



Практическое занятие по теме:

Радиационные



поражения.

Лучевая болезнь.

**Кафедра Экстремальной медицины и БЖД
преподаватель Жусупбаев Н.А.
2023г**



План занятия:

1. Понятие «ионизирующие излучения»
2. Биологическое действие ионизирующих излучений на организм
3. Характеристика лучевых поражений. Острая лучевая болезнь, хроническая лучевая болезнь и др.

Ионизирующее излучение



- это излучение невидимых радиоактивных лучей, которые при взаимодействии с веществом (организмом) передают ему энергию, которая прямо или опосредованно вызывает ионизацию его атомов и молекул, что приводит к разрушению клеток, изменению состава крови, ожогам и другим тяжким последствиям.
- **Биологическое действие излучения - это совокупность морфологических и функциональных изменений в живом организме, возникающих под воздействием облучения.**

Ионизирующее излучение



Электромагнитное
(фотонное)

Корпускулярное

Гамма
излучение
 γ

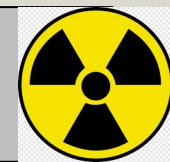
Рентге-
новское

Альфа-
излучение
 α

Бета-
излучение
 β

Поток
частичек
(нейтроны,
протоны)

Ионизирующее излучение



**альфа-
излучен
ия**



**бета-
излучен
ия**



**гамма-
лучи**



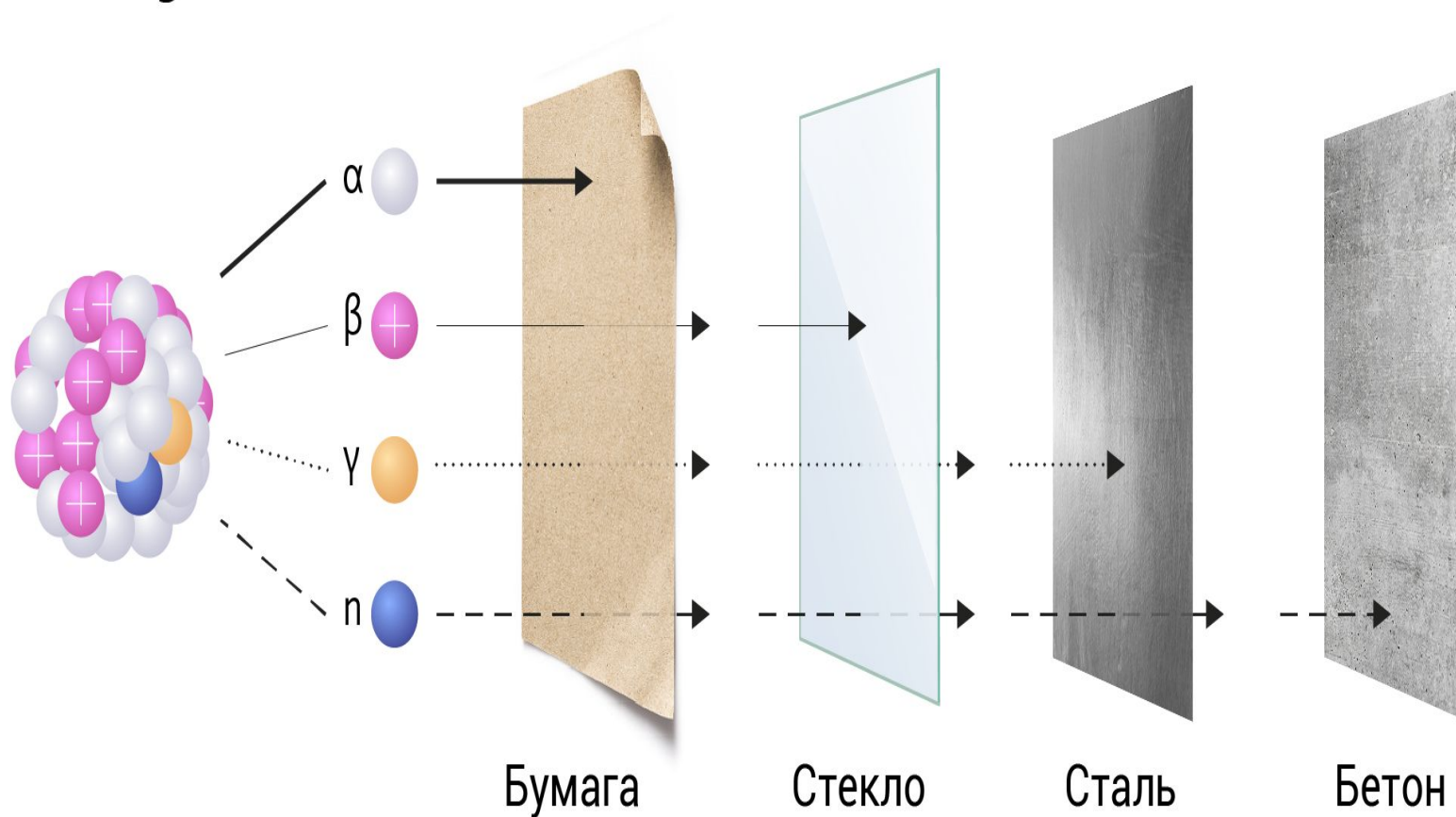
**нейтронн
ый поток**

Виды ионизирующих излучений





Виды ионизирующего излучения



α – АЛЬФА-ЧАСТИЦЫ

β – БЕТА-ЧАСТИЦЫ

γ – ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ

n – НЕЙТРОНЫ

Характеристика основных видов ионизирующих излучений и приемы защиты от них



Вид излучения	Природа излучения	Проникающая способность	Приемы защиты
