в ходе лучевой терапии или
- в результате серьезной радиационной аварии,

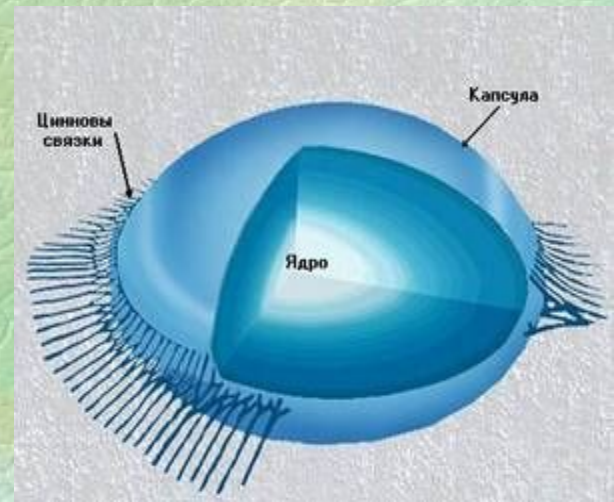
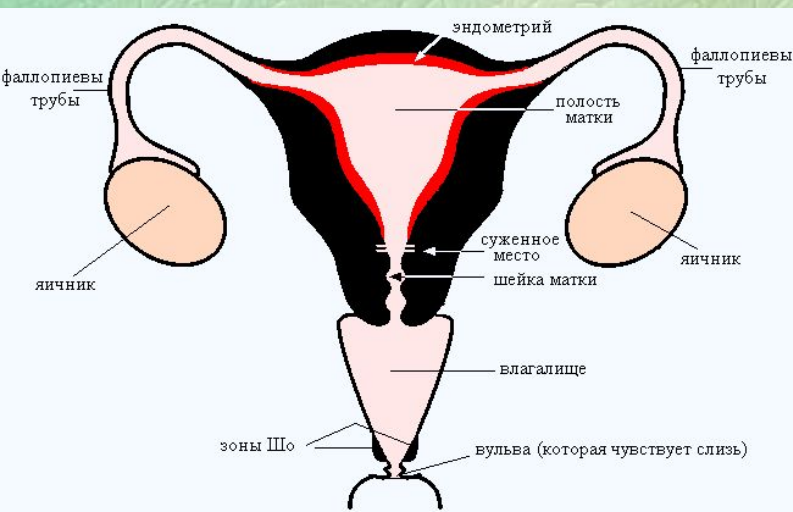
Критические органы при ОЛБ

- Красный костный мозг и другие элементы кроветворной системы наиболее уязвимы при облучении и теряют способность нормально функционировать уже при дозах облучения 0,5-1 Гр.



Критические органы при ОЛБ

- Если же облучению подверглось не все тело, а какая-то его часть, то уцелевших клеток бывает достаточно для полного возмещения поврежденных клеток.
- **Репродуктивные органы и хрусталик** глаза также отличаются повышенной чувствительностью к облучению.



Таким образом среди групп критических органов различают:

- I - все тело, гонады, красный костный мозг, щитовидная железа, любой головной отделный орган кроме кожи;
- II - костная ткань, кожа



Хроническая лучевая болезнь

- Длительное облучение организма в малых дозах приводит к развитию хронической лучевой болезни. Она развивается при суммарных дозах 0,7-1,0 Зв и мощности излучения 1-5 мЗв за одни сутки. Описаны многочисленные случаи ХЛБ при внешнем и внутреннем облучении.

Хроническая лучевая болезнь

- Другой вариант заболевания может быть вызван радионуклидами, избирательно распределившимися по органам и тканям, а также местным внешним облучением.

