

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ**

**ЗАПОРОЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра внутренних болезней №2

**РАДИАЦИОННЫЕ ПОРАЖЕНИЯ. КЛИНИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ.  
ПАТОГЕНЕЗ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ. КЛИНИЧЕСКАЯ  
КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ,  
ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ. ПОНЯТИЕ О ЛУЧЕВОЙ  
ТРАВМЕ, ОКАЗАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ НА  
ЭТАПАХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ**

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по  
внутренней медицине (военная терапия) для студентов 5 курса  
медицинского факультета

**Запорожье  
2015**

### **Учреждение-разработчик:**

Запорожский государственный медицинский университет МОЗ Украины

### **Авторы:**

Визир В. А. - зав.кафедрой, д.мед.н., профессор

Попленкин Е.И.. к.мед.н., ассистент

Технический редактор Писанко О. В. ст.лаборант

### **Рецензенты:**

– Заведующий кафедры медицины катастроф и военной медицины ЗГМУ, д.мед.н., профессор Перцов В.И.

– Заведующий кафедры пропедевтики внутренних болезней с уходом за больными ЗГМУ, д.мед.н, профессор Сиволап В. В.

### **Визир В. А.**

Радиационные поражения. Клиническая характеристика ионизирующих излучений. Патогенез лучевой болезни. Клиническая классификация радиационных поражений, острой лучевой болезни. Понятие о лучевой травме, оказание медицинской помощи на этапах медицинской эвакуации : учеб.-метод. пособие к практ. занятиям по внутренней медицине (военной терапии) для студентов V курса мед. фак. / В. А. Визир, Е. И. Попленкин. – Запорожье: [ЗГМУ], 2015. – 66 с.

Пособие утверждено на заседании ЦМР ЗГМУ 26.02. 2015р., протокол №4

## ***I. Актуальность темы***

*«Обнаруженная сила урана угрожает цивилизации и людям не больше чем, когда мы зажигаем спичку. Дальнейшее развитие человечества зависит не от уровня технических достижений, а от его моральных принципов». А. Эйнштейн*

Радиоактивность и сопутствующие ей ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни. Но человечество, как и весь живой мир в целом, ранее не испытывало воздействия высоких доз ионизирующих излучений: в процессе эволюции не сформировались ни специфические органы восприятия данного вида воздействия, ни приспособительные защитные механизмы. За последние десятилетия человек создал сотни искусственных радионуклидов и научился использовать энергию атома в самых разных целях: для лечения и создания атомного оружия, для производства энергии и изготовления светящихся циферблатов часов. Все это приводит к увеличению дозы облучения как отдельных людей, так и населения Земли в целом.

Со временем стал появляться страх перед радиацией. Считается, что при больших дозах радиация вызывает серьезные поражения тканей, а при малых может вызвать рак и индуцировать генетические дефекты. Существенно, что разнообразие самих вторичных эффектов весьма сильно затрудняет анализ степени вредности радиоактивности и установления относительно простых критериев определения биологически опасных уровней радиоактивного облучения. Поэтому сложилась ситуация, когда ряд аспектов проблемы, относимых не всегда обоснованно к несущественным, практически не выносятся на широкое обсуждение, в то время как некоторые из них, наоборот, возводятся в ранг «актуальнейших» (тоже не всегда обоснованно). Как следствие, тема радиационного загрязнения окружающей среды в настоящее время стала наиболее «озвучиваемой» в средствах массовой информации, причем не всегда правильно.

На территории нашей страны действуют пять атомных электростанций, которые имеют 15 действующих энергоблоков, и около 800 предприятий, работающих с разнообразными радиационными веществами. При аварии на атомной электростанции в случае разрушения одного реактора с выбросом только 10% радиоактивных продуктов может создаваться большая зона загрязнения с площадью 431200 км<sup>2</sup> и поражением около 22 млн. населения. Потенциальную опасность для Украины в случае аварии будут составлять атомные электростанции, расположенные на территории соседних стран – Болгарии, Словакии, Венгрии, Чехии, России. Кроме того, на территории Украины находится значительное количество людей, которые принимали участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и жили длительное время на радиоактивно загрязненных территориях. Знания последствий действия на человека ионизирующего излучения, мероприятий защиты от них, и лечения, пострадавших являются лучшим противоядием страха. Важно представлять ту грань, где радиация становится действительно опасной для жизни.

Актуальность проблемы связана не только с неблагоприятным влиянием радиоактивного излучения на организм профессионалов-работников, которые в процессе трудовой деятельности систематически подвергаются дополнительному облучению, но и с изучением последствий радиоактивного заражения местности. Ареал загрязнения радионуклидами достаточно велик в результате взрыва на Чернобыльской АЭС. Кроме того, имеют место случаи нарушения техники безопасности при работе с радиоактивными веществами, что приводит к возникновению патологических изменений у гражданского населения. В то же время научные данные, касающиеся влияния радиации, особенно малых доз, на организм, недостаточно знакомы врачам различных специальностей, а поток информации по этому вопросу на страницах популярных изданий часто далек от истины.

- ***II. Учебные цели занятия.***

*Ознакомиться ( $\alpha$ -I) с:*

- расширение и углубление у студентов общего и медицинского кругозора знаний, развитие умений клинически мыслить, продолжение формирования личности врача;

- подготовка медицинских специалистов к работе в условиях чрезвычайных ситуаций.

*Знать (α-II):*

- основные единицы и методы измерения ионизирующего излучения;
- характеристику радиационных факторов;
- механизм биологического действия ионизирующих излучений;
- классификацию лучевых поражений в результате внешнего облучения;
- клинические формы и характеристику лучевых поражений в результате внешнего облучения;

- предельно допустимые дозы облучения, не вызывающие патологии в организме;

*Уметь (α -III):*

- проводить диагностику лучевых поражений в результате внешнего (тотального) облучения;

- проводить диагностику радиационных поражений при воздействии нейтронов;

- лечить острые местные радиационные поражения;

- лечить комбинированные радиационные поражения.

Иметь представление о содержании мероприятий, проводимых по защите населения, больных, персонала и имущества медицинских учреждений при внешнем лучевом облучении.

*Владеть:*

- навыками организационно-управленческой работы;

- навыками работы с приборами и аппаратами необходимыми для проведения радиационной разведки, оценки обстановки;

- компьютерной техникой и работать с информационными базами;

- способами логического анализа обстановки;

- навыками планирования деятельности по защите людей и имущества в условиях возникновения очагов радиационного заражения.

### ***Схема интегративных связей.***

Для изучения темы необходимы базовые знания по анатомии, физиологии, патофизиологии, патологической анатомии, касающихся строения, функционирования органов и систем в норме и патологии. Требуются знания по ответным реакциям на повреждающее действие со стороны органов и систем и, прежде всего, механизмов и проявлений воспаления. Изучение лечения требует достаточно обширных знаний по многим разделам фармакологии.

### **Методические указания студентам по выполнению программы самоподготовки:**

- ознакомьтесь с целями практического занятия и самоподготовки;
- восстановите приобретенные на предыдущих курсах и ранее изученным темам знания;
- усвойте основные понятия и положения, касающиеся темы занятия;
- обратите внимание на правильность постановки диагноза при лучевой травме;
- проанализируйте проделанную работу, выполните контрольные задания.

### ***III. Цели развития личности (воспитательные цели):***

Деонтологические аспекты при работе врача с больным острой лучевой болезнью. Психологические проблемы у больных острой лучевой болезнью и роль врача в их психотерапевтической коррекции. Правовые аспекты и вопросы профессиональной ответственности врача в определении тактики лечения, а также оценке временной или стойкой утрате трудоспособности пациента.

### ***IV. Содержание темы занятия.***

Слово радиация происходит от латинского *radiatio* – сияние, блеск, и формально обозначает любое излучение. Однако исторически сложилось так,

что этот термин относят к более конкретному виду излучений – ионизирующему.

*Ионизирующее излучение* — это излучение радиоактивных лучей, которые при взаимодействии с веществом передают ему энергию, вызывающую ионизацию атомов или молекул. Отрыв электрона от атома или молекулы называется *ионизацией*. Это ведет к повреждению их структуры и образованию свободных радикалов, играющих роль оксидантов и имеющих повышенную реакционную способность.

Все излучения разделяются на два класса:

- корпускулярные
  - альфа-излучение ( $\alpha$ )
  - бета-излучение электроны ( $\beta^-$ )
  - позитроны ( $\beta^+$ )
  - протоны ( $P^+$ )
  - нейтроны ( $n^0$ ) и другие (свыше 200 разновидностей)
- электромагнитные (фотонные)
  - квантовое гамма ( $\gamma$ )
  - рентгеновское излучение

Каждый вид излучения имеет такие свойства:

- 1) энергия;
- 2) проникающая способность в воздухе и веществе;
- 3) тепловая (способность превращаться в тепло);
- 4) ионизирующая (способность образовывать определенное количество пар ионов при взаимодействии с атомами среды);
- 5) биологическая (способность вызывать изменения структурно-метаболические и функциональные биологических субстратов: от молекулярного уровня до организма);
- 6) фотохимическая (способность активировать молекулы бромида серебра или других химических соединений);
- 7) люминесцентная (способность светиться).

$\alpha$  (альфа) - излучение – это поток положительно заряженных частиц.  $\alpha$  – частицы – это ядра гелия, которые состоят из двух протонов и двух нейтронов ( ${}^2\text{He}4$ ), имеют массу 4 аем (атомные единицы массы) и позитивный заряд +2. Энергия излучения измеряется электронвольтами (эВ). Электронвольт равняется энергии, которую получает электрон при прохождении разности потенциалов 1 вольт. Образовывающими единицами является килоэлектронвольт (кэВ), который равняется  $10^3$  эВ, и мегаэлектронвольт (МэВ), который равняется  $10^6$  эВ. Фотоны солнечных лучей имеют среднюю энергию 8 эВ. Энергия  $\alpha$ -частиц равняется 4-10 МэВ. Они владеют сильной ионизирующей способностью, дают высокую плотность ионизации (за 1 мм пробега возникает 10-20 тыс. и более пар ионов). Пробег в воздухе достигает до 10 см, в ткани проникают на глубину до 50 мКм, могут задерживаться тонким листом бумаги, но по биологической эффективности превышают  $\beta$  и  $\gamma$  - излучение. Опасно действие на живой организм при ингаляционном поступлении или инкорпорации (попадании внутрь организма) радионуклидов.

$\beta$  (бета) - частицы – это электроны, которые имеют негативный заряд  $-1$  и очень малую массу, которая в 1840 раз меньше массы протона. Эти частицы выходят из нейтронов атомного ядра, при этом нейтрон превращается в протон и атомный номер элемента увеличивается на одну единицу.  $\beta$ -излучение – это поток негативно или положительно заряженных электронов. Различают мягкие  $\beta$ -излучения с энергией до 1 МэВ и жесткие – с энергией до 2-5 Мэв. Скорость движения бета-частиц 200-300 000 км/сек. Длина пробега достигает 15 - 20 м. Материалы (стекло, железо, бетон толщиной в несколько миллиметров) полностью поглощают их. В живые ткани проникают на глубину до 1 см. Одежда почти на половину уменьшает проникновение бета-частиц. Ионизирующая способность в сотни раз меньше чем у альфа-частиц.

$\gamma$  (гамма) и рентгеновские излучения – это излучение электромагнитной природы. Они представляют собой электромагнитные колебание или поток гамма-квантов, которые не имеют массы покоя. Лучи могут распространяться на расстояние до 1,5 км, слабо поглощаются защитными материалами,



владеют большой проникающей способностью, в живых тканях проникают на десятки сантиметров, образуя разнообразные инородные соединения, которые негативно влияют на жизнедеятельность организма.

Поток *нейтронов* ( $n$ ) является потоком электрически нейтральных частиц с массой 1,009 ае.м., действует на протяжении доли секунды, имеет чрезвычайно высокую проникающую способность и плотность. Распространяется на сотни метров в воздухе, в тканях – на десятки сантиметров. Поскольку нейтроны являются электрически нейтральными частицами, то они легко проникают в атомы и взаимодействуют с ядром. Образуются радиоактивные изотопы, и возникает, так называемая, приведенная радиоактивность. Стабильные ядра превращаются в радиоактивные изотопы, выпуская  $\beta$ -частицы и  $\gamma$ -кванты.

Следовательно, все виды радиоактивных излучений имеют ряд общих признаков, где основные из них – проникающая и ионизирующая способность.

Общим свойством ядерных излучений является способность вызывать возбуждение и ионизацию атомов и молекул среды, сквозь которую они проходят (воздух, вода, биологические ткани). При этом часть энергии излучений поглощается данными средами. На этом свойстве и основано измерение доз излучений.

*Доза* - это энергия, переданная ионизирующим излучением элементарному объему или массе облучаемого вещества. Единицей кинетической энергии в международной системе единиц является джоуль (Дж). В системе СДС энергия измеряется в эргах или электронвольтах (эВ).

*Дозиметрией* называется измерение дозы или мощности радиационного излучения (т.е. дозы в единицу времени). В настоящее время различают следующие дозы радиационного облучения.

*Поглощенная доза* – это количество энергии ионизирующего излучения, поглощенное облучаемым телом (тканями организма), в перерасчете на единицу массы. Единицей СИ поглощенной дозы является джоуль на килограмм (Дж/кг) со специальным наименованием *грэй* ( $Гр$ ,  $Gy$ ):  $1 Гр = 1 Дж/кг$ .

В качестве внесистемной (традиционной) единицы используется *рад*, *равный 0,01 Гр*. Для мягких тканей человека в поле рентгеновского или гамма-излучения поглощенная доза в 1 рад примерно соответствует экспозиционной в 1 Р (точнее,  $1 \text{ Р} = 0,93 \text{ рад}$ ). Но эта величина не учитывает того, что при одинаковой поглощенной дозе  $\alpha$ -излучение гораздо опаснее  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучений.

При неравномерном облучении употребляется термин “интегральная *поглощенная доза*” – средняя энергия ионизирующего излучения, поглощенная определенной массой ткани облучаемого органа, части тела – 1 Гр/кг.

Если принять во внимание этот факт, то дозу следует умножить на коэффициент, отражающий способность излучения данного вида повреждать ткани организма:  $\alpha$ -излучение считается в двадцать раз опаснее других видов излучений. Пересчитанную таким образом дозу называют *эквивалентной дозой*. Ее измеряют в системе СИ в *зивертах* (*Зв*, *Sv*) – *один зиверт соответствует поглощенной дозе в 1 Дж/кг* (для рентгеновского,  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучений). Внесистемная единица – *бэр*, он равен *0,01 Зв*. Эквивалентная доза является мерой оценки ущерба здоровью человека при действии ионизирующих излучений.