Гамма излучение	Электромагнитное (рентгеновское)	Очень высокая	Каменные стены ослабляют дозу в 10 раз, деревянные – в 2 раза, подвал каменного дома – в 40-100 раз.
Альфа излучение	Поток ядер атомов гелия	Слабая (несколько микрон)	Это излучение задерживает обычный лист бумаги, поэтому одежда защищает от внешнего облучения. Опасность представляет попадание а-частиц внутрь.
Бета излучение	Поток электронов	Высокая, выше, чем у альфа излучения.	Одежда не может полностью защитить, нужно использовать любое укрытие.
Нейтронное излучение	Поток нейтральных частиц.	Очень высокая	Наиболее опасное излучение. Надежная защита - убежище, противорадиационное укрытие, глубокий подвал.

Дозы и единицы измерений ионизирующих излучений



Доза	Определение	Единицы измерения
Экспозиционная доза	Величина, используемая для характеристики степени ионизации воздуха под воздействием рентгеновского и гамма-излучения	Р (Кл/кг)
Поглощенная доза	Количество энергии радиоактивного излучения, поглощенной человеком	Гр
Эквивалентная доза	Величина, используемая для учета разных видов излучений	Зв (100 бэр=1 Зв)

Единица измерения ионизирующих излучений



Величина	Единица в СИ	Внесистемная Единица	Примечания
	Мощность в СИ	Внесистемная мощность	
Активность	1Бк	1 Ки	1Бк=1расп/сек
	—	-	
Доза излучения (поглощенная доза)	1Гр-грей 1Гр=1Дж/кг	1рад	$1Гр = 100 рад$ $1 рад = 10^{-2} \frac{Дж}{кг} = 10^{-2} Гр$
	Гр/сек	1 рад/сек. рад/час	
Эквивалентная доза	1Зв-зиверт	1 бэр	1Зв=1Гр 1Зв=100бэр=100Р 1бэр=10⁻²Зв
	Зв/сек	бэр/год	
Экспозиционная доза	кл=кулон	1Р-ренген	Р=2,58*10⁻⁴ Кл/кг Кл/кг=3,88*10³Р
	кг=килограмм А/кг	Р/сек, Р/час	