Хроническая лучевая болезнь

- **Условно выделяют 3 степени ХЛБ: легкая, средняя и тяжелая.**
- Признаки ХЛБ в отличие от острой растянуты во времени. Они связаны с повреждением радионуклидами отдельных органов и тканей и не так четко проявляются, как при ОЛБ.
- I степень характеризуется нервно-регуляторными нарушениями ССС и нестойкой умеренной лейкопенией;

Хроническая лучевая болезнь

- Условно выделяют 3 степени ХЛБ: легкая, средняя и тяжелая.
- При II степени наблюдается усугубление нервно-регуляторных нарушений с появлением функциональной недостаточности пищеварительных желез, ССС и НС, нарушение некоторых обменных процессов, стойкая умеренная лейко- и тромбоцитопения;

Хроническая лучевая болезнь

- Условно выделяют 3 степени ХЛБ: легкая, средняя и тяжелая.

- При III степени появляется резкая лейко- и тромбоцитопения, развивается анемия, возникают атрофические процессы в слизистой ЖКТ.



Воздействие малых доз

- 1. Малые дозы радиации являются одним из естественных экологических факторов среды обитания человека. Повышение пределов их естественных колебаний обуславливает снижение уровня здоровья населения, которое существенным образом зависит от поглощенной человеком дозы радиации (радиационная нагрузка).

Воздействие малых доз

- 2. Характерной особенностью медицинского действия малых доз радиации является возникновение патологических процессов у небольшой части людей. К ним относятся люди с повышенным риском радиационного поражения вследствие измененной у них радиочувствительности. Число таких людей составляет от 0.5 до 5.0% населения.

Воздействие малых доз

- 3. Благодаря естественной сопротивляемости и адаптации организма к облучению большинство людей при незначительном повышении радиационного фона может самостоятельно преодолеть его негативное действие.

Отдаленные последствия облучения

- Одной из самых характерных особенностей лучевой болезни является то, что спустя весьма длительный срок после лучевого воздействия (через 10-20 лет и более) на фоне казалось бы полного выздоровления возникают болезненные явления, которые называют отдаленными последствиями облучения.

Отдаленные последствия облучения

- К ним принадлежит
- сокращение продолжительности жизни,
- возникновение лейкозов,
злокачественных опухолей и катаракт
хрусталика.



Отдаленные последствия облучения

- *Врожденные пороки развития* и другие наследственные болезни могут проявиться в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки людей, подвергшихся облучению.
- Действующие в организме человека восстановительные механизмы обычно ликвидируют все поражения.

Отдаленные последствия облучения

- Сокращение продолжительности жизни - самый общий из отдаленных эффектов облучения. В эксперименте на мышах и крысах показано, что каждые 4 Гр однократного общего облучения продолжительность жизни сокращается на 5%. Однако при дозах, меньших 25 Гр, такие последствия не наблюдаются.

Отдаленные последствия облучения

- Что касается людей, укорочение продолжительности жизни следует отнести за счет увеличения заболеваемости *лейкозами и раками*.
- Опухолевые заболевания - наиболее серьезные из всех последствий облучения человека при малых дозах.

Отдаленные последствия облучения



- Самыми распространенными видами опухолей, вызванными действиями радиации, оказались РАК ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ и предположительно РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.

Отдаленные последствия облучения

- Примерно у 10 человек из 1000 облучаемых отмечается рак щитовидной железы, а у 10 женщин из 1000 - рак молочной железы (в расчете на каждый 1 Гр индивидуальной поглощенной дозы).

Отдаленные последствия облучения

- РАК
ЛЕГКИХ,
напротив -
беспощадный
убийца.



Генетические последствия облучения



- *мутации в самих генах*

Генетические последствия облучения

- **биологическое действие излучения** - это совокупность морфологических и функциональных изменений в живом организме, возникающих под воздействием облучения.

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- Самой идеальной и наиболее надежной от поражающего действия ИИ является так называемая **физическая защита**, которая обеспечивается соответствующими конструктивными и техническими способами уменьшения поглощенной радиации.