*Эффективная эквивалентная доза* – это эквивалентная доза, умноженная на коэффициент, учитывающий различную чувствительность разных тканей к облучению. Существуют коэффициенты радиационного риска для разных тканей (органов) человека при равномерном облучении всего тела: 0,12 – красный костный мозг и легкие; 0,03 – костная ткань и щитовидная железа; 0,15 – молочная железа; 0,25 – половые железы; 0,30 – другие ткани. Эффективная эквивалентная доза отражает суммарный эффект облучения для организма и также измеряется в *зивертах*.

Эти понятия описывают только индивидуально получаемые дозы. Просуммировав индивидуальные эффективные эквивалентные дозы, полученные группой людей, мы придем к *коллективной эффективной дозе*, которая измеряется в *человеко-зивертах* (чел.-Зв).

Для характеристики энергии ионизирующего излучения используют так называемую экспозиционную дозу. *Экспозиционная доза* – это общий электрический заряд ионов одного знака, образованных в воздухе за время облучения (величина ионизации, создаваемой рентген- или гамма-излучениями). Единицей экспозиционной дозы в системе СИ является *кулон на килограмм* ( $\text{Кл/кг}$ ,  $\text{C/kg}$ ), внесистемной – *рентген* ( $\text{Р}$ ,  $\text{R}$ ),  $1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{Кл/кг}$ ,  $1 \text{Кл/кг} = 3,786 \cdot 10^3 \text{Р}$

Часто пользуются понятием *мощность экспозиционной дозы*. Это величина выражается в  $\text{мР/ч}$  или  $\text{мкР/ч}$ .

Внесистемные единицы соотносятся с единицами СИ следующим образом:

- *кюри* ( $\text{Ки}$ ,  $\text{Ci}$ ) – единица активности изотопа,  $1 \text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{Бк}$ ;
- *рад* ( $\text{рад}$ ,  $\text{rad}$ ) – единица поглощенной дозы излучения,  $1 \text{рад} = 0,01 \text{Гр}$ ;
- *бэр* ( $\text{бэр}$ ,  $\text{rem}$ ) – единица эквивалентной дозы,  $1 \text{бэр} = 0,01 \text{Зв}$

*Радиочувствительность* – это чувствительность биологических объектов к действию ионизирующих излучений. Различные виды живых организмов существенно различаются по своей радиочувствительности. Выявлена общая закономерность: чем сложнее организм, тем он более чувствителен к действию радиации. По степени возрастания чувствительности к ионизирующим излучениям живые организмы располагаются в следующем порядке: вирусы → амеба → черви → кролик → крыса → мышь → обезьяна → собака → человек.

Степень радиочувствительности варьирует не только в пределах вида. В пределах одного организма клетки и ткани также различаются своей радиочувствительностью. Поэтому для правильной оценки последствий облучения организма человека необходимо оценить радиочувствительность на различных уровнях.

На *клеточном* уровне радиочувствительность зависит от ряда факторов: организации генома, состояния системы репарации ДНК, содержания в клетке антиоксидантов, интенсивности окислительно-восстановительных процессов.


На *тканевом* уровне выполняется правило Бергонье–Трибондо: *радиочувствительность ткани прямо пропорциональна пролиферативной активности и обратно пропорциональна степени дифференцировки составляющих ее клеток*. Следовательно, наиболее радиочувствительными в организме будут интенсивно делящиеся, быстро растущие и мало специализированные ткани, например, кроветворные клетки костного мозга, эпителий тонкого кишечника и кожи. Наименее радиочувствительными будут специализированные слабо обновляющиеся ткани, например, мышечная, костная, нервная. Исключением являются лимфоциты, отличающиеся высокой радиочувствительностью. В то же время ткани, резистентные к непосредственному действию ионизирующих излучений, оказываются весьма уязвимыми в отношении отдаленных последствий.

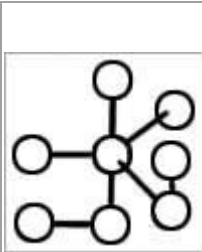
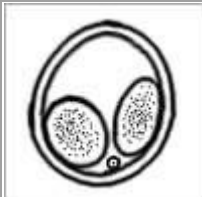
Особенности действия ионизирующего излучения такие:

- человек не имеет никаких ощущений в момент непосредственного влияния ионизирующих излучений
- биологический эффект прямо пропорционально зависит от мощности дозы
- мгновенность поглощения энергии ионизирующих излучений атомами и молекулами, которая значительно превышает скорость химического взаимодействия между ними
- отсутствие выборочного влияния на те или другие морфологические элементы (излучение может взаимодействовать с какими-либо атомами и молекулами организма)
- одномоментность действия на разные структуры организма (клетки, ткани, органы), которая обусловлена его проникающей способностью
- наличие радиобиологического парадокса – несоответствия между крайне малой величиной поглощенной энергии ионизирующего излучения и чрезвычайно выраженной (вплоть до летального эффекта) реакцией организма на него

- разные виды ионизирующих излучений вызывают процесс ионизации, но биологический эффект их зависит от плотности ионизации (при малой плотности возникают быстро угасающие реакции, а при большой - возникает реакция с самоускорением и приводит к выраженным биологическим изменениям; наибольшая плотность ионизации свойственна альфа-частицам и нейтронам)

На уровне органов радиочувствительность зависит не только от радиочувствительности тканей, составляющих данный орган, но и от его функций. Большинство тканей взрослого человека относительно мало чувствительны к действию радиации. Почки выдерживают суммарную дозу около 23 Гр, полученную в течение пяти недель, без особого для себя вреда, печень – по меньшей мере 40 Гр за месяц, мочевой пузырь – по меньшей мере 55 Гр за четыре недели, а зрелая хрящевая ткань – до 70 Гр.

	<p>Заряженные частицы. Проникающие в ткани организма альфа- и бета-частицы теряют энергию вследствие электрических взаимодействий с электронами тех атомов, близ которых они проходят (Гамма-излучение и рентгеновские лучи передают свою энергию веществу несколькими способами, которые в конечном счете также приводят к электрическим взаимодействиям).</p>
	<p>Электрические взаимодействия. За время порядка десяти триллионных секунды после того, как проникающее излучение достигнет соответствующего атома в ткани организма, от этого атома отрывается электрон. Последний заряжен отрицательно, поэтому оставшаяся часть исходного нейтрального атома становится положительно заряженной. Этот процесс называется ионизацией. Оторвавшийся электрон может далее ионизировать другие атомы.</p>
	<p>Физико-химические изменения. И свободный электрон, и ионизированный атом обычно не могут долго пребывать в таком состоянии и в течение следующих десяти миллиардных долей секунды участвуют в сложной цепи реакций, в результате которых образуются новые молекулы, включая и такие чрезвычайно реакционноспособные, как "свободные радикалы".</p>

	<p>Химические изменения. В течение следующих миллионных долей секунды образовавшиеся свободные радикалы реагируют как друг с другом, так и с другими молекулами и через цепочку реакций, еще не изученных до конца, могут вызвать химическую модификацию важных в биологическом отношении молекул, необходимых для нормального функционирования клетки.</p>
	<p>Биологические эффекты. Биохимические изменения могут произойти как через несколько секунд, так и через десятилетия после облучения и явиться причиной немедленной гибели клеток, или такие изменения в них могут привести к раку.</p>

### *Воздействие ионизирующего излучения на ткани организма*

*Красный костный мозг* и другие элементы кроветворной системы наиболее уязвимы и теряют способность нормально функционировать уже при дозах облучения 0,5–1 Гр. К счастью они обладают также замечательной способностью к регенерации, и если доза облучения не столь велика, чтобы вызвать повреждения всех клеток, кроветворная система может полностью восстановить свои функции. Если же облучению подверглось не все тело, а какая-то его часть, то уцелевших клеток мозга бывает достаточно для полного возмещения поврежденных клеток.

*Репродуктивные органы.* Клетки семенников находятся на разных стадиях развития. Наиболее радиочувствительные клетки – сперматогонии, наиболее радиорезистентные – сперматозоиды. После однократного облучения в дозе 0,15 Гр количество спермы может уменьшиться. После облучения в дозе 3,5–6 Гр наступает постоянная стерильность. При этом семенники являются единственным исключением из общего правила: суммарная доза облучения, полученная в несколько приемов, для них более, а не менее опасна, чем та же доза, полученная за один прием.

Яичники менее чувствительны к действию радиации, по крайней мере у взрослых женщин. Но воздействие однократного облучения в дозе 1–2 Гр на оба яичника вызывает временное бесплодие и прекращение менструаций на 1–3 года. При остром облучении в диапазоне доз 2,5–6 Гр развивается

стойкое бесплодие. Хотя еще большие дозы при дробном облучении никак не сказываются на способности к деторождению.

*Желудочно-кишечный тракт.* Желудочно-кишечный синдром, приводящий к гибели при облучении дозами 10–100 Гр, обусловлен в основном радиочувствительностью тонкого кишечника. Далее по снижению радиочувствительности следуют полость рта, язык, слюнные железы, пищевод, желудок, прямая и ободочная кишки, поджелудочная железа, печень.

*Сердечно-сосудистая система.* В сосудах большей радиочувствительностью обладает наружный слой сосудистой стенки, что объясняется высоким содержанием коллагена – белка соединительной ткани, который обеспечивает выполнение стабилизирующей и опорной функций. Сердце считается радиорезистентным органом, однако при локальном облучении в дозах 5–10 Гр можно обнаружить изменения миокарда. При дозе 20 Гр отмечается поражение эндокарда.

*Органы дыхания.* Легкие взрослого человека – стабильный орган с низкой пролиферативной активностью, поэтому последствия облучения легких проявляются не сразу. При локальном облучении может развиваться радиационная пневмония, сопровождающаяся гибелью эпителиальных клеток, воспалением дыхательных путей, легочных альвеол и кровеносных сосудов. Эти эффекты могут вызвать легочную недостаточность и даже гибель в течение нескольких месяцев после облучения грудной клетки. При однократном воздействии гамма-излучением ЛД50 для человека составляет 8–10 Гр.

*Мочевыделительная система.* Влияние облучения на почки, за исключением высоких доз, проявляется поздно. Облучение в дозах более 30 Гр за 5 недель может привести к развитию хронического нефрита.

*Орган зрения.* Наиболее уязвимой частью глаза является хрусталик. Погибшие клетки становятся непрозрачными, а разрастание помутневших участков приводит сначала к катаракте, а затем и к слепоте. Помутневшие участки могут образоваться при дозах облучения 2 Гр, а прогрессирующая катаракта – около 5 Гр. Наиболее опасным в плане развития катаракты является нейтронное облучение.

*Нервная система.* Нервная ткань высоко специализирована и, следовательно, радиорезистентна. Гибель нервных клеток наблюдается при дозах облучения свыше 100 Гр.

*Эндокринная система.* Эндокринные железы характеризуются низкой скоростью обновления клеток и у взрослых в норме являются относительно радиорезистентными, однако в растущем или пролиферативном состоянии они значительно более радиочувствительны.

*Костно-мышечная система.* У взрослых костная, хрящевая и мышечная ткани радиорезистентны. Однако в пролиферативном состоянии (в детском возрасте или при заживлении переломов) радиочувствительность этих тканей повышается. Наибольшая радиочувствительность скелетной ткани характерна для эмбрионального периода (38–85 сутки внутриутробного развития).

На *популяционном* уровне радиочувствительность зависит от следующих факторов:

- особенностей генотипа (в человеческой популяции 10–12% людей отличаются повышенной радиочувствительностью);
- физиологического (например, сон, бодрствование, усталость, беременность) или патофизиологического состояния организма (например, хронические заболевания, ожоги, механические травмы);
- пола (мужчины обладают большей радиочувствительностью);
- возраста (наименее чувствительны люди зрелого возраста).

Следует обратить внимание на особенности радиочувствительности во *внутриутробном периоде развития*. Опасность внутриутробного облучения обусловлена высокой радиочувствительностью малодифференцированных тканей плода, что проявляется врожденными пороками развития, нарушением физического и умственного развития, снижением адаптационных возможностей организма. Чувствителен к действию радиации и мозг плода, особенно между 8–15-й неделями беременности, когда у плода формируется кора больших полушарий.



Дети также крайне чувствительны к действию радиации. Относительно небольшие дозы при облучении хрящевой ткани могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей, что приводит к аномалиям развития скелета. Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост костей. Суммарной дозы порядка 10 Гр, полученной в течение нескольких недель при ежедневном облучении, бывает достаточно, чтобы вызвать некоторые аномалии развития скелета. По-видимому, для такого действия радиации не существует никакого порогового эффекта.

### Радиационные эффекты облучения человека

*Соматические эффекты*

*Генетические эффекты*

Лучевая болезнь

Генные мутации

Локальные лучевые поражения

Хромосомные aberrации

Лейкозы

Опухоли разных органов

*Соматические (телесные) эффекты* - возникающие в организме человека, который подвергался облучению.

*Генетические эффекты* - связанные с повреждением генетического аппарата и проявляющиеся в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки человека, подвергшегося облучению.

*Стохастические (вероятностные) эффекты*, такие как злокачественные новообразования, генетические нарушения, могут возникать при любых дозах облучения. С увеличением дозы повышается не тяжесть этих эффектов, а вероятность (риск) их появления. Для количественной оценки частоты возможных стохастических эффектов принята консервативная гипотеза о линейной беспороговой зависимости вероятности отдаленных последствий от дозы облучения с коэффициентом риска около  $7 \cdot 10^{-2} / \text{Зв}$ .

Особенности поражения организма в целом определяются двумя факторами:

1) радиочувствительностью тканей, органов и систем, непосредственно подвергающихся облучению;

2) поглощенной дозой излучения и ее распределением во времени. При облучении страдают все органы и ткани, но ведущим для организма является поражение одного или нескольких критических органов. В зависимости от критического органа выделяют *три радиационных синдрома*:

1. *Костно-мозговой синдром* развивается при облучении в диапазоне доз 1–10 Гр. Средняя продолжительность жизни при нем не более 40 суток, на первый план выступают нарушения кроветворения. В костном мозге находится два типа клеток: молодые делящиеся клетки и зрелые функциональные клетки периферической крови. В соответствии с правилом Бергонье–Трибондо, первые отличаются высокой радиочувствительностью, а зрелые клетки (за исключением лимфоцитов), несомненно, более радиорезистентны. Уменьшение численности клеток костного мозга начинается тотчас после облучения и постепенно достигает минимума. Основная причина катастрофического опустошения костного мозга на самых ранних стадиях облучения состоит в повреждении родоначальных клеточных элементов, главным образом стволовых клеток и массовой гибели делящихся клеток при продолжающемся поступлении зрелых элементов на периферию.

