

Лучевая болезнь

Ионизирующее облучение

- Виды высокой энергии, общим свойством которой является поглощение и ионизация

Природа ионизирующего излучения

- Электромагнитные (рентгеновские излучения и гамма-лучи) – обладают большой проникающей и малой ионизирующей способностью
- Корпускулярные (заряженные частицы – ядра гелия – альфа лучи (наименьшая проникающая и наибольшая ионизирующая способность), электроны – бета-лучи, протоны, пи-мезоны, нейтроны)

Источники внешнего облучения

- работа с рентгеновской аппаратурой
- на ядерных реакторах и ускорителях заряженных частиц (бетатроны, циклотроны, синхрофазотрон, линейные ускорители)
- в лабораториях при работе с изотопами
- добыча и переработка радиоактивных руд
- облучение с лечебными целями
- применения ядерного оружия
- при аварийных выбросах технологических продуктов атомных предприятий в окружающую среду.

Источники внутреннего (инкорпорированного) облучения

Поступление радиоактивных веществ с:

- пищей,
- водой,
- через кожные покровы

Единицы измерения ионизирующего излучения

Активность	Беккерель (Бк) (СИ)	За 1 с происходит 1 акт распада	$1\text{Ки}=3,7 \times 10^{10}$ десятой степени Бк
Экспозиционная доза	Рентген (Р)	Соответствует полной ионизации 1см воздуха при 0С и 760 мм рт.ст.	
	Кл/кг	Мера ионизации воздуха R- или гамма лучами	
Поглощ. доза	Грей (Гр) (СИ)	Веществу 1 кг передается энергия 1 Дж	$1\text{Гр} = 1\text{Дж/кг}$
	рад	1 кг получает энергию 0,01 Дж	
Эквивалентная доза	Зиверт (Зв) (СИ)	Доза излучения, умноженная на коэффициент качества	$1\text{Зв}=\text{Дж/кг}$ $1\text{бэр}=0,01\text{Зв}$

Повреждающее действие:

- Плотность ионизации в тканях и проникающая способность (вид излучения)
- Величина поглощенной дозы (1Грэй = 1Дж/кг)
- Мощность дозы (доза в ед времени), фракционирование дозы во времени (однократность, дробность)
- Площадь облучаемой поверхности
- Индивидуальная реактивность,
- Функциональное состояние организма
- Вид поражаемой ткани

Виды лучевого поражения

- Местные лучевые реакции
(ожоги, катаракты)
- Генерализованный процесс - лучевая
болезнь

Первичное действие ионизирующего излучения

- Абсорбция энергии в биомолекулах (ДНК, азотистых основаниях, углеводно-фосфорных цепях)
- возбуждение (переход электронов на более высокий энергетический уровень)
- ионизация (отрыв электронов, образование пар ионов: протонов и электронов), эл.-магнитного излучения
- разрыв химических связей (ДНК, РНК, белков, гиалуроновой кислоты)

Непрямое действие ионизирующих излучений

- радиолиз воды (образование электронов и протонов) – ионизация
- перевод SH-групп белков в неактивные дисульфидные группы (S-S)
- активация процессов перекисного окисления липидов
- образование аномальных продуктов обмена (радиотоксинов):
 - липидных: альдегидов, кетонов, эпоксидов и др.
 - хиноновых (из тирозина, триптофана, катехоламинов, серотонина)

Действие радиации на клетки

- **изменения обмена веществ (нарушение синтеза белка)**
- **снижение иммунной защиты**
- **нарушение свертывания крови**
- **подавление регенерации ткани**
- **гибель клетки (некроз, апоптоз)**
- **канцерогенез (опухолевая трансформация)**

Причины гибели клеток

Изменение проницаемости мембран

Активация ферментов:

- ДНК-азы
- РНК-азы
- Катепсинов
- Фосфатазы
- Ферментов гидролиза мукополисахаридов

Радиочувствительность

- Лимфоидные органы
- Костный мозг
- Семенники
- Яичники
- Слизистая ЖКТ
- Эпителий кожи
- Эндотелий сосудов
- Печень
- Нервная

Компенсаторно-защитные механизмы при действии радиации на организм

- Снижение функции клетки**
- Антиоксидантная защита (АОЗ)**
- Репарация ДНК**
- Инактивация БАВ (биологически активных веществ)**
- Устранение кислородопосредованных эффектов**
- Инактивация повышенной активности ферментов**

Действие радиации на организм

- Местное: лучевые ожоги, некрозы, катаракты
- Общее (лучевая болезнь)
 - Это симптомокомплекс общих изменений, вызванный ионизирующим облучением

Формы острой лучевой болезни (ОЛБ)

- Типичная форма (костно-мозговая)
(1-10 Гр)
- Кишечная (10-20 Гр)
- Токсемическая (20-80 Гр)
- Церебральная (выше 80 Гр)

Фазы течения костно-мозговой формы ОЛБ

- первичной острой реакции
- мнимого клинического благополучия
- разгара болезни
- восстановления