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- Все существующие радиорезистентные препараты следует разделить на 3 основные группы:

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *1. Препараты (или рецептуры), предназначенные в качестве индивидуальных средств химической защиты от внешнего воздействия ИИ при сравнительно кратковременном облучении, при большой мощности дозы.*

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *2. Препараты (или рецептуры), предназначенные в качестве индивидуальных средств фармакохимической защиты от внешнего воздействия ИИ при протяженном облучении при малой мощности дозы (например, пребывание на зараженной местности).*

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *3. Препараты (или рецептуры), предназначенные в качестве средств, повышающих устойчивость организма к радиации при лучевой терапии.*
- *Первым радиопротектором, применяемым в курсах лучевой терапии является цистамина дигидрохлорид.*

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *Вторым - гидрохлорид мексамина в таблетках по 0,05 г препарата. Прием указанных радиопротекторов после облучения не эффективен.*
- *Они мало или вовсе не эффективны при протяженном и дробном облучении.*

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *Биологическая защита, также как и химическая осуществляется с помощью назначения лекарственных средств. Однако эти вещества в отличие от радиопротекторов не обладают специфическим действием, а способны только лишь повысить общую сопротивляемость организма*

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *к неблагоприятным факторам, в частности к радиации.*
- *Такие вещества называют адаптогенами, т.е. веществами, способными вызывать в организме человека неспецифически повышенную сопротивляемость к действию многих повреждающих агентов.*

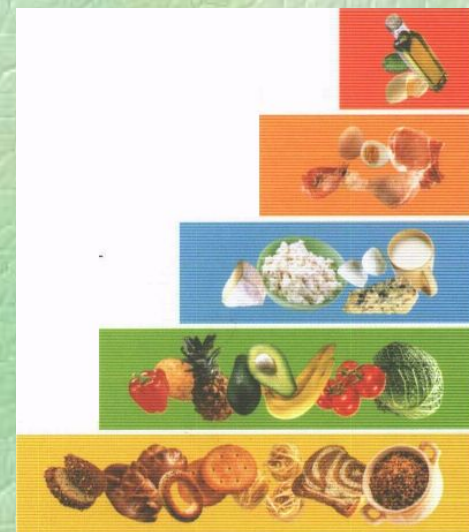
ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- *элеутерококк, женьшень, китайский лимонник, витаминно-аминокислотные комплексы и др.*



ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- К биологической защите следует отнести мероприятия: *занятие физкультурой, закаливание, хорошее и полноценное питание.*



ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- В то же время злоупотребление алкоголем, никотином, наркотиками истощает нервную систему и, следовательно, снижает устойчивость организма к ИИ.