$$1Зв = \frac{1Гр}{Q} = \frac{1Дж}{Q} = \frac{100 рад}{Q}$$

$$1 Зв = 1 Гр \approx 100 рад \approx 100 бэр \approx 100 Р$$

Периоды полураспада некоторых радиоизотопов



название элемента	символ	время полураспада	тип распада
Кобальт	^{40}Co	5,2 года	β
Стронций	^{90}Sr	28 лет	β
Полоний	^{210}Po	138 суток	α
Полоний	^{212}Po	$3 \cdot 10^{-7}$ секунды	α
Радон	^{222}Rn	3,8 суток	α
Радий	^{226}Ra	1620 лет	α
Кальций	^{45}Ca	164 дня	—
Церий	^{142}Ce	$2 \div 5 \cdot 10^{15}$ лет	α
Неодим	^{144}Nd	$2 \div 5 \cdot 10^{15}$ лет	α
Гафний	^{178}Hf	$2 \div 5 \cdot 10^{15}$ лет	α
Америций	^{242}Am	$1,4 \cdot 10^{-2}$ секунды	—
Уран	^{235}U	$7,1 \cdot 10^8$ лет	—
Уран	^{238}U	$4,49 \cdot 10^9$ лет	α



На территории, зараженной радиоактивными веществами, люди и животные подвергаются ионизирующему облучению.

При этом может быть **три вида облучения:**

Внешнее гамма- и нейтронное облучение,
вызывает общую лучевую болезнь в зависимости от полученной дозы облучения

Поверхностное бета- и мягкое гамма-облучение,
вызывает лучевые поражения кожи той или иной степени тяжести («лучевые ожоги кожи»)

Внутреннее облучение
происходит вследствие попадания РВ внутрь организма с воздухом, водой, пищей, через раневые и ожоговые поверхности



Классификация радиационных поражений

- **по виду излучения** (гамма-, нейтронное, бета-, альфа- и т. д.);
- **по локализации источника** (внешнее, внутреннее);
- **по распределению дозы в объеме тела** (равномерное, неравномерное, местное);
- **по распределению дозы во времени** (однократное, пролонгированное, фракционное).

Классификация радиационных поражений



Острые:

1. ОЛБ от внешнего равномерного облучения.
2. ОЛБ от внешнего равномерного пролонгированного облучения (до 10 суток)
3. ОЛБ от внешнего неравномерного облучения
4. Острые местные радиационные поражения

Хронические:

1. ХЛБ от внешнего равномерного облучения
2. ХЛБ от преимущественно местного облучения



Воздействие радиации на ткани и органы человека, восприимчивость к ионизирующему излучению.



Рис. 1. Коэффициенты радиационного риска для разных органов человека при равномерном облучении (1,00 — организм в целом)

Признаки радиационного поражения человека в зависимости от дозы облучения



Доза облучения, бэр	Признаки поражения человека
> 50	Видимых признаков поражения нет
> 100	При многократном облучении (10—30 суток) внешних признаков нет. При однократном — у 10% возникает тошнота, рвота, слабость.
> 200	При многократном (в течение 3 месяцев) — внешних признаков нет. При однократном — признаки лучевой болезни I степени.
> 300	При многократном — первые признаки лучевой болезни. При однократном — лучевая болезнь II степени.
> 400-700	Лучевая болезнь III степени. Головная боль, температура, слабость, тошнота, рвота, понос, изменение состава крови. При отсутствии лечения — смерть.
> 700	В большинстве случаев смертельный исход.
> 1000	Молниеносная форма лучевой болезни, гибель в первые сутки.

Лучевая болезнь



Острая лучевая болезнь

— это общее заболевание всего организма, вызванное однократным тотальным облучением его дозами 1 Гр и более.

Хроническая лучевая болезнь

развивается в результате многократного или длительного внешнего облучения на зараженной территории или при попадании РВ в желудок и длительном внутреннем облучении.

I. Острая лучевая болезнь



Факторы возникновения

**внешнее
облучение**

**короткое
время
облучения**

**относительно
равномерное
облучение**

**гамма-
облучение**

**доза более
1 Гр**





Острая лучевая болезнь

характеризуется периодичностью течения и полисиндромностью клинических проявлений, среди которых ведущими, в зависимости от дозы облучения, являются:

- 1. Симптомы поражения кроветворной системы;***
- 2. Симптомы поражения нервной системы;***
- 3. Симптомы поражения органов желудочно-кишечного тракта;***

Диагностика и установление степени тяжести ОЛБ



Физическая дозиметрия

- **Индивидуальная дозиметрия** (индивидуальные дозиметры выдаются военнослужащим)
- **Групповая дозиметрия** – одним дозиметром, выданным группе людей, экипажу танка и т.д.