2. *Желудочно-кишечный синдром* развивается при облучении в диапазоне доз 10–80 Гр. Средняя продолжительность жизни составляет около 8 суток, ведущим является поражение тонкого кишечника. Синдром включает клеточное опустошение ворсинок и крипт кишечника, инфекционные процессы, поражение кровеносных сосудов, нарушение баланса жидкости и электролитов, нарушение секреторной, моторной и барьерной функции кишечника.

3. *Церебральный синдром* развивается при облучении в дозах более 80–100 Гр. Продолжительность жизни составляет менее 2 суток, развиваются необратимые изменения в ЦНС, которая состоит из высокодифференцированных неделящихся клеток, отличающихся высокой радиорезистентностью, поэтому при облучении пораженных клеточных потерь не бывает. Гибель нервных клеток происходит при огромных дозах порядка сотен Гр. В леталь-

ном исходе важную роль играет поражение кровеносных сосудов с быстрым развитием отека мозга.

#### Зависимость тяжести нарушения от величины дозы облучения

<i>Доза, Гр</i>	<i>Причина и результат воздействия</i>
$(0.7 - 2) 10^{-3}$	Доза от естественных источников в год
0.05	Предельно допустимая доза профессионального облучения в год
0.1	Уровень удвоения вероятности генных мутаций
0.25	Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах
1.0	Доза возникновения острой лучевой болезни
3- 5	Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга
10 - 50	Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно-кишечного тракта
100	Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы

Радионуклиды накапливаются в органах неравномерно. В процессе обмена веществ в организме человека они замещают атомы стабильных элементов в различных структурах клеток, биологически активных соединениях, что приводит к высоким локальным дозам. При распаде радионуклида образуются изотопы химических элементов, принадлежащие соседним группам периодической системы, что может привести к разрыву химических связей и перестройке молекул. Эффект радиационного воздействия может проявиться совсем не в том месте, которое подвергалось облучению. Превышение дозы радиации может привести к угнетению иммунной системы организма и сделать его восприимчивым к различным заболеваниям. При облучении повышается также вероятность появления злокачественных опухолей.

#### Органы максимального накопления радионуклидов

<i>Элемент</i>		<i>Наиболее чувствительный орган или ткань</i>	<i>Масса органа или ткани, кг</i>	<i>Доля полной дозы *</i>
Водород	Н	Все тело	70	1.0
Углерод	С	Все тело	70	1.0

Натрий	Na	Все тело	70	1.0
Калий	K	Мышечная ткань	30	0.92
Стронций	Sr	Кость	7	0.7
Йод	I	Щитовидная железа	0.2	0.2
Цезий	Cs	Мышечная ткань	30	0.45
Барий	Ba	Кость	7	0.96
Радий	Ra	Кость	7	0.99
Торий	Th	Кость	7	0.82
Уран	U	Почки	0.3	0.065
Плутоний	Pu	Кость	7	0.75

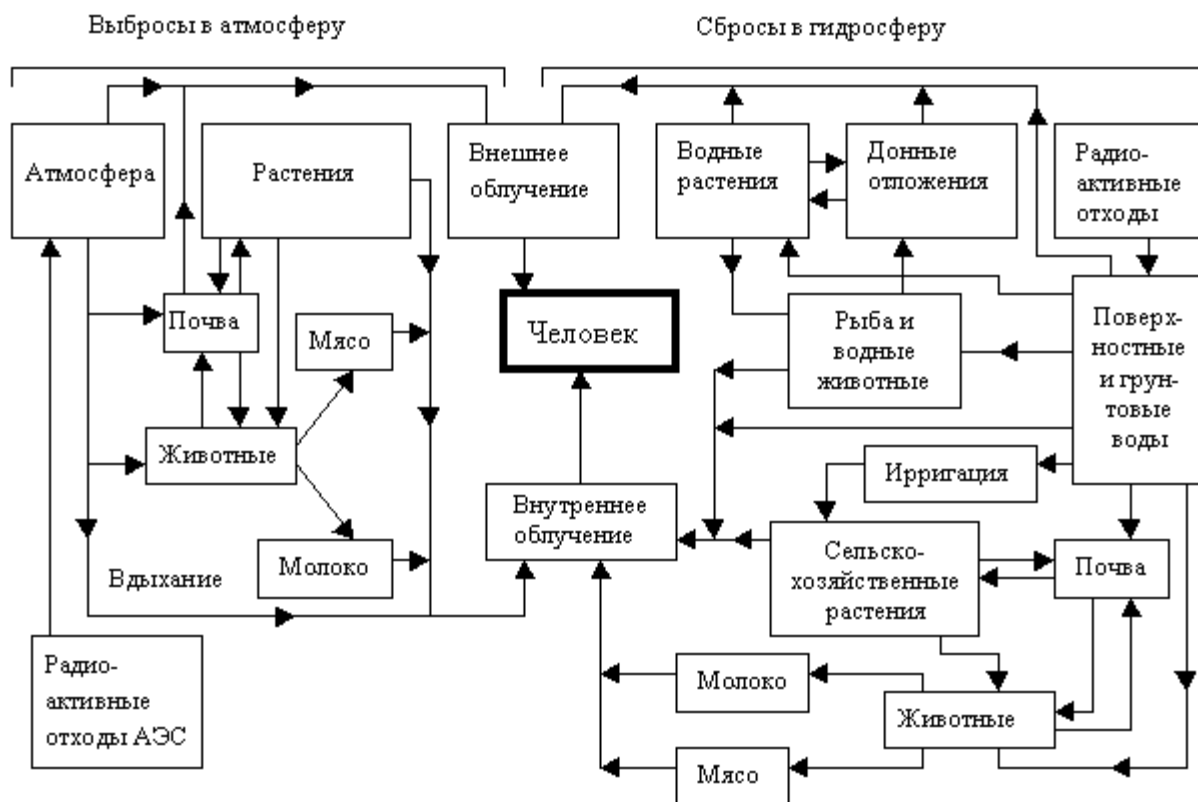
\* Относящаяся к данному органу доля полной дозы, полученной всем телом человека.

Организм при поступлении продуктов ядерного деления подвергается длительному, убывающему по интенсивности, облучению. Наиболее интенсивно облучаются органы, через которые поступили радионуклиды в организм (органы дыхания и пищеварения), а также щитовидная железа и печень. Дозы, поглощенные в них, на 1-3 порядка выше, чем в других органах и тканях. По способности концентрировать всосавшиеся продукты деления основные органы можно расположить в следующий ряд:

щитовидная железа > печень > скелет > мышцы

Так, в щитовидной железе накапливается до 30% всосавшихся продуктов деления, преимущественно радиоизотопов йода. По концентрации радионуклидов на втором месте после щитовидной железы находится печень. Доза облучения, полученная этим органом, преимущественно обусловлена радионуклидами  $^{99}\text{Mo}$ ,  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{132}\text{I}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{140}\text{La}$ .

Среди техногенных радионуклидов особого внимания заслуживают изотопы йода. Они обладают высокой химической активностью, способны интенсивно включаться в биологический круговорот и мигрировать по биологическим цепям, одним из звеньев которых может быть человек. Основным начальным звеном многих пищевых цепей является загрязнение поверхности почвы и растений. Продукты питания животного происхождения - один из основных источников попадания радионуклидов к человеку.



*Пути воздействия радиоактивных отходов АЭС на человека*

Радиационные поражения в зависимости от вида и энергии испускаемых ионизирующих излучений, а также мощности дозы и распределения ее в объеме тела человека могут существенно различаться по своему патогенезу и клинической картине.

### Классификация:

#### *1. По этиологическому фактору, с учетом:*

- вида излучения (гамма, нейтронное, рентгеновское, альфа, бета и т.д.), его энергии и дозы.
- локализации источника (внешнее - от удаленного источника, а также при аппликации радиоактивных веществ на кожу и слизистые; внутреннее - при инкорпорации радиоактивных изотопов);
- распределения дозы во времени (кратковременное, пролонгированное, фракционированное).

#### *2. Клиническая классификация острых лучевых поражений:*

По распространенности:

- ОЛБ от общего радиационного поражения организма;
- ОЛБ в сочетании с выраженным поражением определенной части тела;
- местные радиационные поражения:
  - ранняя лучевая реакция
  - лучевая алопеция
  - острый буллезный дерматит
  - острый некротический

По степени тяжести и клинической форме лучевой болезни:

1. Костно-мозговая форма ОЛБ развивается в диапазоне доз от 1 Гр до 10 Гр и делится на степени:
  - I степень, развивается после облучения в диапазоне доз (в Грех  $\pm 30\%$ ; 1 Грей = 100 рад) 1...2 Грей (сокращенно "Гр");
  - II степень - 2...4 Гр;
  - III степень - 4...6 Гр;
  - IV степень - 6...10 Гр.
2. Кишечная форма ОЛБ (10...20 Гр).
3. Сосудисто-токсемическая форма (20 ...80 Гр).
4. Церебральная форма (при дозах свыше 80 Гр).

При дозах облучения от 0,25 до 0,5 Гр говорят о "состоянии переоблучения", а при дозах от 0,5 до 1 Гр, когда могут быть легкие проявления функциональных расстройств и умеренная реакция со стороны крови - о "лучевой реакции". При дозах менее 1 Гр ОЛБ не развивается.

По течению заболевания различают:

- начальный период (первичная реакция);
- скрытый (латентный) период;
- период разгара;
- период восстановления.

Кроме того, выделяют:

- местные радиационные поражения (МРП)
- сочетанные радиационные поражения (СРП)
- комбинированные радиационные поражения (КРП)

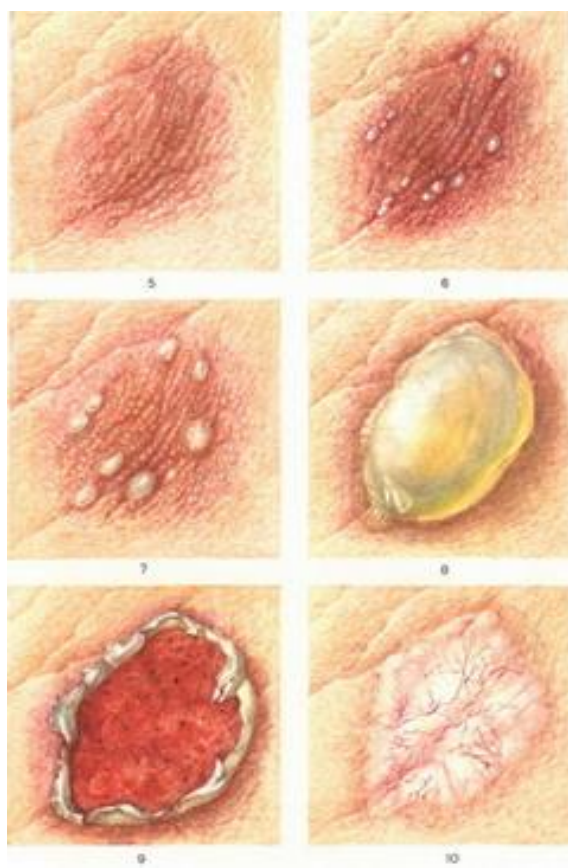
Типичными проявлениями местного радиационного поражения являются лучевые ожоги, радиодерматит, которые могут развиваться без проявлений острой лучевой болезни, и варьировать от незначительных до тяжелых. Тяжесть поражения зависит от поглощенной дозы, энергии и вида облучения, площади ожога, локализации, особенностей организма. Особенно радиочувствительна кожа рук, ног, паховые участки. Нейтронное и  $\gamma$ -излучение вызывает наиболее тяжелые формы ожогов с глубоким поражением подкожной клетчатки и подлежащих тканей.  $\beta$ -частицы проникают не глубже базального слоя кожи. Поэтому они вызывают хоть и неглубокие, но большие по площади ожоги.  $\beta$ -частицы почти полностью поглощаются ороговевшим слоем эпидермиса кожи и практически не способны вызывать поражения кожи.

В патогенезе местных лучевых поражений важное место занимают:

- изменения кожи, подкожной клетчатки, мышц;
- интоксикация, зависящая от объема пораженных тканей;
- плазморея, потеря белка;
- нарушение гемодинамики;
- интерстициальный отек и эндоперибронхит с гипоксемией;
- анемия и тромбоцитопения;
- электролитные расстройства.

Клиническое течение острых радиационных поражений кожи имеет 4 периода:

- ранняя лучевая реакция (начальных сосудистых проявлений - первичная эритема кожи, отек подкожной клетчатки, мышц);
- скрытый период;



- период разгара клинических проявлений (*воспаление кожи, возникновение волдырей, язв*);
- период полного или частичного восстановления.

*Ранняя лучевая реакция* развивается в 1-2 сутки после облучения в дозе не менее 3 Гр и представляет собой отечную эритему сопровождающуюся незначительным зудом; разрешается без следов через несколько часов.

*Лучевая алопеция* характеризуется выпадением длинных волос через 2-4 недели после облучения в дозе не менее 3,75 Гр. Рост волос начинается через 1,5-2 месяца.

Тяжесть и ход острого и хронического радиационного *дерматита* зависят от вида ионизирующего излучения и его относительной биологической эффективности, дозы облучения, ее распределения в объеме и времени, индивидуальной чувствительности к радиации, зависящей от возраста больного и способности накапливать пигмент (бледная кожа наиболее чувствительна). Чем больше доза, тем раньше возникают изменения.

По тяжести клинического течения различают 4 степени повреждений:

I степень (*легкая*) - острый сухой эритематозный радиодерматит;

II степень (*средняя*) - острый буллезный радиодерматит;

III степень (*тяжелая*) - некротическо-язвенный радиодерматит;

IV степень (*крайне тяжелая*) - некротический радиодерматит.

**Острый сухой эритематозный радиодерматит** (*легкая степень поражения кожи*) возникает после местного облучения кожи в дозе 8-12 Гр. Возникает первичная эритема, которая держится несколько суток. Больные жалуются на зуд, чувство жжения. Скрытый период продолжается до 2 недель. Период разгара начинается с появления на коже вторичной, застойного характера эритемы, отечности, ощущения покалывания, зуда, жжения, боли. На фоне эритемы имеют место точечные геморрагии. В дальнейшем явления гиперемии и отека постепенно стихают. На месте эритемы появляется мелкопластиночное шелушение, которое сохраняется несколько недель, после чего остается гиперпигментация. Выпадение волос начинается на 2-3



недели и длится 7-15 суток. Восстановление их роста происходит через 6-10 недель после облучения и заканчивается на 3-5 месяце.