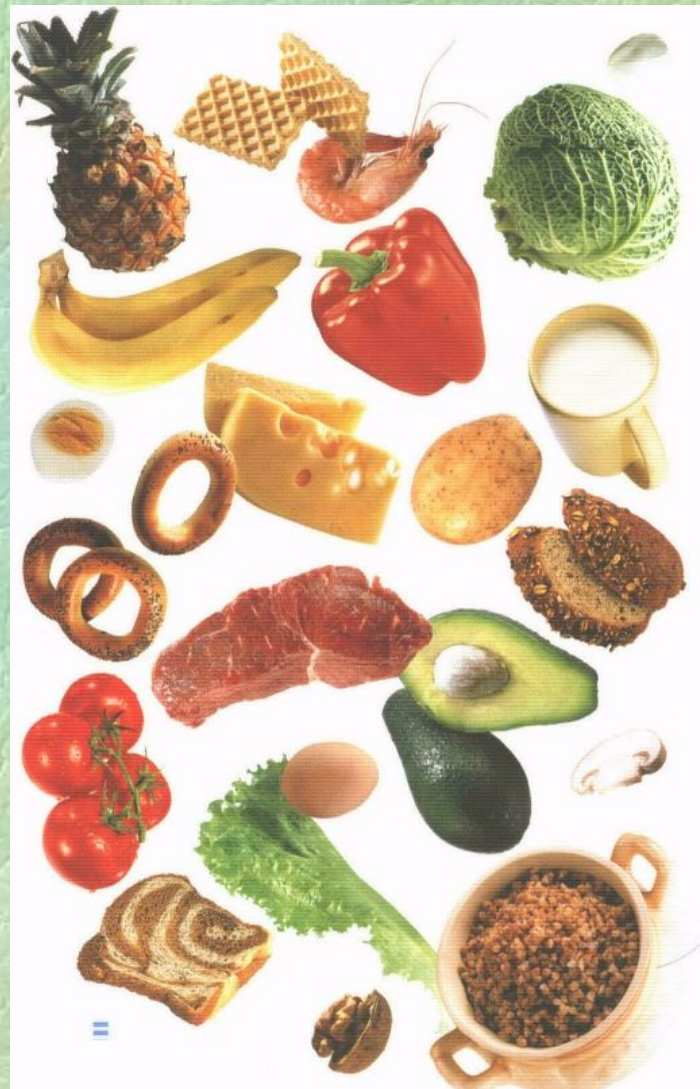


ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- Важнейшими мерами профилактики отдаленных последствий лучевого воздействия являются: снижение поглощенной дозы, что включает:

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- 1. Потребление "чистых" продуктов;

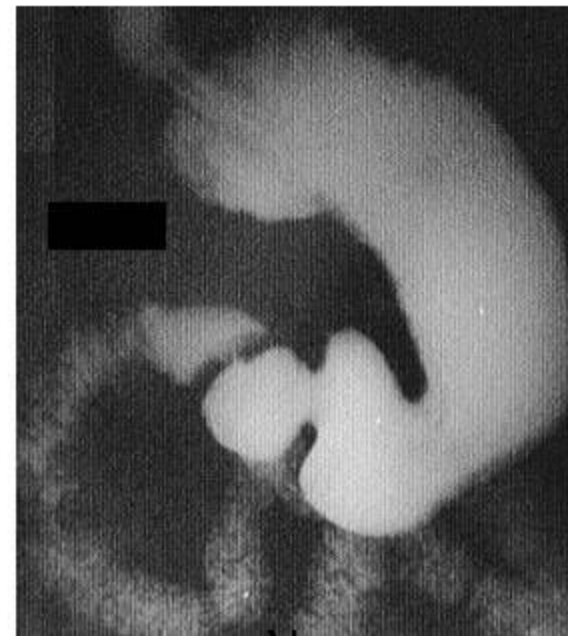


ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- 2. Снижение уровня облучения за счет рационального применения рентгеновской и радионуклидной диагностики.
- За всю жизнь человек от этого фактора получает 80-100 мЗв (8-10 бэр);

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- а) снизить число рентгеноскопий органов грудной клетки и упорядочить эти исследования; б) основной вклад в дозовую нагрузку вносит рентгеноскопия ЖКТ.



ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- 3. Уменьшение воздействия радона в помещениях. Согласно оценке НКДАР ООН радон ответственен примерно за половину индивидуальной эффективной эквивалентной дозы. Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыханием воздуха, особенно в непроветриваемых помещениях.

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- 4. Необходимо принимать решительные меры к снижению генотоксического химического риска, в том числе курения, а также уменьшению стрессовых факторов.
- 5. В профилактике важное место занимает диспансерное наблюдение, направленное на раннее выявление онкологической патологии.

ПРОФИЛАКТИКА РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

- 6. Важное значение приобретает использование витаминов и аминокислотно-витаминных комплексов.

Защита населения при радиационных авариях

- Для профилактики поражений при внешнем радиационном облучении используются фармакологические средства, обладающие способностью ослаблять на 30-40% реакцию организма на воздействие излучения, радиопротекторы.

