

Лучевые поражения в результате внешнего общего (тотального) облучения

ЛЕКЦИЯ

по циклу «Токсикология и медицинская
защита от радиационных и химических
поражений»

Под **внешним облучением** понимают такое, при котором источник излучения располагается на расстоянии от облучаемого объекта. Результатом внешнего облучения человека являются общие и местные лучевые поражения.

Особенности течения лучевых поражений от внешнего облучения определяются:

- ★ Видом излучения;
- ★ Дозой;
- ★ Распределением поглощенной дозы в объеме тела и во времени.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛУЧЕВЫХ ПОРАЖЕНИЙ ОТ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

■ По виду воздействия:

- ✓ от гамма- или рентгеновского излучения;
- ✓ от нейтронного излучения.

Рентгеновы и гамма-лучи, а также нейтроны высоких энергий обладают высокой проникающей способностью и влияют на все ткани, лежащие на пути пучка.

Тяжесть лучевого поражения зависит **от дозы облучения**. Чем выше доза облучения, тем тяжелее лучевое поражение.

- При общем облучении в дозе более 1 Гр развивается острая лучевая болезнь.
- После облучения в дозах менее 1 Гр развивается лучевая реакция.

- По характеру распределения поглощенной дозы в объеме тела:
 - Общее (тотальное) облучение:
 - ★ неравномерное;
 - ★ равномерное.
 - Местное (локальное) облучение;
 - Сочетанное облучение.

Общее облучение.

Неравномерность распределения дозы создается из-за экранирования отдельных областей тела. В реальных условиях облучение всегда в той или иной степени неравномерно.

Если различия в дозах, поглощенных разными участками тела не превышают 10-15%, то такое облучение называют **равномерным**.

Локальное облучение.

При **локальном облучении** тканей, находящихся на пути пучка, возникают местные лучевые поражения (лучевая терапия злокачественных новообразований).

Сочетанное облучение.

Если местное повреждение тканей происходит на фоне общего облучения в дозах, приводящих к развитию ОЛБ, поражение называют **сочетанным**.

- Характеризуя временные условия, лучевые воздействия делятся на:
 - ★ Однократные;
 - ★ Фракционированные.
- По общей продолжительности набора ДОЗЫ:
 - ★ Кратковременное;
 - ★ Пролонгированное;
 - ★ Хроническое облучение.
- В зависимости от длительности облучения:
 - ★ Острые;
 - ★ Подострые;
 - ★ Хронические формы.

ОСТРАЯ ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ

- Острая лучевая болезнь (ОЛБ) – симптомокомплекс, развивающийся в результате общего однократного равномерного или относительно равномерного внешнего рентгеновского, γ - и (или) нейтронного облучения в дозе не менее 1 Гр.

Структуры, ткани и органы, повреждение которых при облучении организма вызывает существенное нарушение жизнедеятельности называются **критическими**.

В зависимости от дозы и преимущественного поражения той или иной критической системы выделяют следующие клинические формы ОЛБ:

Клиническая форма	Степень тяжести	Доза, Гр (\pm 30 %)
Костномозговая	1 (легкая)	1-2
Костномозговая	2 (средняя)	2-4
Костномозговая	3 (тяжелая)	4-6
Костномозговая (переходная)	4(крайне тяжелая)	6-10
Кишечная	-	10-20
Токсемическая (сосудистая)	-	20-50
Церебральная	-	Более 50

Костномозговая форма острой лучевой болезни

При общем облучении в дозе 1-6 Гр преимущественно поражается кроветворная ткань. Костномозговую форму иногда называют типичной, поскольку при ней проявляется присущий ОЛБ периодизм:

- 1) период общей первичной реакции на облучение;
- 2) скрытый период (период мнимого благополучия);
- 3) период разгара;
- 4) период восстановления.

I. Период общей первичной реакции на облучение

■ Патогенез:

- Свободные радикалы, которые образуются при взаимодействии продуктов радиолиза воды между собой и с кислородом, повреждают биомолекулы и вызывают образование перекисных соединений и радиотоксинов.
- В пролиферирующих тканях происходит задержка митозов, репродуктивная и интерфазная гибель клеток.

Продукты распада клеток вместе с радиотоксинами циркулируют в крови и вызывают:

- повышение проницаемости сосудистой стенки;
- нарушение регуляции сосудистого тонуса;
- гиперстимуляцию триггер-зоны рвотного центра.

■ Синдромы при первичной реакции на облучение:

- диспептический (тошнота, рвота, при нейтронном облучении – диарея);
- астено-вегетативный (головная боль, слабость, гиподинамия, артериальная гипотензия).