**Острый буллезный радиодерматит** (*средняя степень поражения кожи*) возникает после облучения в дозе 12-20 Гр. Сопровождается ОЛБ II, III, IV степенями тяжести. Первичная эритема появляется уже в конце первых суток и исчезает через 1-2 дня. Скрытый период длится 5-10 дней. Период разгара начинается с появления яркой с синюшным оттенком вторичной эритемы (без четких границ), значительного отека, сопровождается зудом и жаром. В дальнейшем в толще отёкшей кожи и подкожной клетчатки образуются резко болезненные мелкие волдыри. Интенсивность симптомов нарастает и достигает максимума на 15-20 сутки. Мелкие волдыри сливаясь, образуют большие волдыри с серозным или серозно-геморрагическим содержимым. После прорыва волдырей эрозированная поверхность покрывается фибриновой пленкой и некротическими массами темно-коричневого цвета. При формировании волдырей пострадавшие чувствуют значительную общую слабость, повышается температура тела, нарушается сон, аппетит, появляется лимфаденит. Приблизительно через месяц после облучения может возникнуть новая волна - отек и гиперемия. Особенно выражены эти изменения на верхних и нижних конечностях. На 7-10 день после возникновения второго обострения кожа становится тонкой, при пальпации собирается в мелкие складки типа пергаментной бумаги, возникают атрофические белые пятна диаметром 15-20 мм, а также пятна ярко красного цвета, которые едва выступают над кожей. Границы пятен четкие, на поверхности незначительное количество телеангиоэктазий. Малейшее прикосновение болезненно. На поврежденных участках кожи полностью выпадают волосы. На протяжении 1-2 недель отек и боль нарастают, увеличивается количество гиперемированных пятен, которые сливаются, образуя сплошные участки застойной синюшной эритемы. Снова появляются небольшие волдыри, заполненные прозрачной жидкостью, возникает сильный зуд, количество волдырей увеличивается, они прорываются, образуя болезненные эрозии. Через 3-4 дня эрозии покрываются желтой кожей или их поверхность мокнет. Развивается

трофическое нарушение. До конца 3 месяца все эти явления проходят. Нередко образуются поздние лучевые язвы.

**Некротическо-язвенный радиодерматит** (*тяжелая степень поражения кожи*) возникает после облучения кожи в дозе 20-25 Гр. Появляется первичная эритема, которая держит несколько суток. Скрытый период короткий, сменяется яркой повторной эритемой (через 1-1,5 недели с момента облучения), сильным отеком, мелкими геморрагиями. Волдыри быстро увеличиваются в размере, сливаются, образуя один или несколько наполненных жидкостью крупных волдырей и мелких по периферии. Через 2-3 дня волдыри лопаются, обнажая большие и глубокие участки язвенной поверхности, которые могут осложняться гнойным процессом. Боли нестерпимые. Общее состояние больных тяжелое: слабость, высокая температура тела, лихорадка, бессонница. Язвы долго не заживают и нередко сопровождаются трофическими изменениями.

**Некротический радиодерматит** (*крайне тяжелая степень поражения кожи*) возникает после облучения в дозе 25-30 Гр и больше. Первичная эритема всегда яркая и не исчезает к началу периода разгара. Период разгара характеризуется быстрым отеком, кровоизлияниями, некрозами, сильной болью. Язвы быстро осложняются гнойным процессом. Присоединение гнойно-септических осложнений нуждаются в хирургическом лечении. Как следствие - ампутация конечностей, рецидивы язв, контрактуры.

После влияния в дозах более 100 Гр с конца 1-х суток может возникнуть парадоксальная ишемия: кожа, подкожная клетчатка, мышцы образуют плотный единственный конгломерат. Обескровленная кожа (в результате пареза артериол и венул и образования в них пристеночных тромбов) становится белой, пораженный участок окружен валиком отека. Через 3-4 суток кожа становится черной (сухой коагуляционный некроз) с развитием по периферии крайне тяжелого радиодерматита.

Среди хронических лучевых повреждений кожи различают:

- хронические лучевые дерматиты

- поздние лучевые дерматозы (*индуративный отек, поздняя лучевая язва, лучевой рак*), развивающиеся на месте острых дерматитов и длительно существующих хронических дерматитов.

*Хронический лучевой дерматит* развивается наиболее часто на кистях в результате воздействия мягких лучей и бета-частиц радиоактивных веществ. Клинически он проявляется развитием сухости, атрофии кожи, дисхромии, образованием болезненных трещин. На этом фоне нередко развиваются гиперкератоз, папилломатоз, являющиеся основой для развития рака.

*Индуративный отек* развивается в результате поражения мелких лимфатических сосудов и нарушения оттока лимфы. Клинически он проявляется плотным отеком без болезненных ощущений, по разрешении которого остается атрофия и телеангиэктазии.

*Поздняя лучевая язва* образуется на фоне трофических изменений кожи, возникших в результате действия ионизирующей радиации, и характеризуется выраженными болевыми ощущениями.

*Лучевой рак* развивается на фоне длительно существующих язв при остром и хроническом дерматите или в области хронического лучевого дерматита.

### **Лечение лучевых поражений**

Ранняя лучевая реакция и лучевая алопеция лечения не требуют.

При остром эритематозном радиодерматите на участки эритемы назначаются кортикостероидные мази 2-3 раза в день. На мокнущие участки применяют примочки с 2% раствором борной кислоты или фурацилином. На корочки кладут аппликации кремов, которые содержат ланолин, персиковое или оливковое масло и дистиллированную воду в равных пропорциях, витамины А, Е. Все местные процедуры применяются 3-4 раза в сутки.

При остром буллезном радиодерматите для уменьшения отеков назначаются мочегонные препараты, при значительных воспалительных явлениях и большой площади поражений кортикостероиды внутрь. После устранения воспалительного процесса доза стероидов уменьшается и в дальнейшем препарат отменяется. Назначаются препараты, которые укрепляют стенку сосу-

дов, улучшают микроциркуляцию, трофику: продектин, теоникол, солкосерил, троксевазин. Местно используют аппликации кремов с оливковым или персиковым маслом, фтором, кортикостероидными мазями или аэрозоли "Полькортолон", "Оксикорт" и другие. Значительные язвенные дефекты лечатся хирургически. Периодически проводятся профилактические лечебные мероприятия с целью предотвращения поздних лучевых осложнений со стороны кожи.

При лечении больных с хроническими радиодерматитами назначают ангиопротекторы (пармидин, теоникол), венотоники (троксевазин, венорутон), витамины (А, В<sub>6</sub>, Е, С). Хороший эффект дают периодические курсы инъекций солкосерила. Осуществляется местная терапия: постоянное применение кремов с витамином А; на месте гиперкератоза 1-2% салициловый крем; на бородавчатые разрастания - 10% молочно-салициловый коллодий "Уреапласт". Резистентные к лечению трофические язвы высекаются со следующей пластикой.

Себорейный дерматит лечится витаминами А, В<sub>6</sub>; местно: 2% дермато-салициловый крем, лоринден С, целестодерм с гарамидином, флуцинар.

При геморрагических сыпях (пурпуре, телеангиоэктазиях) наилучшей эффект достигается от кортикостероидной мази в сочетании с троксевазином-гелем.

Для лечения поражений слизистой полости рта применяют естественные или искусственные антиоксидантные препараты: токоферол, аскорбиновую кислоту, экстракт элеутерококка, препараты триовит, ионол, дибунол, мексидол. Обязательно назначают щадящую диету, антибактериальную (с учетом индивидуальной чувствительности) и противогрибковую терапию.

В процессе лучевой терапии рака гортани целесообразно полоскание горла антисептическими средствами, ингаляции с противовоспалительными и улучшающими репарацию слизистой оболочки препаратами.

В лечении лучевых пульмонитов наиболее эффективны применение ингаляций 15-20-процентного раствора диметилсульфоксида, активная анти-

биотикотерапия, отхаркивающие средства, бронхолитическая терапия, общеукрепляющее лечение.

Лечение лучевых повреждений сердца проводят по общим принципам кардиологии в зависимости от вида проявлений осложнений - лечение нарушений ритма, ишемических изменений, симптомов сердечной недостаточности.

При лучевом эзофагите рекомендуется прием перед едой свежего сливочного масла, масла облепихи или оливкового масла.

Для профилактики возникающей при облучении диареи рекомендуются вяжущие и абсорбирующие средства (вяжущий сбор, крахмал, активированный уголь, энтеросорбенты), а для ее купирования используется имодиум.

Для снятия тошноты и рвоты эффективны антиэметики в сочетании с седативными препаратами и витаминами группы В. Показано также назначение антиоксидантов - витаминов А (100 000 ЕД/сут.), С (по 1-2 г 2 раза в день). Для нормализации функции кишечника и профилактики дисбактериоза назначают ферментные препараты (фестал, энзистал, мезим форте) и бифидумбактерин (хилак-форте, вита-флор и т. п.). Рекомендуется рациональная и щадящая диета с исключением всех раздражающих продуктов (острое, соленое, жареное, специи, крепкие спиртные напитки и т. п.).

Лечение лучевых циститов включает интенсивную противовоспалительную терапию и стимуляцию репаративных процессов. Лечение состоит в применении антибиотиков в соответствии с индивидуальной чувствительностью, инстилляций в мочевого пузыря антисептических растворов и средств, стимулирующих репаративные процессы (растворы протеолитических ферментов, 5-процентного раствора димексида, 10-процентного дибунола или метилурацила). При возникновении стеноза мочеточника проводят бужирование или устанавливают стенты. При нарастании гидронефроза и угрозе уремии показано наложение нефростомы.

При лечении лучевых циститов и ректитов дополнение стандартных схем лечения облучением низкоинтенсивным лазером повысило эффективность лечения лучевых повреждений мочевого пузыря и прямой кишки.

Лучевые лимфостазы и слоновость конечностей часто развиваются в результате облучения регионарных лимфатических коллекторов или когда лучевое лечение сочетается с хирургическим (когда удаляются регионарные лимфатические коллекторы). Лечение заключается в восстановлении путей лимфооттока с помощью микрохирургического лимфовенозного шунтирования.

В плане снижения риска лучевых повреждений важными представляются стратегические подходы к использованию методов и средств, снижающих влияние пострадиационных эффектов на нормальные ткани, таких как лазерное излучение, гипокситерапия и другие радиопротекторы и иммуномодуляторы.

### **Профилактика лучевой травмы**

Включает рациональный выбор вида энергии излучения, учет особенностей распределения энергии в облучаемом объеме, а также распределение во времени, использование радиомодификаторов. К профилактическим мерам относятся обязательное лечение хронических сопутствующих заболеваний, назначение витаминов, ферментов, естественных или искусственных антиоксидантных препаратов. Местная профилактика предполагает не только лечение хронических процессов в органах, попадающих в объем облучения, но и дополнительное воздействие препаратами, улучшающими трофику тканей. Важным является лечение ранних лучевых реакций.

### **Комбинированные и сочетанные радиационные поражения**

Особую группу составляют комбинированные и сочетанные радиационные поражения. Первые являются следствием совместного воздействия различных факторов ядерного взрыва (ионизирующих и светового излучений, а также ударной волны), вторые - результатом воздействия поражающих факторов ядерного оружия и радиоактивных продуктов, образующихся в момент взрыва при аварии реакторной установки и затем попадающих внутрь или на поверхность тела человека.

Сочетанные радиационные поражения (СРП) возникают при одновременном воздействии на организм внешнего гамма-излучения, инкорпорации

радиоактивных веществ и местного поражения внешним бета-излучением кожи. Основными путями проникновения радионуклидов внутрь организма являются органы дыхания и пищеварения, а также раневые и ожоговые поверхности.

Клиническая картина такой формы заболевания весьма полиморфна, что определяется различным вкладом в интегральную дозу облучения поглощенной разных видов радиационных компонентов и различной структурой радионуклидов, проникающих внутрь организма.

Характерными чертами острой лучевой болезни от сочетанного облучения являются большая выраженность гастроинтестинального синдрома (при инкорпорации радионуклидов) в период первичной реакции, наличие конъюнктивитов, появление в начальном периоде бета-поражений верхних дыхательных путей, возникновение в разные сроки от момента облучения проявлений бета-поражений кожи (три волны эритемы: первичная, вторичная основная и возвратная или поздняя эритема), развитие признаков поражения, в критических для отдельных радионуклидов органах. Так остеотропные вещества - стронций, иттрий и цирконий накапливаются в костях; церий, лантан - в печени; уран - в почках; йод практически полностью поглощается щитовидной железой. При значительной дозе радиоактивных веществ функциональные изменения в "критических" органах и системах прогрессивно нарастают, вплоть до появления в них органических нарушений. Попадание в организм остеотропных радиоизотопов может привести к деструктивным изменениям в костях, появлению в них новообразований и возникновению системных заболеваний крови. Из особенностей СРП необходимо отметить то, что сдвиг максимальных гематологических изменений на более поздние сроки и замедленное восстановление кроветворения. Процесс выздоровления таких больных характеризуется медленным течением, болезнь нередко приобретает хроническую форму. Прогноз зависит от количества и вида инкорпорированных радиоактивных веществ. В качестве отдельных последствий в большом числе случаев будут иметь место лейкозы, анемии, астенические состояния с вегетативными нарушениями, понижение сопротивляемости к

инфекционным заболеваниям, склеротические и опухолевые изменения паренхиматозных органов, дисгормональные состояния, отрицательное влияние на потомство и т.д.

Комбинированные радиационные поражения (КРП) вызываются совместным или последовательным воздействием различных поражающих факторов ядерного взрыва: светового потока, ударной волны и проникающей радиации. В итоге у пострадавших помимо поражений ионизирующими излучениями одновременно возникает ожоговая или механическая травма, а в ряде случаев и то и другое.

Однако возможны варианты последовательно полученных поражений. Кроме того, КРП могут возникать у раненых и обожженных, находящихся на зараженной радиоактивными веществами местности. Однако КРП считают только те разновременные поражения, в которых время между нанесением лучевых и нелучевых травм не превышает длительности течения первого поражения. В противном случае это будут независимые друг от друга последовательные поражения.

Характер и частота КРП зависят от вида взрыва и мощности ядерного заряда, а также от расстояния, метеорологических условий, ориентации по отношению к взрыву и защищенности человека.

В очаге ядерного взрыва ожоги могут возникать как в результате воздействия непосредственного светового излучения на открытые участки тела (первичные ожоги), так и от загоревшейся одежды или пламени пожаров (вторичные ожоги).