Защита населения при радиационных авариях

- Наиболее распространенный из них цистамин входит в состав индивидуальной аптечки АИ-2. Радиопротекторы как правило, стимулируют восстановительные реакции организма и действуют только при заблаговременном введении, до облучения. Повышают устойчивость организма к радиации адаптогены.

Защита населения при радиационных авариях

- Чтобы ослабить действие радиоактивных веществ, попавших на кожу, используют специальную пасту "Защита".
- Радиационные поражения кожи орошают аэрозолями типа оксикорт, ливиан.
- Наилучший эффект ожидается от применения аэрозоля "Лиоксанол".

Защита населения при радиационных авариях

- В начальный период радиоактивного воздействия необходимо принять стабильный йодистый калий, входящий в состав аптечки АИ-2. Однократный прием йодистого калия обеспечивает защитный эффект в течение 24 часов.
- Для предупреждения или ослабления воздействия на организм РВ необходимо максимально ограничить пребывание на открытой загрязненной территории.

Защита населения при радиационных авариях

- При выходе на улицу необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Это могут быть самые простые средства: *носовой платок, бумажные салфетки, ватно-марлевые повязки.*

Защита населения при радиационных авариях

- Для предотвращения всасывания стронция-90 при попадании его в ЖКТ эффективны адсорбенты: *полисурьмин, адсобар, вокацит, альгинаты натрия и фосфорнокислого кальция.* Для предотвращения всасывания изотопов цезия-137 наиболее эффективны адсорбенты: *ферроцин, вермикулит, берлинская лазурь.*

Защита населения при радиационных авариях

- После применения адсорбентов необходимо использовать средства для очищения ЖКТ (рвотные, промывание желудка, очистительные клизмы, солевые слабительные).
- Для ускорения выведения РВ из организма используют комплексоны. Среди них наиболее активным является *пентацин*. Способствуют выведению из организма используемые в питании *овоци, фрукты, ягоды*.