В периферической крови:

- снижение числа лимфоцитов (является дозозависимым)
- перераспределительный нейтрофильный лейкоцитоз (неспецифичен для лучевого воздействия и количественно не связан с дозой).

Выраженность и продолжительность общей первичной реакции на облучение тем больше, чем выше доза облучения.

Диагностика ОЛБ в период общей первичной реакции на облучение.

Проявление лучевого поражения			Уровень лимфоцитов в крови на 1-2 сут.	Клиническая форма ОЛБ	Доза, Гр
Первичная реакция на облучение					
Время начала	Продолжительность	Характеристика рвоты			
1-12ч	1-12ч	Однократная	1,0-2,0	Легкая	1-2
10мин-4ч	12ч-2сут	Двукратная	0,5-1,0	Средняя	2-4
5мин-1ч	2-3сут	Множественная	0,1-0,5	Тяжелая	4-6
5-10мин	3-4сут	«неукротимая»	Менее 0,1	Крайне тяжелая	Более 6

II. Скрытый период

К концу периода общей первичной реакции:

циркулирующие в крови токсичные соединения
выводятся



уровень патологической импульсации
в нервную систему снижается и происходит
восстановление её функций



исчезают клинические проявления
первичной реакции.

Облучение вызывает гибель лишь способных к делению клеток кроветворной системы. Сами же форменные элементы крови радиорезистентны. Поэтому, несмотря на облучение, созревающие клетки завершают программу дифференцировки за 5 суток.

Фаза «первичного опустошения»

На 5 сутки после облучения уровень большинства форменных элементов в крови начинает падать — наступает фаза «первичного опустошения».

Клинически эта фаза проявляется при снижении содержания клеток до критически низкого уровня. Это время и определяет продолжительность скрытого периода.

Определение дозы общего облучения организма по содержанию лейкоцитов в периферической крови на 7-9 сутки после облучения

Уровень лейкоцитов	Доза, Гр
3-4	1-2
2-3	2-4
1-2	4-6
Менее 1	Более 6

Продолжительность скрытого периода тем меньше, чем выше доза облучения:

- При лёгкой форме ОЛБ скрытый период может закончиться через 30 и более суток;
- При средней форме – через 15-30 суток;
- При тяжелой форме – через 5-20 суток;
- При крайне тяжёлой форме – скрытый период может отсутствовать.

III. Период разгара.

Наступает при падении числа клеток крови ниже критического уровня:

- ★ гранулоцитопения и тромбоцитопения приводят к развитию инфекционных осложнений и геморрагического синдрома.

Кроме этого наблюдается:

- ★ токсемия,
- ★ астения,
- ★ преобладание катаболизма над анаболизмом,
- ★ вегетативная дистония,
- ★ аутоиммунные поражения.

Но основу поражения составляет нарушение кроветворной функции.

IV. Период восстановления

Если в период разгара не наступает смерть



регенераторные процессы в кроветворной системе
приводят к увеличению числа зрелых клеток
крови



происходит ликвидация симптоматики периода
разгара.

В течение этого периода происходит полная
или частичная нормализация функций
критических систем организма.

Прогноз для жизни при ОЛБ:

- Легкой степени – благоприятный;
- Средней степени – благоприятный при проведении надлежащего лечения;
- Тяжелой степени – сомнительный, даже интенсивная комплексная терапия не всегда оказывается успешной.

Трудоспособность при ОЛБ:

- Легкая степень – сохраняется. В течение 2-го месяца болезни требуется ограничение тяжёлого физического труда;
- Средняя степень - к началу 3-го месяца болезни возможно возвращение к лёгкому труду, а через год – к обычной деятельности;
- Тяжёлая степень - работоспособность полностью не восстанавливается. Лёгкий труд возможен с 4-го месяца болезни.

Кишечная форма ОЛБ:

При общем облучении в дозе 10-20 Гр развивается кишечная форма ОЛБ, основу которой составляет кишечный синдром.

Он связан с повреждением и гибелью клеток эпителия тонкой кишки. Следствием этого повреждения является:

- прекращение резорбции из просвета тонкой кишки воды и электролитов



развивается дегидратация;

- нарушение барьерной функции кишечной стенки



токсичные вещества (токсины кишечной палочки) поступают в кровь и лимфу

В период разгара кишечной формы ОЛБ:

- ✓ ухудшается самочувствие,
- ✓ развивается диарея,
- ✓ повышается температура тела,
- ✓ развивается орофарингеального синдром,
- ✓ обезвоживание,
- ✓ интоксикация,
- ✓ эндогенная инфекция.

