

ЛУЧЕВЫЕ РЕАКЦИИ И ПОВРЕЖДЕНИЯ

Контрольные вопросы:

1. Радиочувствительность и радиорезистентность клеток, органов, тканей, организмов.
2. Действие излучения на организм. Роль ЦНС в лучевом повреждении.
3. Острая лучевая болезнь человека.
4. Основные синдромы острой лучевой болезни.
5. Хроническая лучевая болезнь.
6. Генетическое действие радиации.
7. Бластомогенное действие радиации.
8. Действие излучения на плод и детский организм.

Лучевая терапия, проводимая по поводу злокачественного новообразования может приводить к повреждению окружающих тканей, что должно рассматриваться как осложнение. Частота и тяжесть проявлений зависят прежде всего от суммарной дозы ионизирующего излучения, продолжительности периода после лучевой терапии, фракционирования, характера ионизирующего излучения, а кроме того, теми тканями, которые подверглись облучению.

В радиобиологии различают лучевые реакции и повреждения.

Лучевыми реакциями принято называть такие изменения в тканях, которые в течении 2 –3 недель самостоятельно, без всякого лечения проходят. Например лучевая эритема кожи.

Лучевыми повреждениями называют органические и функциональные изменения органов и тканей, которые требуют специального лечения.

В зависимости от проявления лучевые реакции могут быть общими и местными. Общая лучевая реакция – это реакция всего организма на ионизирующее излучение, проявляющееся:

- ухудшение общего состояния (повышенной температурой, общая слабость, головокружение);
- нарушением функции желудочно-кишечного тракта (извращение аппетита, тошнота, рвота, диарея);
- нарушения сердечно-сосудистой системы (тахикардия, боли за грудиной);
- гемопэтические нарушения (лейкопения, нейтропения, лимфопения, эозинофилия).

Лучевые реакции возникают, как правило, при облучении значительных объёмов тканей и органов, и чем больший объём тканей подвергался облучению, чем больше доза, тем выраженность реакции больше.

Лучевое поражение как правило это местный процесс. Выраженность лучевого поражения зависит от радиочувствительности тканей,

попадающих в зону облучения. Как правило, это основной фактор, ограничивающий возможности лучевой терапии. Наиболее признанным в настоящее время является расчёт фактора время – доза – фракционирование (ВДФ, или TDF), которое выражается в отвлечённых цифрах. Поскольку мы пытаемся излечить больного толерантными дозами облучения, необходимо реально оценить риск лучевых осложнений. В противоположность излечению опухолей, здесь действует обратный закон: чем больший объём тканей подвергается облучению, тем меньшая доза способна вызвать осложнения. Различные ткани обладают различной толерантностью к облучению. Толерантная доза обычно приводится с 5% вероятностью значительного повреждения тканей. (таблица 1).

Таблица 1.

Толерантная доза, дающая 5% вероятность значительных повреждений здоровых тканей

Тип тканей	Объём	Уровни доз (Гр в течении X недель)	ВДФ(TDF)
Соединительная ткань	< 500 см ³	63/6	107
	> 500 см ³	60/6	100
Печень	Весь орган	30/3	50
	< 50% органа	40/4	66
Почка	Весь орган	20/2	33
	< 30% органа	60/6	100
Лёгкое	Весь орган	30/3	50
	< 100 см ³	60/6	100
Кожа	< 2 см (диаметр)	90/3	125
	< 10 см (диаметр)	55/3	92
	< 30 см (диаметр)	45/3	92
Спинной мозг	5 см (длина)	45/3	92
	< 10 см (длина)	50/5	82
	< 10 см (длина)	45/4,5	75
Кишечник	< 100 см ³	45/4,5	75
	Весь живот	30/3	50

Все ткани характеризуются радиочувствительностью, которая может быть высокой, средней или низкой.

- Костный мозг чрезвычайно чувствителен к облучению, и однократное облучение в дозе 4 Гр. может вызвать летальную

миелодепрессию у 50% больных. Нередко повреждение костного мозга является ведущим симптомокомплексом при острой лучевой болезни. Количество эритроцитов и гемоглобина снижается крайне редко, и только в тех случаях, если облучаются кости, содержащие красный костный мозг. Чаще это возникает к концу курса лучевой терапии.