Сложность диагностики КРП определяется наличием различных по этиологии и патогенезу патологических процессов с динамически меняющейся симптоматологией поражения. Наибольшую трудность представляет выявление радиационной компоненты, поскольку диагностическая ценность симптомокомплекса первичной реакции на облучение при КРП существенно снижена. Теряет свою информативность и исследование крови, ибо при комбинированных и сочетанных радиационных поражениях, включающих меха-



ническую или ожоговую травму, вместо лейкопении обычно развивается лейкоцитоз.

В период разгара острой лучевой болезни постановка диагноза у обожженных и раненых затруднена из-за того, что к этому времени такие симптомы, как кровоточивость, интоксикация и желудочно-кишечные расстройства могут быть вызваны развивающейся ожоговой или "травматической" болезнью.

В связи с тем, что клиника КРП характеризуется большим многообразием и пестротой симптомов, очень важно уже в раннем периоде выделить так называемое ведущее поражение, которое на данном этапе определяет общее состояние пораженного, а, следовательно, и методы лечения.

Особенности клинического течения КРП можно свести к трем основным положениям. Во-первых, при КРП в первые часы и сутки, помимо первичной реакции на облучение, у пораженных имеется весь симптомокомплекс, свойственный острой ожоговой или механическим травмам - он обычно является ведущим в патологии и определяет тактику оказания медицинской помощи в этот момент. Проявления лучевого поражения начинают преобладать только в последующем. Во-вторых, по понятным причинам отсутствует скрытый период поражения, как это имеет место при классической острой лучевой болезни 1-3 степени тяжести. И, в третьих, для КРП характерно наличие синдрома взаимного отягощения, проявляющегося в виде более тяжелого течения патологического процесса, чем это свойственно каждому поражению, если бы оно протекало изолированно.

При поражении легкой степени тяжести это выражено обычно еще не резко. Однако, при комбинации тяжелых форм поражений эффект отягощения, вызываемый как ионизирующими излучениями, так и не лучевыми травмами, будет нарастать и существенным образом сказываться на клиническом течении и исходах поражений. Возрастает частота летальных случаев, а у оставшихся в живых будет отмечаться тяжелое по степени и более длительное течение поражений с тенденцией к генерализации патологических процессов. У таких пораженных нарушаются темпы и характер посттравма-

тической регенерации тканей, увеличивается частота развития шоковых состояний.

Взаимосвязь лучевых и нелучевых патологических изменений в патогенезе КРП прослеживается практически на всех уровнях интеграции организма, начиная с нарушений в метаболизме и структурных элементах клеток (первоначально в радиочувствительных, а затем и других тканей) и кончая изменениями на организменном уровне. При тяжелых ожогах проявления эффекта отягощения обычно обнаруживают не только на обожженных и близлежащих тканях, но и во внутренних органах (в сердце, в печени, в селезенке, в почках), что происходит за счет синергизма различных по происхождению, но одинаковых по своим последствиям расстройств обмена веществ. Взаимно усиливается действие радиотоксинов и токсинов ожоговой или травматической природы. Возрастает общий энергетический дефицит в клетках и тканях.

Характерные для острого лучевого поражения расстройства сердечно-сосудистой деятельности усугубляются гемодинамическими нарушениями, вызванными ожогами и травмами. На фоне ослабления защитных сил организма, причиной которого являются как облучение, так и не лучевые травмы, ускоряется развитие раневой и ожоговой инфекции, а также увеличивается вероятность аутоинфицирования. Постлучевая анемия становится особенно выраженной, если ей предшествовала травматическая кровопотеря.

Процессы посттравматической регенерации угнетены; замедляется заживление ран и ожогов, удлиняются сроки срашивания переломов. Синдромы лучевого поражения под влиянием нелучевых травм возникают на несколько суток раньше и отличаются большей выраженностью клинических проявлений, чем при острых лучевых поражениях, вызванных изолированным воздействием ионизирующих излучений в той же дозе.

В результате совместного воздействия радиации, ожога и механических травм в патологический процесс вовлекается не только большое число систем организма, но и увеличивается степень тяжести нарушений функции каждой из них. Комплекс признаков, свидетельствующих о более тяжелом

течении каждого из компонентов КРП, получил название синдрома взаимного отягощения.

Следствием синдрома взаимного отягощения являются более выраженные нарушения защитно-адаптационных реакций, замедление процессов постожоговой и посттравматической репаративной регенерации, а также постлучевого восстановления кроветворных тканей и других систем организма.

В динамике клинического течения КРП выделяют:

- острый период или период первичных реакций на облучение и травмы;
- период преобладания проявлений механических травм и ожогов;
- период преобладания симптомов лучевого поражения;
- период восстановления.

Как правило, в первые 3 суток после нанесения КРП ведущими будут ожог и травмы, тяжесть которых определяются кровопотерей, шоком, нарушениями целостности и функций жизненно важных органов. Это и должно определять характер оказания помощи пораженным в этот период.

Травматический и ожоговый шок у облученных лиц характеризуется удлиненной и более выраженной эректильной фазой, а также быстрым истощением компенсаторных ресурсов организма в торпидной фазе. При этом нередко возникают стойкие расстройства дыхания и кровообращения с прогрессирующим нарушением процессов микроциркуляции, что в конечном счете и приводит к развитию выраженных гипоксических явлений в тканях. В более ранние сроки появляются и признаки общей интоксикации организма. Течение ожогов и клиническая картина ожоговой болезни у пораженных ионизирующими излучениями отличается ускоренным развитием и более быстрой сменой ее периодов, угнетением репаративных процессов, повышенным числом случаев тяжелых осложнений и ранней смертности. Раневой процесс при КРП характеризуется замедлением процессов биологической очистки поверхностей ран, более длительным рассасыванием травматического отека, задержкой развития грануляций и эпителизации в области раневых

дефектов ткани, повышенной кровоточивостью и активизацией раневой инфекции.

В период преобладания лучевой компоненты хирургическая обработка ран, а также выполнение восстановительных операций (кожной пластики, наложение швов на сосуды и нервы), как правило, будут осложняться нагноением. радиационные поражения после воздействия в дозах, вызывающих развитие острой лучевой болезни средней и тяжелой степени, удлиняют сроки сращения закрытых одиночных переломов в среднем в 1,5, а в множественных - в 2 раза.

Общая тактика оказания медицинской помощи пораженным с КРП заключается в комплексном применении методов и средств, используемых при лечении каждого вида поражения на соответствующем этапе медицинской эвакуации. При этом врачебная помощь должна строиться с учетом вида, тяжести и периода течения комбинированной травмы, а также локализации нелучевых повреждений.

В остром периоде осуществляются мероприятия по поводу ведущих нелучевых травм, главным образом по жизненным показаниям (лечение ожогов и шока, экстренные операции, остановка кровотечения и т.д.). Одновременно принимают меры к купированию первичной реакции и к профилактике с помощью антибиотиков осложнений как лучевого, так и нелучевых поражений.

В период преобладания клинических проявлений травм и ожогов производится хирургическое лечение механических повреждений (первичная хирургическая обработка ран и открытых переломов) и пластические операции для закрытия ожоговых поверхностей. В период преобладания симптомов лучевой травмы наибольшее внимание следует уделять лечению острой лучевой болезни. Любое хирургическое вмешательство в это время крайне нежелательно и его следует проводить только по жизненным показателям.

И, наконец, в восстановительном периоде при улучшении общего состояния пораженных осуществляют хирургическое и медикаментозное лечение всех последствий поражения. Прогноз зависит от вида и тяжести КРП, но

он всегда менее благоприятен, чем при изолированных поражениях соответствующей степени тяжести.

На МПП диагностика ОЛБ осуществляется по клиническим признакам заболевания, главным образом на основании опроса, осмотра и регистрации данных групповых и индивидуальных дозиметров.

В ОМЕДб для определения степени тяжести ОЛБ кроме клинической картины и данных физической дозиметрии у пострадавших, имевших приблизительно равные условия облучения, может быть выборочно исследована кровь на содержание лимфоцитов и лейкоцитов.

В ВПТГ осуществляется окончательная диагностика ОЛБ с использованием данных физической и биологической дозиметрии в полном объеме, за исключением некоторых кариологических методов исследования.

Таким образом, четкое знание клинической картины острой лучевой болезни, диагностических возможностей этапов медицинской эвакуации позволит врачу своевременно и правильно поставить диагноз лучевого поражения, произвести медицинскую сортировку пострадавших и определить для них объем помощи на данном этапе медицинской эвакуации.

## **Оказание медицинской помощи на этапах медицинской эвакуации**

### **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ТЕРАПИИ**

Лечение острой лучевой болезни осуществляется комплексно с учетом формы, периода заболевания, степени тяжести и направлено на купирование основных синдромов заболевания. При этом следует помнить, что лечению поддается только костномозговая форма ОЛБ, терапия острейших форм (кишечной, сосудистотоксемической и церебральной), в плане выздоровления, пока еще во всем мире не эффективна.

Одним из условий, определяющих успешность лечения является своевременность госпитализации больных. Больные с костномозговой формой ОЛБ IV степени и острейшими формами заболеваниями (кишечная, сосудисто - токсемическая, церебральная) госпитализируются по тяжести состояния сразу после поражения. Большинство же больных с костномозговой формой I-III степени после купирования первичной реакции способны выполнять служебные обязанности до появления признаков разгара ОЛБ. В связи с этим больных ОЛБ I степени следует госпитализировать лишь при появлении клинических признаков разгара или развития лейкопении (4-5 неделя), при средней и тяжелой степени госпитализация желательна с первых суток при благоприятной обстановке и строго обязательна с 18-20-х и 7-10 суток соответственно.

Мероприятия по неотложным показаниям проводятся при лучевых поражениях в период первичной реакции на облучение, развития кишечного и церебрального синдромов, по жизненным показаниям при комбинированных радиационных поражениях, а также при попадании радиоактивных веществ внутрь.

При облучении в дозах (10-80 Гр), вызывающих развитие кишечной или сосудисто-токсемической формы острой лучевой болезни, уже в период первичной реакции на первый план начинают выступать симптомы поражения кишечника, так называемого раннего первичного лучевого гастроэнтероколита. Комплекс неотложной помощи в этих случаях должен складываться в

основном из средств борьбы со рвотой и обезвоживанием организма. При возникшей рвоте показано применение диметпрамида (2% раствор 1 мл) или аминазина (0,5% раствор 1 мл). Однако следует помнить, что введение этих препаратов противопоказано при коллапсе. Эффективным средством купирования рвоты и диареи при кишечной форме острой лучевой болезни является динетрол. Помимо противорвотного действия он обладает обезболивающим и транквилизирующим эффектом. В крайне тяжелых случаях, сопровождающихся поносами, признаками обезвоживания организма и гипохлоремии, целесообразно внутривенное введение 10% раствора хлорида натрия, физиологического раствора или 5% раствора глюкозы. С целью дезинтоксикации показаны трансфузия низкомолекулярного поливинилпирролидола, полиглюкина и солевых растворов. При резком снижении артериального давления следует назначать внутримышечно кофеин и мезатон. В тяжелых случаях эти препараты вводят внутривенно, а при малой их эффективности добавляют капельно норадреналин в сочетании с полиглюкином. Может быть также использована камфора (подкожно), а при явлениях сердечной недостаточности - коргликон или строфантин (внутривенно).

Еще более тяжелое состояние больных, требующих неотложных вмешательств медицинского персонала, имеет место при церебральной форме острой лучевой болезни (возникающей после облучения в дозах выше 80 Гр). В патогенезе таких поражений ведущая роль принадлежит радиационному поражению ЦНС с ранними и глубокими нарушениями ее функции. Больных с церебральным синдромом спасти невозможно и по отношению к ним следует применять симптоматическую терапию, направленную на облегчение их страданий (анальгетики, седативные, противорвотные, противосудорожные препараты).

При комбинированных радиационных поражениях комплекс мероприятий, оказываемых в качестве неотложной медицинской помощи, заключается в совмещении методов и средств лечения острой лучевой болезни и нелучевых травм. В зависимости от конкретных видов травм, а также ведущей в данный период компоненты поражения, содержание и последовательность

оказания помощи могут меняться, но в целом они представляют собой единую систему комплексного лечения. На протяжении острого периода (т.е. непосредственно и вскоре после нанесения травмы) при радиационно-механических поражениях основные усилия должны быть направлены на оказание экстренной и неотложной помощи по поводу механических и огнестрельных травм (остановка кровотечения, поддержание функции сердца и дыхания, обезболивание, иммобилизация и т.д.). При тяжелых травмах, осложненных шоком, необходимо осуществлять противошоковую терапию. Хирургические вмешательства проводятся только по жизненным показаниям. При этом следует иметь в виду, что операционная травма может усилить выраженность синдрома взаимного отягощения. Поэтому операционное вмешательство должно быть минимальным по объему и проводиться под надежным анестезиологическим обеспечением. В этом периоде выполняются только экстренные операции реанимационно-противошокового плана.

При радиационно-ожоговых травмах медицинская помощь в остром периоде заключается в обезболивании, наложении первичных повязок и иммобилизации, а при ожоговом шоке, кроме того, в противошоковой терапии. В тех случаях, когда имеются проявления первичной реакции на облучение, показано их купирование. Применение антибиотиков в остром периоде в первую очередь направлено на профилактику развития раневой инфекции.

При попадании радиоактивных веществ в желудочно-кишечный тракт экстренная помощь состоит из мероприятий, направленных на предотвращение всасывания их в кровь и накопления во внутренних органах. Для этого пострадавшим назначают адсорбенты. При этом следует помнить, что адсорбенты не обладают поливалентными свойствами и в каждом отдельном случае необходимо применять соответствующие адсорбенты, эффективные для связывания конкретного вида радиоизотопа. Например, при попадании в желудочно-кишечный тракт изотопов стронция и бария эффективными являются адсорбар, полисурьмин, высокоокисленная целлюлоза и альгинат кальция; при поступлении в организм радиоактивного йода - препараты стабильного



йода. Для предотвращения всасывания изотопов цезия показано использование ферроцина, бетонитовой глины, вермикулита (гидрослюды), берлинской лазури. Такие широко известные сорбенты, как активированный уголь (карболен) и белая глина в этих случаях практически неэффективны из-за того, что они не способны улавливать малые количества веществ. С большим успехом для этих целей применяют ионообменные смолы. Радиоактивные вещества, находящиеся в катионной (например, стронций-90, барий-140, полоний-210) или анионной (молибден-99, теллур-127, уран-238) форме, замещают в смоле соответствующую группу и связывают с ней, что уменьшает в 1,5-2 раза их резорбцию в кишечнике.