Поглощенная доза **1 рад \approx 0,6 Р** при одностороннем облучении и **0,9 Р** при многостороннем облучении на следе радиоактивного облака.



Диагностика и установление степени тяжести ОЛБ



Биологическая дозиметрия

- **Клинические признаки** первичной реакции (рвота и др.), выраженность клиники в период разгара
- **Лабораторные признаки**
количество лейкоцитов, лимфоцитов, тромбоцитов

Формы ОЛБ в зависимости от поглощенной дозы



- **Костно-мозговая** **1 – 10 Гр**
- **Кишечная** **10 – 20 Гр**
- **Токсемическая** **20 – 80 Гр**
- **Церебральная** **более 80 Гр**

Клинические формы и степени тяжести лучевой болезни в зависимости от дозы



Доза, Гр	Клиническая форма	Степень тяжести	Прогноз	Смертность %
1-2	<i>Костно-мозговая</i>	I (легкая)	Благоприятный	0
2-4		II (средняя)	Относительно благоприятный	5
4-6		III (тяжелая)	Сомнительный	50
6-10		IV (крайне тяжелая)	Неблагоприятный	95
10-20	<i>Кишечная</i>	IV (крайне тяжелая)	Абсолютно неблагоприятный	100
20-80	<i>Сосудисто-токсемическая</i>	-//-	-//-	100
Более 80	<i>Церебральная</i>	-//-	-//-	100

Костно-мозговая форма ОЛБ



Классифицируется

По тяжести:

- I- легкой степени (1-2 Гр)
- II-средней степени (2-4 Гр)
- III-тяжелой степени (4-6 Гр)
- IV-крайне тяжелой степени (свыше 10 Гр)

Периоды :

- 1) Первичной острой реакции
- 2) Мнимого клинического благополучия (скрытая фаза)
- 3) Разгара болезни
- 4) Восстановления

При облучении свыше 10 Гр. развивается лучевая болезнь, которую называют «молниеносной» острейшей формой.

Смерть наступает в ближайшие часы или дни после облучения.

Период первичных реакций

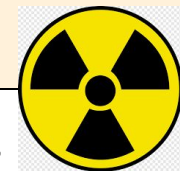


В периоде первичных реакции появляется

4 группы симптомов:

- 1. Общеклинические** - нарушение сознания, недомогание, головная боль, изменение двигательной активности, повышение t^0 тела;
- 2. Диспепсические** – тошнота, рвота, понос;
- 3. Гематологические** – лимфоцитопения (относительная и абсолютная), нейтрофильный лейкоцитоз;
- 4. Местные** – изменение кожи, слизистых и других тканей в местах наибольшего облучения;

Латентный период



- **Жалобы отсутствует!**, отмечается неустойчивость пульса и А/Д, умеренная общая астенизация;
- **Нарастает гематологический синдром** – нарастающая лимфопения, нейтропения до агранулоцитоза;
- **Кишечная диспепсия** – морфологические изменения эпителия ЖКТ;
- **Алопеция**

Продолжительность латентного периода:

1 ст. – до 30 суток;

2 ст. – 15 – 28 суток;

3 ст. – 8-15 суток;

4 ст. – может быть меньше 6-8 суток

Период разгара болезни



- Повышается температура тела,
- На коже и слизистых покровах появляются кровоизлияния,
- На слизистой оболочке рта и миндалинах — возможно появление язв;
- Выпадают волосы,
- Нарушается свертываемость крови,
- Ослабевают защитные силы организма, что способствует возникновению инфекционных заболеваний.
- От дозы облучения зависит также тяжесть радиационных ожогов кожи. Это может проявляться кожным зудом, покраснением, отечностью и болью в местах ожога, появлением одиночных, а затем сливающихся между собой пузырей, поверхностных и глубоких язв.