Чаще появляются изменения со стороны лейкоцитов и тромбоцитов. Лейкопения является сама по себе лимитирующим фактором для лучевой терапии, и снижение лейкоцитов ниже 3000 в 1 мм³ является показанием для назначения лечебных мероприятий. Селезенка и костный мозг весьма чувствительны к облучению, после дистрофических изменений в ткани мозга и пульпе развиваются опустошение и фиброз.

- Яички и яичники высокочувствительны к облучению. Облучение в дозе 1Гр появляется олигоспермия, а при дозе 2 Гр. она становится стойкой. У женщин доза 10 – 12 Гр приводит к стойкой аменорее.

- Желудочно-кишечный тракт во всех отделах имеет умеренную радиочувствительность, особенно крипты тонкой кишки, что является ограничением при облучении опухолей абдоминальной локализации. Острые эффекты сопровождаются рвотой, тошнотой, диареей. Отдалённые эффекты сводятся к нарушению всасывания, язвам прямой кишки, кровотечениям, стриктурам или формированию свищей. Отмечен так называемый синдром «рентгеновского похмелья», когда сразу после облучения появляются нарушения двигательной функции желудочно-кишечного тракта. Тяжесть нарушений прямо зависит от поглощённой дозы. Чаще в клинической практике приходится иметь дело с лучевыми повреждениями прямой кишки, при облучении органов малого таза. Лёгкая форма повреждения – катаральный или эрозивно-десквамационный ректит может возникнуть уже к концу курса облучения. Характерны боли при дефекации, тенезмы частый стул с примесью крови. В более тяжёлом случае может возникнуть язвенный ректит с изъязвлением. Наиболее тяжёлыми осложнениями являются инфильтративно-язвенный ректит с образованием прямокишечно-пузырного или прямокишечно-влагалищного свища. Склероз параректальной клетчатки как правило приводит к лимфостазу нижних конечностей.

- Повреждения лимфатической системы встречаются довольно часто и весьма тяжело переносятся больными. Дегенеративные изменения в лимфатических узлах приводят к гибели лимфобластов и лимфоцитов, что в свою очередь ведёт к запустению и атрофии мозгового вещества. В течении нескольких месяцев паренхима замещается соединительной тканью. Процесс рубцевания распространяется на лимфатические пути, что ведёт к нарушению лимфообращения и накоплению лимфы в подкожной клетчатке. Клинически это проявляется отёком и лимфостазом. Это осложнение остаётся у больных, получавших лечение на многие годы, значительно ухудшая качество их жизни. Необходимо помнить, что

облучение лимфатических узлов возможно не только при проведении дистанционной гамма или рентгентерапии, но и при накоплении изотопов в лимфатических узлах.

- Повреждения сердечной мышцы и крупных сосудов довольно редки, если соблюдаются основные принципы облучения органов грудной клетки. Большинство пациентов при облучении органов грудной клетки отмечают неприятные ощущения, чувство «замирания сердца». Эти ощущения относят к психогенным, однако после облучения у пациентов статистически значимо увеличивается количество инфарктов миокарда.

- Кожа практически всегда подвергается облучению. Различают три разновидности лучевой реакции кожи: эритема - реакция I степени, сухой эпидермит – реакция II степени, мокнущий эпидермит – реакция III степени. Эритема возникает спустя 2 недели после облучения кожи в дозе 15-20 Гр. Проявляется покраснением кожных покровов, с постепенным затиханием и шелушением эпидермиса. На месте облучения возникает участок пигментации, который постепенно проходит. Довольно часто на месте облучения возникают эритемы, кожа атрофируется, появляются мелкие участки гиперкератоза. Сухой эпидермит возникает через 10-20 дней после облучения в суммарной дозе 25-40 Гр. Клиническая картина похожа на эритему, однако, окраска яркая, выражен отёк кожи. Характерно выраженное шелушение, кожа отваливается пластами, остаётся сухой пигментированной, лишенной волосяного покрова, в дальнейшем появляется множество телеангиоэктазий. Мокнущий эпидермит возникает при поглощённой дозе более 50 Гр и характеризуется покраснением кожи, образованием пузырьков, инфильтрацией, сопровождающейся отторжением эпидермиса. После вскрытия пузырьков остаётся мокнущая ярко-розовая поверхность. Эпителизация происходит медленно, особенно в зоне естественных кожных складок, возможно присоединение инфекции.