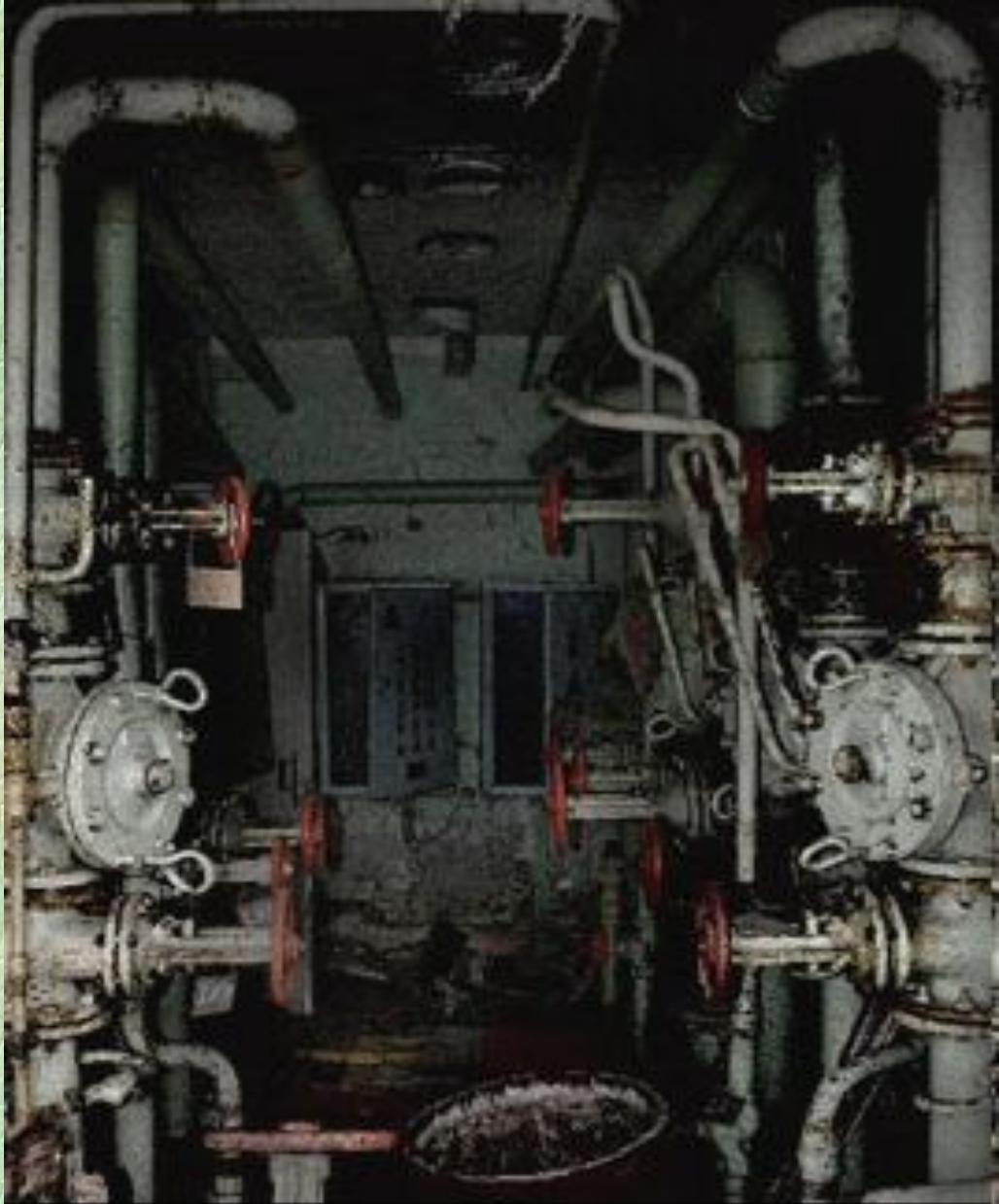


75-70

38-30







Проблемы выживания в атомном веке

- Радионуклиды являются, пожалуй, самым коварным загрязняющим фактором в мире. Их нельзя увидеть, почувствовать или услышать. Они не имеют вкуса и запаха. Они с пищей, водой и воздухом попадают в нашу кровь и кости, сохраняются в пепле костров и печей. И всегда готовы нанести удар, не признавая границ, не деля людей по цвету кожи и политическим убеждениям.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Стабильные и радиоактивные элементы в природе ведут себя одинаково.
- Из радионуклидов Чернобыльского выброса не все в равной степени биологически опасны для человека.
- Одни выпали поблизости от АЭС, другие быстро распались, третьи, к счастью, ведут себя инертно и не включаются в круговорот веществ - это изотопы инертных газов ксенона и криптона..

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- В настоящее время доза формируется долгоживущими цезием и стронцием, частично тритием, радиоуглеродом, калием-40, рутением-106 и церием-144, а на юге Гомельской области изотопами плутония и радоном.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Цезий в обменных процессах подобен калию. После его выпадения с дождями на землю он стал накапливаться в травах и злаках, куда он поступает из почвы.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Стронций по химическим свойствам к кальцию. Большая часть стронция-90 остается в верхнем 3-5 см слое почвы, но в песках он проникает до 30-45 см. Активно накапливают торф и глины. Стронций хорошо вымывается водой и проникает в водоемы.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Различают следующие основные пути поступления радионуклидов внутрь организма человека:
 - - с выдыхаемым воздухом поступает примерно 1% радиоактивности;
 - - с питьевой водой - 5%;
- - с продуктами растительного и животного происхождения (овощи, фрукты, хлеб, молоко, мясо, рыба) - 94%.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- В растения радионуклиды попадают во время атмосферных осадков, при фотосинтезе и из почвы.
- Из почвы потребляются лишь те изотопы, которые растворяются в воде. Лучше всего растворяются стронций-90, быстро всасываясь в растения.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Поскольку стронций химически подобен кальцию, можно разбавить концентрацию кальценированием. На сельскохозяйственных угодьях, загрязненных цезием, полезно внести в разумных пределах калия, химически сходного с цезием.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Накопление радиоизотопов в растениях зависит и от типа почвы: хуже всего радиоактивные элементы всасываются из *чернозема*, поэтому выращенные на них растения наиболее "чистые". Сильнее всего радионуклиды всасываются из *торфоболотных, песчаных и подзолистых почв*.