Период разгара болезни



Выражается в следующих клинических синдромах:

- Агранулоцитоз
- Геморрагический синдром
- Анемический синдром
- Диспептический синдром
- Кишечный синдром
- Поздний радиационный гепатит
- Синдром радиационный кахексии
- Синдром инфекционных осложнений
- Синдром сердечно-сосудистых осложнений
- Астено-вегетативный синдром и т.д.



Кишечная форма

При дозе облучения 10-20 Гр.

Превалируют *желудочно-кишечные расстройства, энтерит, обезвоживание, кровоточивость*; **Летальный исход** наступает в течение первых 8-16 суток.



Токсемическая (сосудистая)

при дозах облучения 20-80 Гр.

В клинической картине ведущее место занимают *мозговые симптомы, коллапс*, а в основе патогенеза лежит интоксикация организма продуктами тканевого распада.

Летальный исход наступает в течение первых 4-7 суток.



Церебральная форма

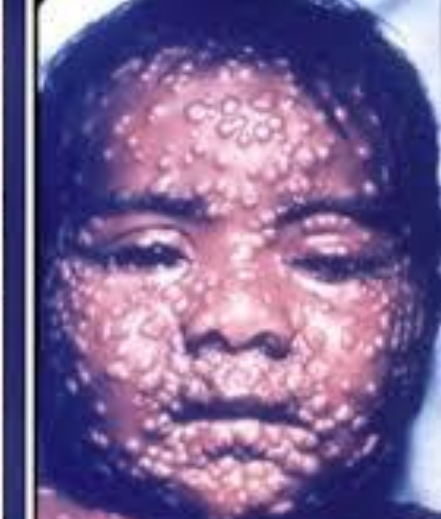
(поглощенная доза более 80 Гр) - прямое повреждение ЦНС. Проявляется глубокими нарушениями функций ЦНС в виде мозговых симптомов - *возбуждение, дезориентация, адинамия, изнурительная рвота, судороги, нарушение дыхания, коллапс.*

Гибель наступает в первые часы до 3 суток.



Дифференциация острой лучевой болезни по степени тяжести в зависимости от проявлений первичной реакции

Степень тяжести и доза, рад	Ведущий признак – рвота (время и кратность)	Косвенные признаки			
		общая слабость	головная боль и состояние сознания	Температура	гиперемия кожи и инъекция склер
Легкая	Нет или позже 3 ч и однократно	Легкая	Кратковременная головная боль, сознание ясное	Нормальная	Легкая инъекция склер
Средняя	Через 30 мин - 3 ч 2 раза и более	Умеренная	Головная боль, сознание ясное	Субфебрильная	Отчетливая гиперемия кожи и инъекция склер
Тяжелая	Через 30 мин - 3 ч 2 раза и более	Выраженная	Временами сильная головная боль, сознание ясное	Субфебрильная	Выраженная гиперемия кожи и инъекция склер
Крайне тяжелая	Через 10-30 мин многократно	Резчайшая	Упорная сильная головная боль, сознание может быть спутанным	Может быть 38-39° С	Резкая гиперемия кожи и инъекция склер



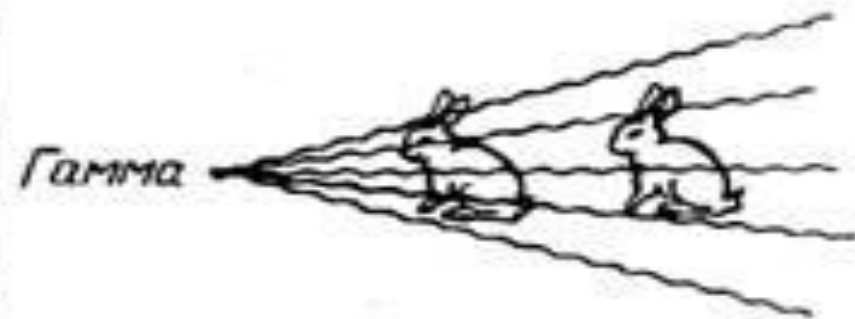
Вид лучевой язвы до и
после курса терапии МСК