Лучевые повреждения кожи делятся на острые и хронические. Различают острый лучевой некроз, развивающийся в сроки 1-3 недели после облучения, и поздний лучевой некроз, развивающийся через много лет после лучевой терапии.

Острый лучевой ожог отличается бурным течением. В начале (в срок до 1 недели) возникает выраженный отёк и гиперемия, затем присоединяются боли и повышение температуры. Появляются крупные пузыри, заполненные жидкостью, после вскрытия пузырей обнаруживается глубокий некроз, с тканями, покрытыми желтым налётом. Часто язва становится хронической и не поддаётся лечению. Кожа вокруг язвы атрофична, с трещинами и телеангиоэктазиями.

Ранний лучевой ожог формируется без болей и отёка, после отторжения некротических тканей язва постепенно увеличивается в глубину и по периферии. Возможен исход в ранний лучевой ожог

влажного эпидермита. В таком случае эпителизация мокнущей поверхности останавливается, с формированием язвы.

Поздний лучевой ожог и некрозы могут возникать спустя длительное время после окончания облучения. Провоцирующим фактором часто становится механическое или химическое повреждение, инсоляция облучённого участка кожи. Образуется обширная язва, которая постепенно углубляется. Часто такие язвы образуются рядом с костной или хрящевой тканью, и кость или хрящ становится дном раны. Такое сочетание значительно отягощает лечение язвы.

Возможно поражение подкожной клетчатки без повреждения целостности кожи. В таком случае развивается так называемый индуративный отёк кожи. Он развивается через несколько месяцев после проведения лучевой терапии. Лучевые повреждения приводят к запустеванию лимфатических и кровеносных сосудов, их заращению (облитерация), вследствие чего страдает дренажная функция, и развивается отёк подкожной клетчатки. Облучённый участок кожи отёчен, при надавливании на кожу остаётся ямка. С течением времени в подкожной клетчатке развивается грубая волокнистая соединительная ткань, отёк из мягкого становится плотным, развивается синюшность, болезненность и гиперпигментация.

- Слизистые оболочки обладают умеренной толерантностью к действию ионизирующей радиации. Как правило, лучевая реакция заключается в резко выраженном покраснении, отёчности слизистой, образовании эрозий. Спонтанное заживление наступает через 1-3 недели.

- Нервная ткань, то есть спинной и головной мозг могут выдержать дозу около 50 Гр при обычном фракционировании. Наиболее чувствительны к облучению являются гипоталамус, ствол мозга, хиазма зрительных нервов, поясничный и шейный отделы спинного мозга. Возможно повреждение при облучении рака гортани, пищевода, лёгких. В клинической практике употребим термин «Лучевой миелит». Первые признаки повреждения появляются обычно спустя 6-18 недель после облучения. Лучевой миелит начинается с развития одно или двусторонней парестезии, нарушения чувствительности и повышения рефлексов. Как правило, клинические проявления развиваются ниже уровня зоны облучения на несколько сегментов, и только потом точно соответствует уровню поражения. Интенсивность клинических проявлений нарастает сопровождается развитием геми- и параплегии, синдромом Броун-Секари и нарушением функции сфинктеров. Учитывая вероятность таких тяжелых осложнений, при облучении клиницисты не пользуются дозой более 40 – 45 Гр на протяжении более 10 см. Кроме осложнений со стороны мозга возможна реакция со стороны мозговых оболочек – симптом Лермита: парестезии в конечностях при сгибании, что обусловлено арахноидитом. Как правило такие состояния проходят без последствий. В плане

диагностики необходимо помнить, что при нарастании клинической симптоматики сохраняется проходимость субарахноидального пространства и отсутствуют изменения со стороны спинномозговой жидкости.

- Глаз целиком не является радиочувствительным органом, однако, некоторые его структуры отличаются высокой чувствительностью. Облучение возможно при лучевой терапии рака верхней челюсти. Наиболее чувствительным является хрусталик. Катаракта развивается при дозе 2 Гр. Необходимо помнить, что это заболевание отнесено к разряду профессиональных у радиологов. Толерантность слёзных желез и ресниц составляет 23 – 28 Гр. Клиническими проявлениями лучевого поражения глаз является катаракта, сухость глаза и выпадение ресниц.