При условии лечения поражённые с кишечной формой ОЛБ могут прожить до двух и даже двух с половиной недель. Причинами смерти могут быть:

- Панцитопенический синдром;
- Присоединение вторичной инфекции;
- Кровоточивость.

Токсемическая форма ОЛБ:

Развивается после облучения в дозовом диапазоне 20-50 Гр.

Для этой формы характерны:

- ✓ парез и повышение проницаемости сосудов,
- ✓ проявления интоксикации



тяжёлые гемодинамические
расстройства.

Токсемия обуславливает нарушения мозгового кровообращения и отёк мозга, наступающего в течение 4-7 суток.

Церебральная форма ОЛБ:

Развивается после облучения головы или всего тела в дозах 50 Гр и выше.

В основе лежит дисфункция и гибель нервных клеток из-за их прямого радиационного поражения.

В течение нескольких минут после облучения могут развиваться:

- ★ коллаптоидное состояние,
- ★ резчайшая слабость,
- ★ атаксия,
- ★ судороги.

Данный симптомокомплекс получил название синдрома ранней преходящей недееспособности (РПН)

Затем нарастают признаки отёка мозга:

- ★ психомоторное возбуждение;
- ★ атаксия;
- ★ дезориентация;
- ★ гиперкинезы;
- ★ судороги;
- ★ расстройства дыхания;
- ★ расстройства сосудистого тонуса.

Смерть наступает в течение 48 часов после облучения, ей предшествует кома.

ОСОБЕННОСТИ ПОРАЖЕНИЙ НЕЙТРОНАМИ

В основе отличий, присущих ОЛБ при воздействии нейтронами, лежат:

- ★ меньшая репарируемость нейтронных поражений на клеточном уровне,
- ★ меньшая проникающая способность (в сравнении с рентгеновыми и γ -лучами).

К особенностям ОЛБ от воздействия нейтронов относятся:

- ★ большая выраженность первичной реакции на облучение и РПН-синдрома;
- ★ большая глубина лимфопении в период первичной реакции на облучение;
- ★ признаки более тяжёлого повреждения органов и тканей на стороне тела, обращённой к источнику излучения;
- ★ более выраженная кровоточивость как следствие прямого повреждения нейтронами стенки сосудов;
- ★ большая выраженность поражения кишечного эпителия;
- ★ сильнее выражен эффект поражения семенников;
- ★ сильнее выражен эффект потери массы тела;
- ★ более медленное выздоровление, сопровождающееся выраженными дистрофическими процессами.

ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОБЩЕГО (ТОТАЛЬНОГО) ОБЛУЧЕНИЯ

У больных, перенесших острую лучевую болезнь, в течение длительного времени, иногда всю жизнь, могут сохраняться остаточные явления и развиваться отдаленные последствия.

■ **Остаточные явления** возникают из-за неполного восстановления повреждений, лежащих в основе острого поражения (лейкопения, анемия, нарушения иммунитета и др.)

Чаще всего они проявляются:

★ гипоплазией и дистрофией тканей.

- **Отдаленные последствия** — это развитие новых патологических процессов, признаки которых в остром периоде отсутствовали (катаракта, склеротические изменения, дистрофии, новообразования).

Формы отдаленной лучевой патологии:

- I. неопухолевые отдаленные последствия;
- II. канцерогенные эффекты;
- III. сокращение продолжительности жизни.

I. Неопухоловые отдаленные последствия облучения

Являются нестохастическими. Их тяжесть зависит от степени дефицита числа клеток соответствующих тканей (гипопластические процессы).

Среди причин, определяющих развитие отдаленных последствий облучения выделяют:

повреждения мелких кровеносных сосудов и расстройства микроциркуляции



тканевая гипоксия и вторичное поражение паренхиматозных органов.

К отдаленным нестохастическим эффектам относят также и гиперпластические процессы, развивающиеся как компенсаторная реакция на снижение функций определенного типа клеток. Такие реакции характерны для эндокринных органов.

II. КАНЦЕРОГЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ ОБЛУЧЕНИЯ

Являются стохастическими эффектами.

Основной причиной злокачественной трансформации облученной клетки являются нелетальные повреждения генетического материала.

- Фактором, способствующим злокачественной трансформации клетки являются расстройства гормональной регуляции.
- Способствуют развитию опухоли и вызванные облучением нарушения иммунитета .

Латентный период между радиационным воздействием и возникновением новообразования составляет, в среднем, 5 - 10 лет, но в некоторых случаях может достигать 35 лет (рак молочной железы).

СПАСИБО

за внимание!