

ОСТРЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ ПОРАЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ: КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ СОРТИРОВКА

Никитин А.В.

Первый МГМУ имени И.М. Сеченова

Статья предназначена для специалистов в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций и врачей, в задачи которых входят организация и оказание медицинской помощи при возникновении массовых радиационных поражений. Цель публикации - дать общее представление, классификацию и практические рекомендации по диагностике и медицинской сортировке острых радиационных поражений на этапах медицинской эвакуации.

Массовых радиационных поражений следует ожидать при применении ядерного оружия в военное время, а в мирное время - при крупных радиационных авариях¹. Хотя безопасность ядерной энергетики придает исключительное значение, риск крупных радиационных аварий существует, несмотря на развитие технологий безопасности. В качестве примера можно привести аварию на АЭС Фукусима-1.² В нашей стране крупнейшими радиационными авариями стали катастрофа на Чернобыльской АЭС и авария в 1957 году на производственном объединении "Маяк" со сбросом радиоактивных отходов в реку Теча.

Классификация острых радиационных поражений человека

Различают следующие виды радиационного воздействия (облучения):

- по виду излучения (гамма-, рентгеновское, нейтронное, бета-, альфа- и т.д.), его энергии и дозе;

- по локализации источника (внешнее - от удаленного источника, а также при попадании радиоактивных нуклидов на кожу и слизистые оболочки; внутреннее - при инкорпорации радиоактивных изотопов);

- по распределению дозы в объеме тела человека (равномерное, неравномерное, местное);

- по распределению дозы во времени (кратковременное, пролонгированное, фракционированное).

Возникновение массовых радиационных поражений от ядерного оружия возможно при следующих характеристиках и сочетаниях этиологических факторов:

- общее кратковременное (относительно равномерное) внешнее гамма- или гамма-нейтронное облучение;

- общее пролонгированное (фракционированное) внешнее облучение;

- неравномерное кратковременное внешнее гамма- или гамма-нейтронное облучение;

- сочетанное радиационное воздействие (внешнее гамма-облучение, аппликация на кожу и слизистые оболочки и поступление внутрь радиоактивных продуктов взрыва);

- комбинированное воздействие радиационного и других поражающих факторов (ударной волны, светового излучения и т.д.).

Все многообразие перечисленных условий облучения приводит к развитию нескольких основных клинических вариантов

¹Радиационная авария - это авария на радиационно-опасном объекте, при котором произошел выход радиоактивных продуктов или ионизирующего излучения за предусмотренные проектом пределы их безопасной эксплуатации, вызвавший облучение населения и загрязнение окружающей среды.

²Авария на АЭС Фукусима-1 - крупная радиационная авария максимального 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий (INES), начавшаяся 11 марта 2011 года в результате сильнейшего в истории Японии землетрясения и последовавшего за ним цунами. Землетрясение и удар цунами вывели из строя внешние средства электроснабжения и резервные дизельные генераторы, что явилось причиной неработоспособности всех систем нормального и аварийного охлаждения и привело к расплавлению активной зоны реакторов и взрывам водорода на энергоблоках 1, 2 и 3 в первые дни развития аварии. Их здания частично разрушились, произошёл значительный выброс радиоактивных материалов в окружающую среду, составивший до 20% от выбросов при Чернобыльской аварии. В декабре 2013 года АЭС была официально закрыта. На территории станции продолжаются работы по ликвидации последствий аварии. По оценке японских инженеров-ядерщиков, приведение объекта в стабильное, безопасное состояние может потребовать до 40 лет. Финансовый ущерб, включая затраты на ликвидацию последствий, затраты на дезактивацию и компенсации, по состоянию на 2019 год оценивалась более чем в 200 миллиардов долларов.