- Лёгкое, учитывая большой объём органа, довольно легко компенсирует лучевые повреждения. Однако при проведении лучевой терапии у больных с лейкозом, лимфогранулематозом, рака молочной железы, рака лёгкого, рака пищевода или новообразований плевры возможно развитие лучевого пневмонита. Пороговой дозой является 7-8 Гр за 1 фракцию или 20 Гр за 10 фракций. Выделяют острую и хронические формы лучевого повреждения лёгких. При острой форме клиническая картина развивается в течении первой недели после облучения, характеризуется бурным началом. Морфологически выявляется полнокровие облучённого участка лёгкого, усиленной секрецией железистого аппарата и появлением экссудата в альвеолах. Рентгенологически – картина бронхопневмонии, иногда в сочетании с дисковидными ателектазами. Клинические проявления – сухой кашель с незначительным количеством трудноотделяемой мокроты, одышка, субфебрильная температура, ночные поты, цианоз. Эти проявления исчезают через несколько дней, хотя рентгенологическая картина соответствует бронхопневмонии. Через 2-3 месяца эти изменения подвергаются обратному изменению, но на месте проведённого облучения развивается фиброз, который остаётся пожизненно. Возможен затяжной характер процесса, в таком случае принято называть вторично-хронической пневмонией.

Первично-хроническая лучевая пневмония гораздо чаще встречается в работе радиолога. Начало, как правило незаметное, и проявляется гораздо позже, спустя несколько лет после окончания лучевой терапии. Для этой формы характерен фиброз ткани лёгкого, то есть развитие соединительной ткани. Фиброз возникает в начале в облучённых участках лёгких, затем по ходу сосудов и бронхов распространяется на окружающую ткань. Склероз сопровождается сморщиванием долей лёгких, смещением диафрагмы, средостения, возникновением бронхэктазов, эмфиземы и ателектазов.

- Почки являются относительно устойчивыми органами к облучению. Толерантной дозой является облучение 23-25 Гр. за 3-5 недель. Острый радиационный нефрит сопровождается болями, протеинурией и гипертензией. Хронический лучевой нефрит (радиационная нефропатия) протекает бессимптомно, проявляется анемией, протеинурией и гипертензией. Почка орган парный, поэтому при облучении одной почки, вследствие компенсации, процесс может протекать без клинических проявлений.

- Мочевой пузырь довольно часто попадает в зону облучения при проведении лучевой терапии при раке прямой кишки, шейки матки, предстательной железы. Повреждения мочевого пузыря возникает при дозе 40-50 Гр. Непосредственно в период облучения или сразу после него развивается клиническая картина соответствующая острому циститу, возникают расстройства мочеиспускания, гематурией. Поздние повреждения мочевого пузыря также проявляются циститом, но возникают позже, через 2-3 года. При гистологическом исследовании выявляется атрофией мышечного и слизистого слоя, фиброзом, уменьшением размера мочевого пузыря. Присоединяющаяся инфекция, осложняет течение процесса, появляются явления восходящего пиелонефрита. Возможны склеротические изменения клетчатки органов малого таза, деформация устья мочеточника, присоединение гидронефроза.

- Печень является относительно низкотолерантным (высокочувствительным) органом к облучению. Повреждения печени возникают при поглощённой дозе 4 Гр при тотальном и 6 Гр при частичном облучении. Облучение печени возможно при проведении лучевой терапии на органах брюшной полости, а так же при лучевой терапии лимфом ниже диафрагмы. Гистологически это проявляется дистрофией гепатоцитов, дискомплексацией печёночных балок и очаговым некрозом паренхимы. Большинство патологических явлений обусловлено изменениями органов брюшной полости: желудка, тонкой кишки. Толерантность печени значительно снижается после химиотерапии.