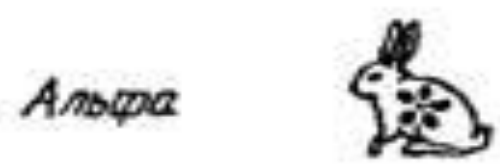
Внешнее облучение



Внутреннее облучение



Источник излучения снаружи



Источник излучения внутри

Три пути поступления радиоактивных веществ в организм:



- при вдыхание воздуха, загрязненного радиоактивными веществами;
- через зараженную пищу или воду;
- через кожу, а также при заражении открытых ран;



II. Хроническая лучевая болезнь



Условно выделяют **3 степени** хронической лучевой болезни:
легкая, средняя и тяжелая.

Признаки хронической лучевой болезни 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 сердечно-сосудистой системы и нестойкой умеренной лейкопенией;*

Хроническая лучевая болезнь



При II степени наблюдается усугубление нервно-регуляторных нарушений с появлением функциональной недостаточности пищеварительных желез, сердечно-сосудистой системы и нервной системы, нарушение некоторых обменных процессов, стойкая умеренная лейко- и тромбоцитопения;

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

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.

I группа – соматические заболевания

Отмечается возрастание случаев:

- ✓ *сердечно-сосудистых заболеваний (ИБС);*
- ✓ *желудочно-кишечных заболеваний;*
- ✓ *расстройства нервной системы;*
- ✓ *ускоренного развития атеросклероза;*
- ✓ *астеновегетативного синдрома;*
- ✓ *сокращения продолжительности жизни;*



II группа - опухоли

Радиационный канцерогенез:

- ✓ *возникновение лейкозов,*
- ✓ *злокачественных опухолей и*
- ✓ *катаракта хрусталика.*

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

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

Отдаленные последствия облучения



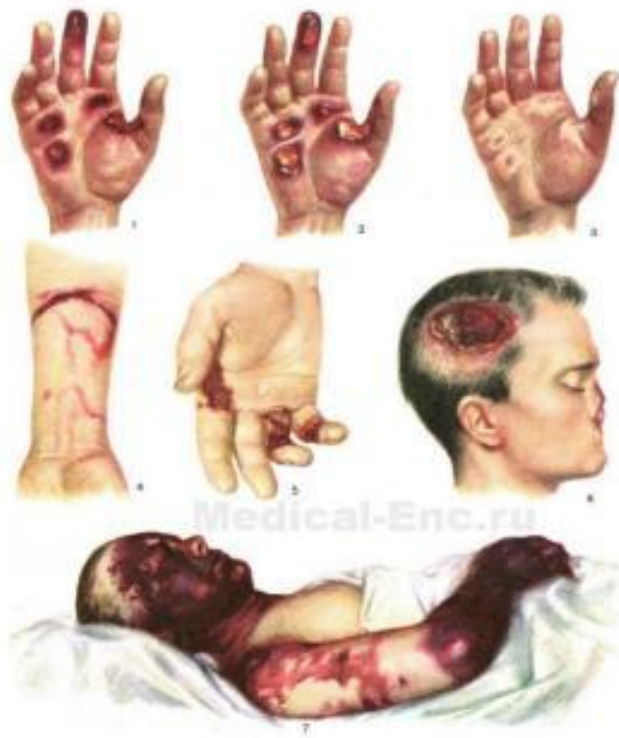
III группа – генетические последствия

- ✓ *генные мутации - по доминантному типу (синдром Марфана, нейрофиброматоз, талассемия и др);*
- ✓ *хромосомные aberrации - наследственные нарушения у потомков облученных людей: врожденные пороки – карликовость, волчья пасть и др.*

III. Местные радиационные поражения



Лучевые поражения кожи и слизистых оболочек являются одним из самых распространенных видов лучевой патологии при неравномерных и сочетанных вариантах облучения.



Местные радиационные поражения



5 Гр - временное выпадение волос, шелушение
кожи, пигментация.