Фаза первичной острой реакции

(рентгеновского похмелья, 1-3 дня)

- Возбуждение, головная боль, слабость
- Колебания АД, ритма сердца (>8-10 Гр – шокоподобное состояние)
- Диспепсические расстройства (тошнота, рвота, потеря аппетита)
- Кратковременный нейтрофильный лейкоцитоз, лимфопения

Фаза мнимого клинического благополучия

(10-15 дней – 4-5 недель) может отсутствовать

- Самочувствие удовлетворительное
- Лейкопения, лимфопения, снижение содержания ретикулоцитов и тромбоцитов
- Аплазия костного мозга
- Подавление сперматогенеза
- Изменения в тонком кишечнике и коже

Фаза разгара болезни

(несколько дней – 2-3 недели)

- Ухудшение самочувствия, озноб, слабость
- Жажда
- Выпадение волос
- Гингивиты, стоматиты, некротическая ангина
- Повышение температуры тела
- Кровоточивость и кровоизлияния в кожу, слизистые оболочки, ЖКТ, мозг, сердце, легкие
- Снижение массы тела
- Лейкопения, анемия, тромбоцитопения

Изменения со стороны крови при ОЛБ

- Лейкопения,
- Тромбоцитопения
- Анемия
- Увеличение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)
- Гипопротеинемия
- Гипоальбуминемия
- Повышение остаточного азота
- Снижение уровня хлоридов
- Угнетение иммунитета

Патогенез геморрагического синдрома при ОЛБ

- Тромбоцитопения
- Повреждение сосудов (деполимеризация гиалуроновой кислоты)
- Уменьшение синтеза плазменных прокоагулянтов в печени
- Активация фибринолитической системы

Фаза восстановления (3-6 мес.)

Нормализация:

- нарушенных функций**
- температуры тела**
- функции потовых и сальных желез, роста волос**
- показателей крови**
- обмена веществ**
- исчезновение геморрагических и диспепсических изменений**

Степени тяжести типичной (костно-мозговой формы) ОЛБ

I - легкая (1-2 Гр)

II – средней степени (2-4 Гр)

III – тяжелой степени (4-6 Гр)

IV – крайне тяжелой степени (> 6 Гр).

Кишечная форма (10-20 Гр)

- Смерть на 7-10 сутки после облучения от дегидратации, потери электролитов, белка
- Тошнота, рвота, кровавый понос, повышение температуры тела
- Паралитическая непроходимость кишечника, вздутие живота
- Геморрагии
- Лейкопения с полным отсутствием лимфоцитов
- Гибель кишечного эпителия, оголение, уплощение и деструкция ворсин

Токсемическая форма (20-80 Гр)

- **Смерть на 4-7е сутки**
- **Гемодинамические нарушения в кишечнике и печени, парез сосудов**
- **Тахикардия**
- **Кровоизлияния**
- **Тяжелая интоксикация**
- **Менингеальные симптомы (отек мозга)**
- **Олигурия**
- **Гиперазотемия**

Церебральная форма

- Облучение в дозе выше 80 Гр. Смерть через 1-3 дня
- В дозе 150-200 Гр – смерть под лучом
- Судорожно-паралитический синдром
- Нарушение крово- и лимфообращения
- Нарушение сосудистого тонуса и терморегуляции
- Функциональные нарушения ЖКТ, мочевыделительной системы
- Прогрессивное снижение кровяного давления
- Тяжелые необратимые нарушения ЦНС
- Нарушение регуляции ВНД, кровообращения, дыхания

Хроническая лучевая болезнь (ХЛБ)

Вследствие:

- местного или общего облучения поступления радиоактивных нуклидов внутрь организма 1-5 мГр/сут. (при суммарной дозе 0,7-1 Гр.)

Поражение радиорезистентных органов

Периоды ХЛБ

- **Начальный период** – развитие нестойкой лейкопении, астенизация, вегето-сосудистая неустойчивость
- **Развернутый период** - функциональные изменения в деятельности нервной и сердечно-сосудистой системы, недостаточность физиологической регенерации
- **Период восстановления** - сглаживание деструктивных и преобладание репаративных процессов в наиболее поражаемых тканях.

Степени тяжести ХЛБ

Степени тяж.	Симптомы	Эр. х 10¹²/л	Л. х10⁹/л	Тр. х 10⁹/л
I ст. (легкая)	Астенический с-м, гипотония	Норма	>3	>(150-180)
II ст. (средней)	Функц. из-я нервной, ЖКТ, с-с. с-м,	(2,5-3,5)	(1,5-2,5)	До 100
III ст. (тяжелая)	Инфекции, параличи, парезы, геморрагич. с-м	<2	<1	< 50

Отдаленные последствия радиации

Гипопластические состояния

- кроветворных органов
- ЖКТ
- дыхательных путей
- кожи

Склероз (печени, почек, сосудов)

Катаракта

Эндокринные заболевания

Опухоли, лейкозы

Наследственные болезни

Сокращение продолжительности жизни