- Костная и хрящевая ткань является относительно низкой радиочувствительностью. Чаще возникают при попадании костей и суставов в зону облучения опухолей прилежащих к костям или хрящевым образованиям. Выделяют ранние лучевые повреждения костно-хрящевой ткани, которые наступают через 2-3 месяца после окончания лечения, и поздние, которые развиваются спустя много лет после проведения лучевой терапии. Чаще всего наблюдаются остеонекрозы ребер и ключицы при проведении лучевой терапии рака молочной железы, и остеонекрозы ребер и ключицы при лучевой терапии рака шейки матки. Гистологически в кости развивается диффузный остеопороз, костный мозг и костное вещество заменяются соединительной тканью, вследствие чего кость теряет эластичность и прочность. Возможны патологические переломы.

Как крайний вариант лучевых повреждений появляются очаги асептического некроза кости, которые в дальнейшем подвергаются рассасыванию и обызвествлению. При присоединении инфекции развивается гнойный остеомиелит.

- Толерантная доза для хрящевой ткани зависит от площади поражения и превышает 20 Гр. Гистологически лучевые повреждения проявляются дистрофическими изменениями, преждевременным созреванием и старением. Эти явления более всего выражены в зоне обызвествления эпифизарного росткового хряща. Процесс обызвествления хрящевых клеток усиливается, с последующим превращением в костную ткань. Это приводит к задержке, и полному прекращению роста. Рентгенологически это проявляется отсутствием эпифизарного росткового хряща и заменой его костными элементами. Клинически проявляется артрозо-артритом.

- Лучевые повреждения хрящей гортани как правило развиваются по сценарию некроза, часто возникают при проведении лучевой терапии при раке гортани. Эти осложнения возможны как непосредственно сразу после проведения лучевой терапии, так и спустя много лет. Клинические проявления: осиплость голоса, отёк гортани утолщение её стенок.

«Лучевая болезнь» – сам термин появился в литературе, для того чтобы обозначить те проявления, с которыми столкнулись врачи после применения атомной бомбы в Хиросиме и Нагасаки. Различают острую и хронические формы лучевой болезни. Острая форма лучевой болезни возникает после однократного интенсивного облучения, а хроническая развивается при длительном облучении в малых дозах.

Острая форма лучевой болезни может наблюдаться при авариях на предприятиях атомной энергетики или, что крайне редко – у больных подвергаемых лучевой терапии. В острой лучевой болезни выделяют следующие периоды: первичную реакцию, латентный период, фазу разгара и выздоровление.

Первичная реакция на облучение характеризуется появлением тошноты, рвоты, потери аппетита, головной болью, общей слабостью, инъекцией склер, общим недомоганием, резким снижением работоспособности. Время возникновения первичной реакции, её продолжительность и выраженность зависят от поглощённой дозы.

Латентный период – это период относительного благополучия, наступает после первичной реакции. Продолжительность этого периода составляет от 2 до 10 дней. Продолжительность этого периода обратно пропорциональна поглощённой дозе.

Период разгара заболевания сопровождается специфическим для лучевой болезни нарушениями различных органов и систем. В зависимости от превалирования нарушения со стороны той или иной системы или органа выделяют следующие формы острой лучевой болезни:

- церебральная форма, с первичным поражением нервной системы;
- токсемическая форма, с вторичным поражением нервной системы;
- кишечная форма с преимущественным поражением органов желудочно-кишечного тракта
- типичная форма с преимущественным поражением кроветворных органов.

В зависимости от дозы облучения острая лучевая болезнь может иметь различную степень тяжести. Выделяют четыре степени тяжести:

- Лёгкая степень развивается при облучении 1-2 Гр. Латентный период продолжителен, более 7-10 дней. В период разгара на 3-4 неделе лейкопения доходит до $2 \times 1000 - 2,5 \times 1000$ а тромбоцитов до 50×1000 в мм^3 .
- Средняя степень острой лучевой болезни возникает при дозе 2-4 Гр. Первичная реакция значительно выражена. Латентный период не превышает одной недели. В период разгара лейкопения ниже 2×1000 , а тромбоцитов 30×1000 в мм^3 . Иммуниет снижен, вследствие чего возникают инфекционные осложнения со стороны лёгких, желудочно-кишечного тракта, почек.
- Тяжёлая степень возникает при дозе облучения 4-6 Гр, характеризуется выраженной первичной реакцией, укороченным латентным периодом. Лейкопения доходит до 1×1000 в мм^3 , тромбоциты ниже 30×1000 в мм^3 . На этом фоне развивается кровоточивость дёсен, носа, кровохарканье, возможны внутренние кровотечения. Тяжёлое септическое состояние может привести к гибели организма.
- Крайне тяжелая форма острой лучевой болезни возникает при дозе свыше 6 Гр. После выраженной первичной реакции практически отсутствует латентный период. Фаза разгара болезни наступает сразу за первичной реакцией. Характерна лейкопения ниже 1×1000 в мм^3 инфекционные осложнения со стороны лёгких, почек, слизистых оболочек. Практически всегда эта форма острой лучевой болезни заканчивается смертью.