Адсорбенты следует применять немедленно после установления факта внутреннего заражения, поскольку радиоактивные вещества очень быстро всасываются. Так, при попадании внутрь продуктов деления урана уже через 3 часа до 35-50% радиоактивного стронция успевает всасываться из кишечника и отложиться в костях. Очень быстро и в большом количестве всасываются радиоактивные вещества из ран, а также из дыхательных путей. Депонированные в тканях и органах изотопы вывести из организма очень трудно.

После применения адсорбентов необходимо принять меры к освобождению желудочно-кишечного тракта от содержимого. Оптимальным сроком для этого являются первые 1-1,5 часа после инкорпорации радионуклидов, но в обязательном порядке это следует делать и в более поздние сроки. Эффективными средствами для освобождения желудка от содержимого является апоморфин и некоторые другие препараты, вызывающие рвоту. При противопоказаниях к применению апоморфина необходимо провести промывание желудка водой.

Так как изотопы могут длительно задерживаться в кишечнике, особенно в толстом (например, плохо всасывающиеся трансурановые и редкоземельные элементы), для очистки этих отделов кишечника необходимо ставить сифонные и обычные клизмы, а также назначать солевые слабительные.

При ингаляционном заражении радиоактивными веществами пострадавшим дают отхаркивающие средства и промывают желудок. Назначая эти процедуры, следует помнить, что 50-80% радионуклидов, задерживающихся в верхних дыхательных путях, вскоре попадает в желудок в результате заглатывания мокроты. В некоторых случаях целесообразно ингаляционно в виде аэрозолей применять вещества, которые способны связывать радиоизотопы и образовывать комплексные соединения. В последующем эти соединения всасываются в кровь, а затем выводятся с мочой. Подобная же помощь должна быть оказана при поступлении радиоактивных веществ в кровь и лимфу, т.е. в более поздний период после заражения. Для этих целей рекомендуется назначение пентацина (тринатрийкальциевой соли диэтилентриаминпентауксусной кислоты), который обладает способностью связывать в прочные недиссоциирующие комплексы такие радионуклиды, как плутоний, трансплутониевые элементы, радиоактивные изотопы редкоземельных элементов, цинк и некоторые другие.

Чтобы предотвратить всасывание радиоактивных веществ с раневых поверхностей, раны необходимо обмывать адсорбентным или физиологическим раствором.

В ПЕРИОД ПЕРВИЧНОЙ РЕАКЦИИ костно-мозговой формы ОЛБ проводится лечение с целью сохранения бое- и трудоспособности пострадавшего и ранняя патогенетическая терапия. Первое включает в себя использование противорвотных средств, психостимуляторов (диметпрамид, диметкарб, диксафен, метаклопрамид, дифенидол, атропин, аминазин, аэрон и др.). Для предупреждения тошноты и рвоты принимается внутрь таблетки диметкарба или димедпрамида по 20 мг 3 раза в день, а также аминазина (особенно на фоне психомоторного возбуждения) по 25 мг 2 раза в день. При развившейся рвоте диметпрамид вводят внутримышечно по 1 мл 2% раствора или диксафен по 1 мл, или аминазин по 1 мл 0,5 % раствора, или подкожно атропин по 1 мл 0,1 % раствора. Для борьбы с гемодинамическими расстройствами могут быть использованы кордиамин, кофеин, камфора, при коллапсе - преднизолон, мезатон, норадреналин, полиглюкин, при сердечной недоста-

точности - коргликон, строфантин). При неукротимой рвоте, поносе и явлениях обезвоживания - 10% раствор хлорида натрия, физиологический раствор.

Основой ранней патогенетической терапии являются развитие постлучевого токсикоза и угнетение процессов пролиферации клеток, сопровождаемые снижением синтеза защитных белков, подавлением фагоцитоза, функции иммунокомпетентных клеток и т.п. Эта терапия складывается из детоксицирующей, антипротеолитической терапии, использования средств, восстанавливающих микроциркуляцию, стимулирующих гемопоэз и неспецифическую иммунологическую резистентность организма.

Постлучевой токсикоз развивается сразу после облучения в результате накопления в клетках и тканях так называемых радиотоксинов, которые в зависимости от сроков появления и химической природы подразделяют на первичные и вторичные. К первичным радиотоксинам относят продукты радиолитиза воды, вещества хиноидной природы и соединения, появляющиеся при окислении липидов (альдегиды, кетоны и др.). Вторичные радиотоксины являются результатом распада радиочувствительных тканей; преимущественно это образующиеся в избыточном количестве продукты окисления фенольных и гидроароматических соединений. Появляются они на более поздних этапах формирования лучевого поражения как следствие глубоких биохимических сдвигов в обмене веществ и физиологических нарушений. Радиотоксины, обладая высокой биологической активностью, могут вызвать разрывы химических связей в молекулах ДНК и препятствовать их репарации, способствовать возникновению хромосомных aberrаций, повреждать структуру клеточных мембран, подавлять процессы клеточного деления.

Средства и методы патогенетической терапии направлены на предупреждение возникновения или уменьшение образования токсических продуктов, инактивацию или снижение их активности, увеличение скорости выведения токсинов из организма. Последнее может быть достигнуто форсированием диуреза с применением диуретиков осмотического действия. Однако, поскольку эти мероприятия могут вызвать нежелательные сдвиги в водно-

электролитном балансе, в настоящее время в системе борьбы с ранней постлучевой токсемией предпочтение отдают детоксикаторам - плазмозаменителям гемодинамического, дезинтоксикационного и полифункционального действия. К числу первых, в механизме действия которых основную роль играют эффект "разведения" концентрации токсинов и ускорение их элиминации, относятся полиглокин, реополиглокин и некоторые другие препараты на основе декстрана. Введение этих препаратов не только обеспечивает разбавление концентрации радиотоксинов, но и связывает их. Производные поливинилпирролидона гемодез (6% раствор ПВП), аминодез (смесь ПВП, аминокислот и сорбита), глюконеодез (смесь ПВП и глюкозы), препараты на основе низкомолекулярного поливинилового спирта - поливисолин (смесь НПВС, глюкозы, солей калия, натрия и магния), реоглюман (10% раствор декстрана с добавлением 5% маннита), помимо комплексообразующего действия, обладает также выраженным гемодинамическим эффектом, который способствует улучшению микроциркуляции крови и улучшению лимфооттока, снижению вязкости крови, угнетению процессов агрегации форменных элементов.

Многие детоксикаторы-плазмозаменители обладают иммунокорректирующим действием (стимулируют систему мононуклеарных фагоцитов, синтез интерферона, миграцию и кооперацию Т- и В-лимфоцитов), что обеспечивает более благоприятное течение процессов постлучевой репарации.

Весьма эффективными являются методы экстракорпоральной сорбционной детоксикации - гемосорбция и плазмаферез. В настоящее время положительное действие гемосорбции подтверждено уже большой практикой лечения больных с острой лучевой травмой, однако эта процедура вызывает ряд нежелательных последствий (увеличивает тромбообразование, гиповолемию, повышает вязкость крови, гипотонию, вызывает тошноту, озноб). Более перспективен в этом плане плазмаферез, он представляет собой трансфузиологическую процедуру, заключающуюся в изъятии определенного объема плазмы из кровотока с одновременным восполнением адекватным количеством плазмозамещающих жидкостей. Проведение плазмафереза в первые 3

суток после облучения, в механизмах терапевтического действия которого, как полагают, существенную роль играет не только элиминация антигенов и аутоиммунных комплексов, продуктов распада радиочувствительных тканей, медиаторов воспаления и других "радиотоксинов", но и улучшение реологических свойств крови. К сожалению, методы экстракорпоральной детоксикации весьма трудоемки и поэтому могут быть применены в основном на этапе специализированной медицинской помощи при наличии соответствующих сил и средств.

Развитие токсемии и нарушений микроциркуляции в первые дни после облучения частично связано с активацией протеолитических ферментов и диссеминированного внутрисосудистого свертывания. Для смягчения этих расстройств показано применение на протяжении первых 2-3 суток после облучения при лучевой болезни III-IV степени ингибиторов протеаз (контрикал, трасилол, гордокс и др.) и прямых антикоагулянтов (гепарин).

Помимо детоксикаторов, большую группу средств, применяемых в ранние сроки после облучения, составляют биологически активные вещества природного и синтетического происхождения: цитокины, индукторы интерферона, полирибонуклеотиды, нуклеозиды, коферменты, некоторые гормональные препараты.

Механизмы их противолучевого действия связывают с повышением радиорезистентности тканей путем активации процессов миграции лимфоидных клеток в костный мозг, возрастания количества рецепторов на иммунокомпетентных клетках, усиления взаимодействия макрофагов с Т- и В-лимфоцитами, увеличения пролиферации стволовых кроветворных клеток, активации гранулоцитопоза. Одновременно происходит стимуляция синтеза гамма-глобулина, нуклеиновых кислот и лизосомальных ферментов, усиливается фагоцитарная активность макрофагов, увеличивается продукция лизоцима, бета-лизинов и т.д. Некоторые высокомолекулярные соединения (полисахариды, экзогенные РНК и ДНК) способны, кроме того, сорбировать и инактивировать радиотоксины.

Проведение ранней патогенетической терапии, как правило, будет осуществляться только в госпиталях.

В СКРЫТЫЙ ПЕРИОД производится санация возможных очагов инфекции. Могут быть назначены седативные, антигистаминные средства (фенназепам, димедрол, пипольфен и др.), витаминные препараты (группа В, С, Р). В некоторых случаях при крайне тяжелой степени острой лучевой болезни от относительно равномерного облучения (доза равна и более 6 Гр), если есть такая возможность, на 5-6 сутки, можно и раньше, после облучения может быть проведена трансплантация аллогенного или сингенного (заготовленного ранее от пострадавшего и законсервированного) костного мозга. Аллогенный костный мозг должен быть подобран по АВО - группе, резус-фактору и типирован по HLA антигенной системы лейкоцитов и лимфоцитарному МС-тесту. Количество клеток в трансплантате должно быть не менее 15-20 миллиардов. Трансплантация обычно осуществляется путем внутривенного введения костного мозга. При трансплантации костного мозга облученному мы можем рассчитывать на три эффекта: приживание пересаженного костного мозга донора с последующей репродукцией стволовых клеток, стимуляция остатков костного мозга пострадавшего и замещение пораженного костного мозга донорским без его приживания.

Приживание донорского костного мозга возможно практически на фоне полного подавления иммунной активности облученного. Поэтому трансплантация костного мозга проводится при активной иммуносупрессивной терапии антилимфоцитарной сывороткой или 6% раствора антилимфоцитарного глобулина с использованием кортикостероидных гормонов. Приживание трансплантата с продукцией им полноценных клеток происходит не ранее 7-14 дня после трансплантации. На фоне прижившегося трансплантата может произойти оживление остатков кроветворения облученного, что неизбежно приводит к иммунному конфликту собственного костного мозга и прижившегося донорского. В международной литературе это получило название вторичная болезнь (болезнь отторжения чужеродного трансплантата), а эффект временного приживания донорского костного мозга в орга-

низме облученного - " радиационные химеры". Для усиления репаративных процессов в костном мозге у больных, получивших сублетальные дозы облучения (менее 6 Гр) в качестве стимулирующего кроветворения и заместительного средства может использоваться нетипированный аллогенный костный мозг совместимый по системе АВО и резус фактору в дозе  $10-15 \times 10^9$  клеток. В конце скрытого периода больной переводится на специальный режим. В предвидении агранулоцитоза и в течении его для борьбы с экзогенной инфекцией необходимо создание асептического режима: постельное содержание с максимальной изоляцией (рассредоточение больных, боксированные палаты с бактерицидными лампами, асептические боксы, стерильные палаты).

В ПЕРИОД РАЗГАРА проводятся лечебно-профилактические мероприятия направленные прежде всего на:

- заместительную терапию и восстановление кроветворения;
- профилактику и лечение геморрагического синдрома;
- профилактику и терапию инфекционных осложнений.

Лечение острой лучевой болезни должно проводиться интенсивно и комплексно с использованием не только патогенетически обоснованных средств, но и медикаментозных препаратов симптоматической терапии.

Персонал, прежде чем зайти в палату к больному, надевает марлевые респираторы, дополнительный халат и обувь, находящуюся на коврик, смоченном 1% раствором хлорамина. Проводится систематический бактериальный контроль воздуха и предметов палаты. Необходим тщательный уход за полостью рта, гигиеническая обработка кожи раствором антисептиков. При выборе антибактериальных средств следует руководствоваться результатами определения чувствительности микроорганизма к антибиотикам. В тех случаях, когда индивидуальный бактериологический контроль невозможен (например, при массовом поступлении пораженных), рекомендуется производить выборочное определение антибиотикочувствительности к микроорганизмам, выделяемым у отдельных пострадавших.

Для лечения данного контингента больных следует применять антибиотики, к которым чувствителен наиболее распространенный патогенный штамм микроба. При невозможности бактериологического контроля антибиотики назначают эмпирически, а лечебный эффект оценивают по температуре тела и клиническим симптомам, характеризующим выраженность инфекционного процесса.

Профилактику агранулоцитарных инфекционных осложнений начинают в срок 8-15 дней в зависимости от тяжести ОЛБ (II-III ст.) или снижении числа лейкоцитов менее  $1 \times 10^9$ /л максимальными дозами бактерицидных антибиотиков, которые назначают эмпирически еще до определения вида возбудителя

Применение сульфаниламидов в силу того, что они усиливают гранулоцитопению, следует избегать, их применяют лишь при отсутствии антибиотиков. Антибиотиками выбора являются полусинтетические пенициллины (окациллин, метициллин, ампициллин по 0.5 внутрь 4 раза в день, карбенициллин). Эффект оценивают по клиническим проявлениям первых 48 часов (снижение лихорадки, исчезновение или сглаживание очаговых симптомов инфекции). Если эффекта нет, необходимо заменить указанные антибиотики цефоприном (3-6 г в сутки) и гентамицином (120-180 мг в сутки), ампиоксом, канамицином (0,5 2 раза в сутки), доксициклином, карбенициллином, линкомицином, римфампицином. Замену производят эмпирически, без учета данных бактериологических исследований. В случае успеха продолжают введение препарата до выхода из агранулоцитоза - повышения содержания лейкоцитов в периферической крови до  $2,0-3,0 \times 10^9$ /л (7-10 дней). Возникновение на данном антибиотическом режиме нового очага воспаления требует смены препаратов. При возможности проводят регулярное бактериологическое исследование, при этом антибиотическая терапия становится целенаправленной. Вводятся антибиотики (в том числе пенициллин до 20 млн ЕД в сутки) интервалами, не превышающими 6 часов. При отсутствии эффекта можно добавить еще один антибиотик, например, карбенциллин (20 грамм на курс), реверин, гентомицин. Для профилактики суперинфекции грибами



назначают нистатин по 1 млн ЕД в сутки 4-6 раз или леворин или амфитерин. При тяжелых стафилококковых поражениях слизистой рта и глотки, пневмониях, септицемии, показаны также антистафилококковая плазма или антистафилококковый гаммаглобулин, другие глобулины направленного действия. При острой лучевой болезни 2 и 3 степеней желателен ввод средств, повышающих неспецифическую резистентность организма.