Проблемы выживания в атомном веке

- **Чернобыль и пищевая цепочка**
- *Есть так называемые растения-концентраторы, которые жадно захватывают радиоактивные вещества, всасывая их с большой площади.*
- *Это лишайники, мхи, грибы, бобовые, злаки. Из дикорастущих ягод больше всего концентрируют радиоактивность клюква, малина, черника.*

Проблемы выживания в атомном веке

- **Чернобыль и пищевая цепочка**
- Конечно, их "загрязненность" зависит от уровня радиоактивности почвы.
- В лесу он всегда выше, а выращенные на приусадебном участке ягоды обычно пригодны в пищу.
- Повышенное содержание стронция и цезия характерно для ароматической столовой зелени: *укропа, петрушки, шпината и др.*

Проблемы выживания в атомном веке

- **Чернобыль и пищевая цепочка**
- Правда, их вклад в суммарную радиоактивность, поступающую в организм по пищевым цепям, не очень заметен, т.к. удельный вес этих растений в рационе питания не велик.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- С травой и другими растениями радионуклиды попадают в организм животных, но накапливаются они неодинаково разными видами животных и различными их органами.
- Концентрация радиоактивных веществ в мясе сильно зависит от загрязненности пастбищ.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Так, мясо *северных оленей*, питающихся ягелем - концентратом радионуклидов, оказалось в десятки раз более "грязным", чем даже мясо коров, пасущихся на пастбищах с пятнами радиоактивности.
- Относительно мало стронция и цезия в *свинине*. Стронций накапливается в костях, откуда он практически не выводится.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- С молоком коров выводится около 1% йода, стронция и цезия, поступивших в суточном рационе. Это очень большая величина, тем более, что молоко относится к основным продуктам питания человека. Таким образом, мясомолочные продукты - основные поставщики радиоактивности в человеческий организм.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- Еще одна пищевая цепочка - *обитатели водоемов*. В озерах и реках также существуют организмы-концентраторы, жадно поглощающие радиоактивные вещества. *Это ракообразные, моллюски, некоторые водоросли и вообще придонные животные и прикрепленные ко дну растения*, поскольку радионуклиды в большей степени осели и накопились в иле.

Проблемы выживания в атомном веке

• Чернобыль и пищевая цепочка

- *Рыбы* заглатывают радионуклиды с пищей и через жабры, откуда они поступают в печень и другие органы. Очень много накапливается радиоизотопов в *икре*. Отсюда можно сделать вывод: икру и внутренние органы рыб из загрязненных водоемов употреблять не следует. Нельзя готовить из них и уху.

Радиационно-гигиеническое образование (РГО)

- РГО - это система мер, направленных на формирование гигиенических знаний по радиационной безопасности и связанных с ними навыков и умений, необходимых для практической жизнедеятельности, в том числе в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Принципы защиты от ИИ сводятся к следующему:

- 1. Следует исключить какую-либо возможность возникновения у населения лучевой болезни.
- 2. Риск возникновения у человека отдаленных эффектов действия радиации должен быть снижен настолько, насколько это практически достижимо.

Принципы защиты от ИИ

сводятся к следующему:

- *В ликвидации каждой аварии все защитные мероприятия укладываются в следующие этапы: ранний, промежуточный и восстановительный.*
- *В восстановительный период остаются такие меры защиты, как дезактивационные работы, совершенствование контроля загрязнения продуктов питания и воды, тщательный медицинский контроль за состоянием здоровья, а также плановое переселение населения.*



75-70

38-30