Период выздоровления наступает даже при лёгкой форме не ранее 4-6 недель. Параллельно восстановлению общего состояния, восстанавливается картина периферической крови. Некоторые из функциональных проявлений со стороны почек, печени, лёгких, крови и красного костного мозга остаются довольно долго. Возможен переход острой болезни в хроническую, возможно присоединение инфекционного процесса, что значительно утяжеляет течение заболевания.

При современных методах проведения лучевой терапии острая лучевая болезнь развивается исключительно редко. Однако у 10-15% больных можно наблюдать картину лёгкой формы лучевой болезни, особенно, если зона облучения довольно большая, или облучается ствол

мозга. Это картина так называемого «рентгеновского похмелья». Признаки появляются на 7-10 день после начала лучевой терапии и становятся выраженными к 3-4 неделе. Характерно снижение общего тонуса, вялость, слабость, тошнота, метеоризм, головные боли, бессонница, боли в суставах. Возможно превалирование проявлений со стороны желудочно-кишечного тракта в виде нарушения моторики (то есть парез желудка, гипотония тонкой кишки, при спастическом состоянии толстой кишки). Со стороны органов дыхательной системы отмечается снижение пневматизации, иногда с образованием ателектазов. Ателектазы возникают как следствие нарушения тонуса бронхиального дерева. Функциональные нарушения бронхо-лёгочной системы имеют значения как важный фактор ведущий к серьёзным осложнениям: ателектазам, пневмонии, отёку лёгких.

Лечение: в зависимости от тяжести. Кроме симптоматического и общеукрепляющего лечения проводится специфическое лечение: миелотрансплантация или использование колонийстимулирующих факторов (нейпоген, лейкомакс). С целью обеспечения профилактики и лечения инфекционных осложнений – назначение антибиотиков широкого спектра действия. При острой лучевой болезни, возникшей вследствие внутреннего или сочетанного облучения картина гораздо тяжелее, однако, для выведения изотопов применяют комплексообразователи (тетрацинкальций, пентацин). Способствуют выведению изотопов ванны, сауна, промывание желудочно-кишечного тракта.

Хроническая лучевая болезнь возникает при длительном воздействии ионизирующего излучения на организм в небольших дозах. Различают первично-хроническую и вторично-хроническую лучевую болезнь.

Первично-хроническая лучевая болезнь возникает в связи с повторным облучением при небольших дозах, превышающих предельно допустимую дозу (0,001Гр в неделю) на протяжении длительного (месяцы) периода. Вторично-хроническая лучевая болезнь является следствием острой лучевой болезни, когда восстановительный период не заканчивается полным выздоровлением и болезнь принимает хронический характер.

Хроническая лучевая болезнь представляет заболевание всего организма с преимущественным поражением тех или иных органов и систем и характеризуется волнообразным течением. В клинической картине заболевания обычно превалируют явления со стороны нервной системы, системы крови и иммунитета, желудочно-кишечного тракта и т.д. причём со стороны нервной системы изменения есть всегда. Хроническая лучевая болезнь отличается от острой отсутствием первичной реакции и наличием большого промежутка времени между эпизодом облучения и появлением клинических признаков. Обычно клиническая картина болезни развивается на фоне дистрофических изменений различных органов. Выделяют три степени хронической лучевой болезни.

Хроническая лучевая болезнь I степени это наиболее лёгкая форма заболевания. В основе лежат функциональные нарушения органов и систем, которые при исключении контакта с облучением полностью исчезают и наступает выздоровление.

Начальный период характеризуется жалобами общего характера: снижение работоспособности, утомляемость, повышение сухожильных рефлексов, тремор рук, потливость, шелушение кожи, выпадение волос, ломкость и расслоение ногтей. Стойкая лейкопения ($3-3,5 \times 1000$ в мм^3) с лимфопенией, тромбоцитопения. На ЭКГ – дистрофические изменения сердца, замедление проводимости.