Для борьбы с геморрагическим синдромом используют в соответствующих дозах средства, восполняющие дефицит тромбоцитов. Прежде всего это тромбоцитарная масса. Предварительно ее ( $300 \times 10^9$  клеток в 200-250 мл плазмы на одну трансфузию) для инактивации иммунокомпонентных клеток подвергают облучению в дозе 15 Гр. Трансфузии начинают при снижении числа тромбоцитов в крови менее  $20 \times 10^9$  клеток/л. Всего каждому больному производят от 3 до 8 трансфузий. Кроме того, при отсутствии тромбоцитарной массы возможны прямые переливания крови, нативной или свежезаготовленной крови не более 1 дня хранения (наличие стабилизатора и хранения крови более длительно усиливают геморрагический синдром при ОЛБ и переливании такой крови не желательны, кроме случаев анемизирующей кровоточности). Используются и средства, усиливающие коагуляцию крови (аминокапроновая кислота, амбен), влияющие на сосудистую стенку (серотонин, дицинон, аскорутин). При кровоточивости из слизистых оболочек следует применять местные гемостатические средства: тромбин, гемостатическую губку, тампоны, смоченные раствором эpsilon-аминокапроновой кислотой, а также сухая плазма (можно местно - при кровотечениях из носа, ран)

При анемии необходимы гемотрансфузии одноклассной респонсивной крови, предпочтительнее - эритроцитарной массы, эритроцитарной взвеси, прямые переливания крови свежесготовленной не более 1 дня хранения. Стимуляторы кроветворения в период разгара не назначаются. Более того, стимуляторы лейкопоэза пентоксил, нуклеинат натрия, тезан-25 вызывают истощение костного мозга и утяжеляют течение болезни. Для устранения токсемии в вену капельно вводят изотонический раствор хлорида натрия, 5 % раствор глюкозы, гемодез, полиглюкин и другие жидкости, иногда в сочета-

нии с диуретиками (лазикс, маннитол и др.), особенно при отеке головного мозга. Дозы контролируют объемом диуреза и показателями электролитного состава.

При выраженном орофарингеальном и желудочно-кишечном синдроме - питание через постоянный (анорексия) носовой зонд (специальное питание, протертая пища), назначать пепсин, спазмолитики, панкреатин, дерматол, карбонат кальция в общепринятых дозах. При орофарингеальном синдроме, кроме того, необходима обработка полости рта антисептическими растворами и препаратами ускоряющими репаративные процессы (персиковое и облепиховое масло).

При тяжелых поражениях кишечника - парентеральное питание (белковые гидролизаты, жировые эмульсии, полиаминные смеси), голод. При необходимости - симптоматическая терапия: при сосудистой недостаточности - мезатон, норадреналин, преднизолон; при сердечной недостаточности - коргликон или строфантин.

В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ с целью стабилизации и восстановления кроветворения и функции ЦНС назначают небольшие дозы анаболических стероидов (неробол, ретаболил), тезан, пентоксил, карбонат лития, нуклеиновокислый натрий, секуринин, бемитил; витамины группы В, А, С, Р. Больной получает диету, богатую белком, витаминами и железом (диета 15, 11б); постепенно больного переводят на общий режим, отменяют антибактериальные (при достижении числа лейкоцитов  $3 \times 10^9$ /л и более гемостатические (при повышении количества тромбоцитов до 60-80 тыс. в 1 мкл) средства, проводят рациональную психотерапию, правильно ориентируют его в трудовом и жизненном режиме. Сроки выписки из стационара не превышают при ОЛБ III ст. 2,5-3 месяцев, при ОЛБ II ст. - 2-2,5 и при ОЛБ I ст. - 1-1,5 месяцев.

Лечение пораженных ионизирующим излучением на этапах медицинской эвакуации осуществляется согласно основным направлениям терапии ОЛБ с учетом интенсивности потока пораженных, прогноза для жизни, штатных и табельных возможностей этапа.

**ПЕРВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ** оказывается сразу же после радиационного поражения в порядке само- и взаимопомощи. Принимаются внутрь средства профилактики первичной реакции - диметкарб, при развившейся рвоте и гиподинамии - диксафен в/м; при загрязнении кожи и одежды РВ - частичная санитарная обработка; при опасности дальнейшего облучения (нахождения на местности) загрязненной РВ принимается внутрь радиопротектор - цистамин или Б-130.

**ДОВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ** оказывается фельдшером или санинструктором. При развившейся рвоте и гиподинамии - диметпрамид или диксафен в/м; при сердечно-сосудистой недостаточности - кордиамин п/к; кофеин в/м; при психомоторном возбуждении внутрь - феназепам; при необходимости дальнейшего пребывания в зоне повышенной радиации внутрь - цистамин или Б-130; при загрязнении кожи или одежды РВ - частичная санитарная обработка.

**ПЕРВАЯ ВРАЧЕБНАЯ ПОМОЩЬ** осуществляется на МПП. Большое значение имеет правильно, быстро и четко проводимая медицинская сортировка. На сортировочном посту выделяются пораженные, имеющие загрязнение РВ, и направляются на площадку для частичной санитарной обработки (ПСО). Все остальные, а также пораженные после ПСО осматриваются врачом на сортировочной площадке в составе медицинской бригады (врач, медсестра, регистратор). Выделяются пораженные, нуждающиеся в оказании неотложной помощи.

К неотложным мероприятиям первой врачебной помощи относятся: введение при выраженной рвоте - диметпрамида в/м, при неукротимой рвоте - диксафена в/м или атропина п/к, при резком обезвоживании - обильное питье подсоленной воды, физиологический раствор п/к и в/в; при острой сосудистой недостаточности - кордиамин п/к, кофеин в/м или мезатон в/м; при сердечной недостаточности - коргликон или строфантин в/в; при судорогах - феназепам или барбитал в/м.

К отсроченным лечебным мероприятиям относятся назначение лихорадящим больным внутрь ампициллина или оксациллина, пенициллина в/м; при выраженности кровоточивости ЭАКК или амбен в/м.

Больных ОЛБ I ст. (доза - 1-2 Гр) после купирования первичной реакции возвращают в подразделение; при наличии проявлений разгара болезни, как и всех больных ОЛБ более тяжелой степени (доза более 2 Гр) направляют в ОМЕДБ (ОМО) для оказания квалифицированной помощи.

**КВАЛИФИЦИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ.** При поступлении в ОМЕДБ пораженных ионизирующим излучением в процессе их сортировки выделяются пострадавшие с заражением кожи и обмундирования РВ сверх допустимого уровня. Они отправляются в ОСО, где производится полная санитарная обработка и оказывается при необходимости неотложная помощь. В сортировочно-эвакуационном отделении определяется форма и степень тяжести ОЛБ, состояние транспортабельности. Нетранспортабельных пораженных (острая сердечно-сосудистая недостаточность, неукротимая рвота с признаками обезвоживания) направляют в противошоковое отделение, больных с признаками тяжелой токсемии, психомоторного возбуждения, судорожно- гиперкинетическим синдромом - в госпитальное отделение. Больных с ОЛБ I ст. (доза 1-2 Гр) после купирования первичной реакции возвращают в свою часть. Всех больных с более тяжелой степенью ОЛБ (доза более 2Гр) за исключением имеющих церебральную форму лучевой болезни, эвакуируют в терапевтические госпитали; больных с ОЛБ I ст. в период разгара заболевания эвакуируют в ВПГЛР, при II-IV ст. - в терапевтические госпитали.

Мероприятия неотложной квалифицированной медицинской помощи:

1. при выраженной первичной реакции (упорная рвота) - диметпрамид или диксафен в/м или атропин п/к, в случае резкого обезвоживания растворы хлорида натрия, гемодез, реополиглюкин - все в/в.

2. при сердечно-сосудистой недостаточности - мезатон в/м или норадреналин в/в с раствором глюкозы, при сердечной недостаточности - коргликон и строфантин в/в капельно на растворе глюкозы;

3. при анемизирующей кровоточивости - ЭАКК или амбен в/в, местно - тромбин, гемостатическая губка, а также переливание эритроцитной массы или свежезаготовленной крови (прямые переливания крови);

4. при тяжелых инфекционных осложнениях - ампициллин с оксациллином или рифампицин или пенициллин, или эритромицин внутрь.

К отсроченным мероприятиям квалифицированной помощи относят назначение:

1. при возбуждении - феназепам, оксидин внутрь;

2. при снижении числа лейкоцитов до  $1 \times 10^9/\text{л}$  и лихорадке - тетрациклин, сульфаниламиды внутрь;

3. в скрытом периоде - поливитамины, димедрол, переливание плазмы, поливинилпиролон и полиглюкин через день;

4. при церебральной форме ОЛБ для облегчения страданий - феназепам в/м, барбамил в/м, промедол п/к.

После оказания квалифицированной помощи и подготовки к эвакуации больные ОЛБ эвакуируются в госпитальную базу.

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ** оказывается в терапевтических госпиталях. В дополнение к мероприятиям квалифицированной помощи в начальном периоде при ОЛБ II-III ст. может быть проведена гемосорбция, в скрытом периоде больным IV ст. ОЛБ (доза 6-10 Гр) - трансплантация аллогенного костного мозга, а в периоде разгара при развитии агранулоцитоза и глубокой тромбоцитопении и тяжелого энтерита - размещение больных в асептических палатах, зондовое или парентеральное питание, переливание лейкоконцентратов и тромбоцитной массы, полученные путем сепарации клеток.

Этапное лечение сочетанных и комбинированных радиационных поражений имеет ряд особенностей.

При СРП инкорпорацией, кроме лечения ОЛБ, проводятся мероприятия медицинской помощи, направленные на выведение попавших внутрь организма РВ: промывание желудка, назначение слабительных, адсорбентов, очистительные клизмы, отхаркивающие препараты, мочегонные, введение

комплексонов (ЭДТА, пентацин и др.). При бетадерматитах - обезболивание (новокаиновые блокады, местно-анестезин), повязки с антибактериальными средствами и др.

При КРП необходимо совмещать комплексную терапию лучевой болезни с лечением нелучевых травм. Хирургическое лечение необходимо завершить в скрытом периоде лучевой болезни, в период разгара операции проводят только по жизненным показаниям. Особенностью лечения КРП в начальном и скрытом периодах лучевой болезни является профилактическое назначение антибиотиков (до возникновения инфекционных процессов и агранулоцитоза).

В разгар болезни обращается особое внимание на профилактику и лечение раневой инфекции и предупреждения кровотечений из ран (применение фибриновой и гемостатической губки, сухого тромбина).

### **Особенности радиационных поражений мирного времени**

Радиация действительно опасна: в больших дозах она приводит к поражению тканей, живой клетки, в малых – вызывает раковые явления и способствует генетическим изменениям.

Так как основную часть дозы облучения население получает от естественных источников, то большинства из них избежать просто невозможно.

Человек подвергается двум видам облучения: внешнему и внутреннему. Дозы облучения сильно различаются и зависят, главным образом, от того, где люди живут.

### **ИСТОЧНИКИ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ**

Радиоактивный фон, создаваемый космическими лучами (0,3 мЗв/год), дает чуть меньше половины всего внешнего облучения (0,65 мЗв/год), получаемого населением. Нет такого места на Земле, куда бы ни проникали космические лучи. При этом надо отметить, что Северный и Южный полюса получают больше радиации, чем экваториальные районы. Происходит это из-за наличия у Земли магнитного поля, силовые линии которого входят и выходят у полюсов.

Однако более существенную роль играет место нахождения человека. Чем выше поднимается он над уровнем моря, тем сильнее становится облучение, ибо толщина воздушной прослойки и ее плотность по мере подъема уменьшается, а следовательно, падают защитные свойства.

Земная радиация, дающая ориентировочно 0,35 мЗв/год внешнего облучения, исходит в основном от тех пород полезных ископаемых, которые содержат калий – 40, рубидий – 87, уран – 238, торий – 232. Естественно, уровни земной радиации на нашей планете неодинаковы и колеблются большей частью от 0,3 до 0,6 мЗв/год. Есть такие места, где эти показатели во много раз выше .

### ИСТОЧНИКИ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

Внутренне облучение населения от естественных источников на две трети происходит от попадания радиоактивных веществ в организм с пищей, водой и воздухом. В среднем человек получает около 180 мкЗв/год за счет калия – 40, который усваивается организмом вместе с нерадиоактивным калием, необходимым для жизнедеятельности. Нуклиды свинца – 210, полония – 210 концентрируются в рыбе и моллюсках. Поэтому люди, потребляющие много рыбы и других даров моря, получают относительно высокие дозы внутреннего облучения .

Жители северных районов, питающиеся мясом оленя, тоже подвергаются более высокому облучению, потому что лишайник, который употребляют олени в пищу зимой, концентрирует в себе значительные количества радиоактивных изотопов полония и свинца.

Недавно ученые установили, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является радиоактивный газ радон – это невидимый, не имеющий ни вкуса, ни запаха газ, который в 7,5 раз тяжелее воздуха. В природе радон встречается в двух основных видах: радон – 222 и радон – 220. Основная часть радиации исходит не от самого радона, а от дочерних продуктов распада, поэтому значительную часть дозы облучения человек получает от радионуклидов радона, попадающих в организм вместе с вдыхаемым воздухом.

Также нельзя забывать, что при сжигании угля значительная часть его компонентов спекается в шлак или золу, где концентрируются радиоактивные вещества. Более легкая из них часть – зольная пыль – уносится в воздух, что также приводит к дополнительному облучению людей.

Из печек и каминов всего мира вылетает в атмосферу зольной пыли не меньше, чем из труб электростанции.

За последние десятилетия человек усиленно занимался проблемами ядерной физики. Он создал сотни искусственных радионуклидов, научился использовать возможности атома в самых различных отраслях – в медицине, при производстве электро- и тепловой энергии, изготовлении светящихся циферблатов часов, множества приборов, при поиске полезных ископаемых и в военном деле. Все это, естественно, приводит к дополнительному облучению людей. В большинстве случаев дозы невелики, но иногда техногенные источники оказываются во много тысяч раз интенсивнее, чем естественные.