острого лучевого поражения человека. В условиях массовых поражений наибольшее практическое значение имеют:

1. Острая лучевая болезнь (ОЛБ), вызванная воздействием внешнего равномерного облучения. Заболевание возникает при кратковременном (одномоментном) гамма- или гамма-нейтронном облучении в дозе, превышающей 100 рад. Клиническая картина характеризуется определенной периодичностью и полисиндромностью. В зависимости от величины дозы при внешнем относительно равномерном облучении развиваются различные клинические формы ОЛБ, для каждой из которых ведущим является один из синдромов: синдром поражения костного

мозга, синдром поражения кишечника и синдром поражения сосудистой и нервной систем. В течении заболевания различают начальный период (первичная реакция), скрытый (латентный) период, период разгара (развернутой клинической симптоматики) и период выздоровления. Четкая периодичность присуща в основном костномозговой форме. В практическом отношении принято также подразделять ОЛБ, развившуюся вследствие внешнего относительно равномерного облучения, по степени тяжести, в зависимости от дозы излучения и прогноза для жизни. Соответствующие данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Клиническая форма и степень тяжести ОЛБ, вызванной внешним равномерным облучением

Доза, рад	Клиническая форма	Степень тяжести	Прогноз для жизни
100-200	Костномозговая	I (легкая)	Абсолютно благоприятный
200-400	«	II (средняя)	Относительно благоприятный
400-600	«	III (тяжелая)	Сомнительный
600-1000 ¹	«	IV (крайне тяжелая)	Неблагоприятный
1000-2000	Кишечная	«	Абсолютно неблагоприятный
2000-8000	Токсемическая (сосудистая)	«	«
> 8000	Церебральная	«	«

2. Острая лучевая болезнь, вызванная внешним равномерным пролонгированным облучением.

3. Острая лучевая болезнь, вызванная неравномерным облучением. Заболевание развивается вследствие общего кратковременного, но резко неравномерного облучения. При этом неравномерность облучения может зависеть как от различной проникающей способности излучения, так и от своеобразия расположения его источника по отношению к телу человека (близкое расположение внешнего гамма- или гамма-нейтронного источника, аппликация, поступление изотопа внутрь, ингаляция, инкорпорация с избирательным накоплением в отдельных органах и т.д.). В практическом отношении наиболь-

шее значение имеет острая лучевая болезнь, развивающаяся вследствие воздействия неравномерного внешнего гамма-, гамма-нейтронного и бета- (аппликация изотопов) излучения. Этот вариант характеризуется сочетанием клинической картины ОЛБ, вызванной внешним относительно равномерным воздействием, с выраженными местными лучевыми поражениями (местной радиационной травмой) части тела (органа), подвергшейся наибольшему облучению.

4. Местные радиационные поражения возникают при локальном воздействии любого вида излучения в дозах, вызывающих клинически значимые изменения локально облученной ткани.

¹ При облучении в указанном диапазоне доз развивается ОЛБ, которая может быть охарактеризована как переходная форма между костномозговой и кишечной.

Клиника и диагностика

Зависимость тяжести лучевого поражения от дозы излучения обуславливает значение дозиметрической информации как диагностического показателя. Связь дозы со степенью тяжести ОЛБ, вызванной внешним относительно равномерным облучением, отражена в "Инструкции по диагностике, медицинской сортировке и лечению острых радиационных поражений"¹.

Сведения о величине дозы могут быть получены путем:

- измерения на поверхности тела (индивидуальная дозиметрия);
- измерения дозы на группу людей, находившихся в сходных условиях (войсковая дозиметрия);
- измерения дозы в воздухе;
- расчета по данным о длительности нахождения людей в зоне с различным уровнем радиоактивного излучения.

Факт облучения нейтронами устанавливается также по данным определения наведенной активности, а при наличии сведений о времени воздействия и качестве излучения возможна ориентировочная оценка дозы общего излучения (радиометрический метод).

В зависимости от условий размещения личного состава, положения дозиметра на теле, направленности и качества излучения точность оценки дозы любым методом существенно различается. В некоторых случаях она может быть повышена введением специальных поправок. Неодинакова также индивидуальная чувствительность людей к облучению. Поэтому сведения о дозе следует использовать как один из диагностических показателей в комплексе с клиническими и лабораторными данными.

Острая лучевая болезнь, вызванная относительно равномерным облучением

В течении ОЛБ отчетливо выделяются четыре периода:

1. Первичная реакция
2. Скрытый период
3. Период разгара
4. Период восстановления

1. Первичная реакция

Наиболее характерными ее проявлениями являются диспептические расстройства. Больных беспокоят тошнота, рвота, а при IV степени тяжести ОЛБ - жидкий стул. Кроме того, отмечаются общая слабость, головная боль, недо-

могание, повышение температуры тела, в некоторых случаях - возбужденное состояние. При крайне тяжелых поражениях возможен коллапс. В зависимости от степени тяжести ОЛБ выраженность диспептических расстройств, время их проявления и длительность будут отличаться. Первичная реакция тем выраженнее, чем выше степень тяжести ОЛБ. Начиная с момента воздействия ионизирующего излучения возникает поражение костного мозга и лимфоидной ткани. Это удается установить в первые часы после облучения по подавлению митотической активности, уменьшению числа ростковых элементов костного мозга.