Поражения кожи имеет 4 степени:

Поражение I
(легкой) степени
(при дозе **бета-**
облучения —
8—12 Гр)-
эритематозный
дерматит.

Поражение II
(средней)
степени (при
дозе **бета-**
облучения
12—20 Гр)-
буллезный
дерматит.

Поражение III
(тяжелой)
степени (при
дозе **бета-**
облучения 20—
25 Гр) -
язвенный
дерматит.

Поражение IV
(крайне тяжелой)
степени (при дозе
бета-облучения
25—50 Гр) -
лучевые ожоги
крайне тяжелой
степени.



Местные лучевые поражения кожи



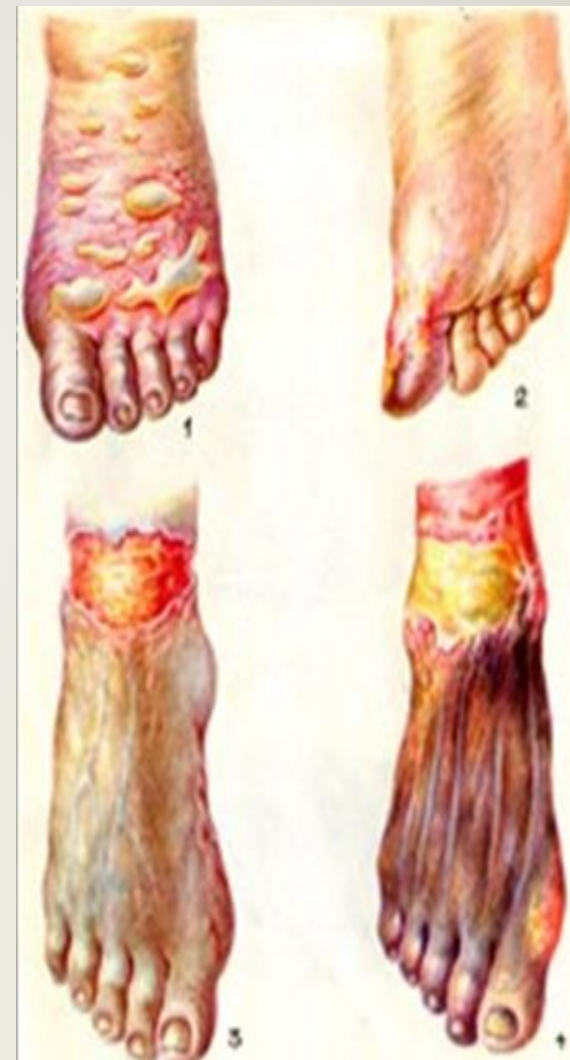
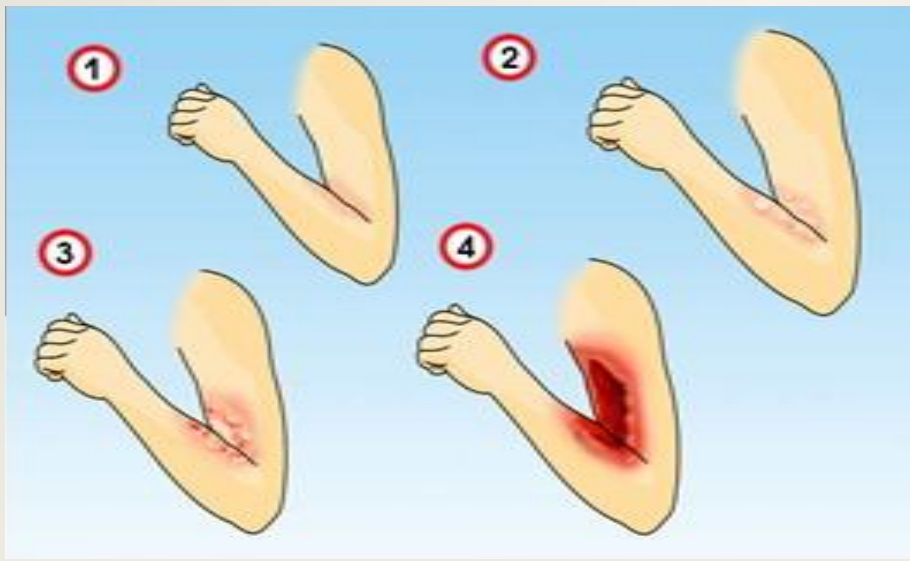
1. Острые лучевые поражения:
 - a. ранняя лучевая реакция;
 - b. лучевая алопеция;
 - c. острый лучевой дерматит;
 - d. острый буллезный дерматит;
 - e. острый некротический дерматит.