Со стороны желудочно-кишечного тракта нарушения моторного характера: гипотония, гипокинезия. Клинически это проявляется снижением аппетита, болями в подложечной области, запоры, ахилия, желтушность склер как следствие хронического гепатита. Со стороны нервной системы извращение функций анализаторов (обоняние, вкус, слух). Нарушения овариально-менструального цикла у женщин и снижение потенции у мужчин довольно часто.

Хроническая лучевая болезнь II степени возникает в результате продолжения контакта с ионизирующим излучением при наличии хронической лучевой болезни I степени. Характерны из общих симптомов слабость, утомляемость, прогрессирующее похудание. Неврологические расстройства проявляются в виде нарушения статики, ослабления брюшных рефлексов, асимметрия мышечно-сухожильных рефлексов. На ЭКГ – дистрофические изменения миокарда. Со стороны крови – лейкопения стойкая до $2-2,5 \times 1000$ в мм^3 , тромбоцитопения, геморрагический синдром в связи с нарушением проницаемости стенок капилляров. Функциональные нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта становятся более стойкими и выраженными, расстройства дыхательной системы носят характер бронхиальной астмы. Резкое ослабление половой функции. Происходит обострение хронических заболеваний, их течение становится неподконтрольным и упорно рецидивирующим. В этой стадии заболевания единственным способом спасения является немедленное прекращение контакта с ионизирующим излучением.

Хроническая лучевая болезнь III степени – это тяжёлая форма заболевания с необратимыми изменениями органов и тканей. Со стороны нервной системы возникают органические изменения в виде нарушения иннервации отдельных органов, очаговых поражений и рассеянного энцефаломиелита. Резко выражены дистрофические изменения миокарда, дилатация сердца, глухость тонов. Геморрагический синдром выражен резко, характерны множественные кровоизлияния в коже, слизистых оболочках.

На миелограмме – опустошение костного мозга. В крови гипохромная анемия, лейкопения ниже 1000 в мм^3 , количество тромбоцитов менее 20-30

х 1000 в мм³, дегенерация лейкоцитов. Глубокие нарушения со стороны органов пищеварения, почек, печени, эндокринной системы. Истощение достигает высокой степени. Часто присоединение инфекции, которая принимает характер сепсиса. Практически всегда эта форма хронической лучевой болезни заканчивается летальным исходом.

Некоторые авторы терминальный период заболевания выделяют в отдельную форму, называя её лучевой болезнью IV степени. Вряд ли это целесообразно.

Лучевая болезнь от внутреннего облучения несколько отличается от той клинической картины, которая присутствует при внешнем облучении. Во первых возможны местные реакции со стороны органа, куда попали изотопы например хронические дерматиты при β -облучении. Поступление стронция ^{90}Sr ведёт к накоплению его в костях, что приводит к развитию остеонекрозов или опухолей костной ткани.

Лечение хронической лучевой болезни I и II степени проводится по тем же схемам, что и при острой лучевой болезни, то есть предупреждение и борьба с инфекцией, симптоматическая терапия.

Поздние осложнения облучения.

Карциногенез. Существуют исторические данные о способности радиации обуславливать развитие злокачественных новообразований. В частности среди переживших атомную бомбардировку увеличивается риск развития лейкозов, шахтёры урановых шахт рискуют заболеть раком лёгких. Больные получавшие облучение по поводу стригущего лишая и рентгенологи имеют риск заболеть раком щитовидной железы.

Тератогенез. Облучение беременных женщин противопоказано. При облучении в первом триместре увеличивается число уродств и рассасывание плода. Облучение в более поздние сроки может привести к задержке роста или умственной недостаточности.

Мутагенез. Речь идёт об изменении генетического материала в соматических или зародышевых клетках. Для соматических клеток более реальным и опасным является риск развития злокачественной опухоли. Мутация в зародышевых клетках приводят к патологии плода, однако считается, что эти клетки нежизнеспособны. Статистически достоверные данные об увеличении аномалий у детей, родившихся от отцов подвергшимся облучению яичек практически отсутствуют.