Медицинские процедуры и методы лечения, связанные с применением радиоактивности, вносят основной вклад в дозу, получаемую человеком от техногенных источников. Так, при рентгенографии зубов человек получает местное разовое облучение 0,03 Зв (3 бэр), при рентгенографии желудка – 0,3 Зв (30 бэр), при флюорографии – 3,7 мЗв (370 мбэр).

Ядерные взрывы тоже вносят свою лепту в увеличение дозы облучения человека. Радиоактивные осадки от испытаний в атмосфере разносятся по всей планете, повышая общий уровень загрязненности.

Атомная энергетика, хотя и вносит в суммарное облучение населения незначительный вклад, является предметом интенсивных споров. Если ядерные установки работают нормально, то и выбросы радиоактивных материалов в окружающую среду очень малы.

Каждому понятно, что доза облучения от ядерного реактора зависит от времени и расстояния. Чем дальше человек живет от АЭС, тем меньшую дозу он получает. Дело в том, что большинство радионукли-



дов, выбрасываемых в атмосферу, быстро распадаются, и поэтому они имеют только местное значение. Конечно, есть и долгоживущие, которые могут распространяться по всему земному шару и оставаться в окружающей среде практически бесконечно.

Другим источником загрязнения радиоактивными веществами служат рудники и обогатительные фабрики. В процессе переработки рудной руды образуется огромное количество отходов – «хвостов», которые остаются радиоактивными в течение миллионов лет. Они – главный долгоживущий источник облучения населения.

*Подводя итог, надо сказать, что средние дозы облучения от атомной энергетики весьма малы по сравнению с дозами, получаемыми от естественных источников (более 1%).*

В промышленности и в быту из-за применения различных технических средств люди тоже получают дополнительное, хотя и небольшое, облучение. Например, работники, которые участвуют в производстве люминофоров с использованием радиоактивных материалов, на заводах стройиндустрии и промплощадках, где используются установки промышленной дефектоскопии. Под землей повышенные дозы получают шахтеры, рудокопы, золотодобытчики. Достается и персоналу курортов с радоновыми источниками.

Самым распространенным бытовым облучателем являются часы со светящимся циферблатом. Они дают годовую дозу, в 4 раза превышающую ту, что обусловлена утечкой на АЭС. На расстоянии 1 метра от циферблата излучение, как правило, в 10000 раз слабее, чем в 1 сантиметре.

Источник рентгеновского излучения – цветной телевизор. При просмотре, например, одного хоккейного матча человек получает облучение 0,1 мкЗв (1 мкбэр). Если смотреть передачи в течении года ежедневно по 3 часа, то доза облучения составит 5 мкЗв.

Таким образом, в современных условиях при наличии высокого естественного радиационного фона, при действующих технологических

процессах каждый житель Земли ежегодно получает дозу облучения в среднем 2 – 3 мЗв (200 – 300 мбэр).

## **V. Контроль результатов усвоения темы:**

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Основные единицы и методы измерения ионизирующего излучения;
2. Характеристику радиационных факторов;
3. Механизм биологического действия ионизирующих излучений;
4. Классификацию лучевых поражений в результате внешнего облучения;
5. Клинические формы и характеристику лучевых поражений в результате внешнего облучения;
6. Предельно допустимые дозы облучения, не вызывающие патологии в организме;

### ***Тесты для самоконтроля:***

1. Мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения измеряется в:
  - a) ампер/кг (А\ кг)
  - b) рентген (Р)
  - c) киловольт
  - d) Рад
  - e) Беккерель (Бк)
2. Поглощенная доза ионизирующего излучения измеряется в:
  - a) грей (Гр)
  - b) кюри (Ки)
  - c) ампер/кг (А\ кг)
  - d) рентген/час (Р\ ч)
  - e) Беккерель (Бк)
3. Радиоактивность измеряется в:
  - a) кюри (Ки)
  - b) ампер/кг (А\ кг)
  - c) рентген (Р)
  - d) Рад
  - e) ватт

4. При осмотре пострадавшего, который работал в радионуклидной лаборатории, врач пришел к выводу о возникновении острой лучевой болезни от попадания радиоактивного вещества внутрь. Какой вид излучения имел место в данном случае?

- a)  $\alpha$ -излучение
- b)  $\beta$  - излучение
- c)  $\gamma$ -излучение
- d) рентгеновское излучение
- e) нейтронное излучение

5. Предельно допустимая однократная доза облучения в военное время установлена:

- a) 50Р
- b) 100Р
- c) 200Р
- d) 300Р
- e) 500Р

6. Костномозговая форма острой лучевой болезни развивается при дозе облучения:

- a) 1-10 Гр
- b) 10-20 Гр
- c) 20-80 Гр
- d) 80-100 Гр
- e) более 100 Гр

7. Поражающие факторы при аварии на АЭС:

- a) ударная волна
- b) световое излучение
- c) проникающая радиация
- d) радиоактивное загрязнение местности
- e) психологическое воздействие

8. Однократной считается доза облучения, полученная в течении;

- a) месяца

- b) квартала
- c) года
- d) четырёх дней
- e) десяти дней

9. Спад уровня радиации в 10 раз при семикратном увеличении времени характерно:

- a) для продуктов ядерного взрыва
- b) для продуктов ядерного деления (АЭС)
- c) при применении радиологического оружия
- d) при применении химического оружия
- e) при применении биологического оружия

10. Для защиты личного состава, направляемого для ликвидации ближайших последствий радиационной аварии, целесообразно применить препараты:

- a) цистамин
- b) ипдралин
- c) диметкарб
- d) афин
- e) калия йодид
- f) метацин

11. При оказании медицинской помощи на догоспитальном этапе лицам, облученным в высоких дозах, целесообразно введение:

- a) цистамина
- b) латрапа
- c) дезоксипата
- d) лидокаина
- e) аминазина

12. Степень радиоактивного заражения местности после ядерного взрыва зависит от:

- a) типа ядерного боеприпаса
- b) мощности ядерного боеприпаса
- c) вида ядерного взрыва

- d) географической широты района взрыва
- e) метеоусловий

13. «Правило семерок» формулируется так:

- a) при десятикратном увеличении времени, прошедшего после ядерного взрыва, мощность дозы излучения на местности уменьшается в 7 раз
- b) при семикратном увеличении времени, прошедшего после ядерного взрыва, мощность дозы излучения на местности уменьшается в 10 раз

14. Как изменяется активность продуктов ядерного взрыва, если время после взрыва увеличится в 7 раз?

- a) не изменится
- b) уменьшится в 10 раз
- c) уменьшится в 7 раз
- d) уменьшится в 17 раз
- e) уменьшится в 77 раз

15. Какова доза внешнего облучения, не приводящая к снижению боеспособности, для личного состава войск, работающего на следе радиоактивного облака?

- a) 5 рад
- b) 20 рад
- c) 100 рад
- d) 50 рад
- e) 150 рад

16. В результате аварии в физической лаборатории появился источник  $\beta$  – излучения. Длина пробега  $\beta$  -частиц в биологической ткани достигает:

- a) до 50 мкм;
- b) до 1 см;
- c) десятки сантиметров;
- d) десятки метров

***Клинические задачи для самоконтроля:***

1. При осмотре пострадавшего с острой лучевой болезнью видны множественные эрозии с гемorragиями на слизистой щёк и в подъязычной области. Картина какого синдрома имеется у пострадавшего?
  - a) гастроинтестинального
  - b) орофарингеального
  - c) церебрального
  - d) костномозгового
  - e) общей токсемии
  
2. У рабочего С. 37 л через 3 часа после аварии на АЭС появились жалобы на умеренную головную боль, тошноту. Была одноразовая рвота. Доставлен в медпункт. При осмотре - общее состояние удовлетворительное, сознание ясное, температура тела нормальная, ЧСС 100 в мин., АД 120/80 мм.рт.ст. Ваш диагноз:
  - a) острая лучевая болезнь легкой степени тяжести
  - b) острая лучевая болезнь средней степени тяжести
  - c) острая лучевая болезнь тяжелой степени
  - d) острая лучевая болезнь крайне тяжелой степени
  - e) хроническая лучевая болезнь, тяжелая степень
  
3. Рядовой Ц. доставлен в МПП через 1,5 часа после ядерного взрыва. Жалуется на умеренную общую слабость, головную боль, двукратную рвоту. Жалобы появились через 1 час после облучения. При осмотре общее состояние удовлетворительное, сознание ясное, гиперемия кожи лица, АД 105/70 мм.рт.ст., пульс 110 уд. в минуту. Температура тела 37,3° С. Ваш вариант диагноза:
  - a) острая лучевая болезнь, костномозговая форма
  - b) острая лучевая болезнь, кишечная форма
  - c) острая лучевая болезнь, сосудисто-токсическая форма
  - d) острая лучевая болезнь, церебральная форма
  
4. Сержант Г., 21 г. доставлен в МПП через 3 часа после ядерного взрыва. Через 30 мин. после облучения появились общая слабость, выраженная головная боль, головокружение, тошнота, многократная рвота. При

осмотре сознание ясное, возбужденный, гиперемия кожи лица, продолжается рвота. Пульс 125 уд. в мин, АД 100/60 мм рт.ст. Температура тела 37,7° С. Показание индивидуального дозиметра 4,6 Гр. Ваш предварительный диагноз:

- a) острая лучевая болезнь, костномозговая форма, I ст.
  - b) острая лучевая болезнь, костномозговая форма, II ст.
  - c) острая лучевая болезнь, костномозговая форма III ст.
  - d) острая лучевая болезнь, костномозговая форма IV ст.
  - e) острая лучевая болезнь, кишечная форма
5. Пострадавший А. доставлен в МПП через 2 часа после ядерного взрыва, сознание отсутствует, АД 50/30 мм.рт.ст., ЧСС 150 уд. В мин. Показание индивидуального дозиметра 80 Гр. Ваш вариант диагноза:
- a) острая лучевая болезнь, костномозговая форма, III ст.
  - b) острая лучевая болезнь, костномозговая форма IV ст.
  - c) острая лучевая болезнь, кишечная форма
  - d) острая лучевая болезнь, сосудисто-токсическая форма
  - e) острая лучевая болезнь, церебральная форма
6. Военнослужащий Д. доставлен в военно-клинический госпиталь. 3 суток назад находился в очаге применения ядерного оружия. Индивидуальный дозиметр отсутствовал. В пунктате костного мозга, взятом на 4 сутки после облучения, митотический индекс составляет 1,8%, количество пролиферирующих эритробластов снижено на 25%, количество аберрантных клеток составляет 30%. Какую форму острой лучевой болезни можно предположить в данном случае?
- a) костномозговая форма, I ст.
  - b) костномозговая форма, II ст.
  - c) костномозговая форма, III ст.
  - d) костномозговая форма, IV ст.
  - e) кишечная форма
7. У военнослужащего Т, который лечится в военно-клиническом госпитале по поводу острой лучевой болезни появилась лихорадка до 38°С. В

общем анализе крови - Эр 2,5 Т/л, Нв 90 г/л, Л - 1,8 Г/л, Тр 90 Г/л. СОЭ 45 мм/ч. 2 недели назад работал на АЭС, где возникла авария. Показания индивидуального дозиметра были 4 Гр. На момент лечения в госпитале кроме слабости жалоб не имеет, принимает витамины. Какой из ниже перечисленных препаратов нужно вводить больному?

- a) антибиотик
  - b) эритроцитарную массу
  - c) тромбоцитарную массу
  - d) гидреа
  - e) циклофосфан
8. Пострадавший доставлен в МПП через 2 часа после ядерного взрыва с жалобами на головную боль, тошноту, многократную рвоту, боли в животе, понос. При осмотре, вялый, выраженная гиперемия лица, АД 80/50 мм.рт.ст., пульс 140 уд. в мин. В легких - везикулярное дыхание, частота дыхания 25 в мин. Живот мягкий, болезненный при пальпации вокруг пупка и в эпигастрии, вздут, температура 38,5°C. Показание индивидуального дозиметра 11,5 Гр. Ваш вариант диагноза:
- a) острая лучевая болезнь, костномозговая форма, III ст.
  - b) острая лучевая болезнь, костномозговая форма IV ст.
  - c) острая лучевая болезнь, кишечная форма
  - d) острая лучевая болезнь, сосудисто-токсическая форма
  - e) острая лучевая болезнь, церебральная форма

**Методические указания студентам по выполнению самоподготовки:**

- ознакомьтесь с целями практического занятия и самоподготовки;
- восстановите приобретенные на предыдущих курсах и ранее изученным темам знания;
- усвойте основные понятия и положения, касающиеся темы занятия;
- обратите внимание на правильность постановки диагноза ОЛБ;
- проанализируйте проделанную работу, выполните контрольные задания.





## ***VI. Литература.***

### Основная:

1. Військова терапія: підручник для студ. ВМНЗ / [авт. кол.: Козачок М.М., Лиховський О.І., Скляр С.І. та ін.]. – К., 2007. – 448 с. – ISBN 966-73-89-51-0;
2. Гут Тетяна Михайлівна. Військово-медична підготовка: навч. посіб. для студ. ВМНЗ / Т.М. Гут, Р.П. Гут. – К.: ВСВ «Медицина», 2010. – 303 с. - ISBN 978-617-505-012-5.

### Дополнительная:

1. «Что нужно знать о радиации» Аверьянова А.В. Луговский В.П. Русак И.М. Минск 2009 г.
2. «Радиационная защита населения» Нестеренко В.Б. Минск 2007 г.
3. «Радиация. Дозы, эффекты, риск» Москва 2010 г.
4. «Радиационная медицина» Стожаров А.Н. Минск 2012 г.
5. «Неотложная медицинская помощь» под ред. Дж. Тинтиналли Рл. Кроума Э. Руиза Москва 2011 г.
6. «Человек в чрезвычайных ситуациях» Петров Н.Н. Челябинск 2013 г.
7. «Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита» Куценко С.А. С.-П. 2004 г.
8. «Токсикология отравляющих веществ и защита от ядерного и химического оружия» Каракчиев Н.И. Ташкент 1997 г.
9. «Клиническая токсикология» Лужников Е.А. Москва 2002 г.
10. «Фармакотерапия боевой терапевтической патологии» Новоженев В.Г. Москва 2013 г.
11. «Общая токсикология» Курляндский Б.А. Москва 2009 г.
12. «Указания по военной токсикологии» Москва 2010г.