2. Хронические лучевые поражения:
 - a. хронический лучевой дерматит;
 - b. поздний лучевой дерматоз.

Периоды течения местных лучевых поражений КОЖИ



- ✓ Первичная эритема;
- ✓ Скрытый период;
- ✓ Период разгара;
- ✓ Период разрешения процесса;



МЕСТНЫЕ ЛУЧЕВЫЕ ПОРАЖЕНИЯ КОЖИ И ГРУДИ



Вид пораженной груди на 5-е сутки после облучения (> 100 Гр)

Лучевой некроз левой молочной железы – сухая гангрена (через 2 месяца)





Комбинированные радиационные поражения (КРП)

- это поражения с сочетанием механической и (или) термической травмы с лучевой болезнью.

(Радиационно-механические, радиационно-термические)

- Острая лучевая болезнь оказывает влияние на течение механических и термических травм, существенно ухудшая их исход.
- При комбинированных радиационных поражениях минимальная доза облучения, при которой выявляются симптомы лучевой болезни, **снижается с 1 до 0,5 Гр.**
- Максимальная доза облучения, при которой возможен благоприятный исход КРП, **снижается до 4,5 Гр.**



4 периода при КРП:

- 1. Начальный** -период первичных реакций на лучевые и нелучевые травмы;
- 2. Период преобладания клинических проявлений нелучевых** (механического и термического) компонентов;
- 3. Период преобладания лучевого компонента,**
- 4. Период восстановления.**

Комбинированные радиационные поражения



- ✓ Признаки первичной реакции на облучение (*тошнота, рвота...*) обычно замаскированы более выраженными проявлениями нелучевых воздействий;
- ✓ Развитие синдрома взаимного отягощения с более тяжелым общим состоянием пораженных, развиваются и прогрессируют лейкопения и лимфопения.



Зависимость клинических проявлений местных лучевых поражений кожи от уровней поглощенных доз кратковременного γ -облучения большой мощности дозы (по Барабановой А.В., Надежиной Н.М., 2001)

Фаза развития местной радиационной травмы («лучевого ожога»)	Степень тяжести и ориентировочная доза, Гр			
	I (легкая), 8–12	II (средняя), 12–30	III (тяжелая), 30–50	IV (крайне тяжелая), 50 и более
Первичная эритема	Продолжается несколько часов, может отсутствовать	От нескольких часов до 2–3 сут	Выражена у всех, длится от 2 до 4–6 сут	Выражена у всех, не ослабевает к разгару
Скрытый период	15–20 сут	10–15 сут	7–14 сут	Отсутствует
Период разгара	Вторичная эритема	Вторичная эритема, отек, пузыри	Вторичная эритема, отек, болевой синдром, пузыри, эрозии, первичные радиационные язвы, гнойная инфекция	Отек, болевой синдром, местные кровоизлияния, некроз
Разрешение процесса	Сухая десквамация к 25–30 сут	Влажная десквамация с появлением под отторгающимся слоем нового эпителия к концу 1–2-го месяца	Развитие и заживление язв замедленно, длится месяцами. Глубокие язвы не заживают без оперативного лечения (пересадка кожи)	Гангрена с общей интоксикацией и сепсисом на 3–6-й неделе. Спасти больного может лишь своевременная и радикальная операция
Последствия	Сухость кожи, пигментные нарушения	Возможны атрофия кожи, клетчатки, мышц, образование поздних радиационных язв	Рубцы и эпителий часто несовершенны, могут распадаться. Глубокие трофические, дегенеративные и склеротические изменения	Ампутационные дефекты, рецидивы язв, контрактуры