В периферической крови в первый день могут наблюдаться лимфопения и лейкоцитоз, последний связан с выходом клеток из костного мозга. Лейкоцитоз имеет слабое диагностическое значение, отличается нестабильностью. Если в 1-е сутки после облучения количество лейкоцитов более 12 тыс. в 1 мкл крови, то вероятно развитие ОЛБ II-IV степени тяжести, хотя меньшая выраженность лейкоцитоза еще не говорит об отсутствии поражения.

2. Скрытый период

Его называют также фазой относительного, или мнимого, клинического благополучия. Скрытый период наступает с момента прекращения первичной реакции и обусловлен сроком жизни клеток крови, продуцируемых костным мозгом. Больные в этот период жалоб практически не предъявляют, и при объективном обследовании (физикально) существенные отклонения от нормы не проявляются. Можно выявить вегетативную лабильность и неустойчивость пульса, артериального давления. Бывает нарушен сон.

Длительность латентного периода зависит от степени тяжести ОЛБ: чем она выше, тем короче скрытый период.

В данный период наблюдается развитие эпилепсии, прогрессируют нарушения кровообращения в костном мозге и к концу периода наступает его опустошение, которое наиболее резко уменьшается количество лимфоцитов. Стойкое его снижение в первые 3 сут и особенно на 3-и-5-е сутки имеет четкую связь с последующей тяжестью ОЛБ и может быть использовано в целях диагностики и прогноза. Затем постепенно уменьшается количество тромбоцитов и развивается лейкопения.

Уровень и сроки наступления нейтропении и тромбоцитопении также имеют существенное

¹Утв. Минобороны СССР и Минздравом СССР 1 ноября 1977 г. Полный текст инструкции можно скачать на сайте редакции <http://гражданская-оборона-и-защита-от-чс.рф/>.

значение в определении тяжести ОЛБ. Эти изменения достигают наибольшей выраженности к концу скрытого периода. При ОЛБ тяжелой и крайне тяжелой степени может наблюдаться умеренная анемия, которая становится более выраженной в период разгара болезни. Следует иметь в виду, что реальную диагностическую ценность лабораторные тесты имеют на этапах квалифицированной и специализированной помощи.

3. Период разгара

Клиническая картина этого периода в основном является следствием депрессии костно-мозгового кроветворения. Тромбоцитопения, лейкопения и агранулоцитоз выражены наиболее резко. Дефицит этих клеток ведет к снижению иммуно-реактивных, защитных свойств организма. В тяжелых и крайне тяжелых случаях закономерно развиваются инфекционные осложнения. Наиболее характерными являются некротические ангины, гингивиты, стоматиты и особенно тяжело протекающие пневмонии, а также агранулоцитарные энтероколиты. Развитие последних при тяжелых и крайне тяжелых поражениях усугубляется пострadiационными изменениями слизистой оболочки кишечника. Возрастает ее проницаемость, и в кровь попадают токсические продукты и микробы, что ведет к токсемии и бактериемии. Общее состояние больного ухудшается, возникает лихорадка, выражена адинамия. Возможны общемозговые симптомы как следствие интоксикации и инфекции. Тромбоцитопения и снижение резистентности сосудистой стенки могут привести к нарушению гемостаза и развитию геморрагического синдрома. Проявления последнего очень разнообразны. Чаще они ограничиваются кровоизлияниями в кожу и слизистые оболочки. Возможны и более массивные кровотечения и кровоизлияния (носовые, десневые, желудочно-кишечные, маточные, в мочевыводящие пути, мозг, глаз и др.).

В период разгара ОЛБ обычно наблюдается анемия, которая, в основном, обусловлена кровоточивостью. Тяжелые инфекционные осложнения, выраженные орофарингеальный и геморрагический синдромы, токсемия, анемия, нередко сепсис делают пораженного с ОЛБ II-IV степени тяжести постельным больным. У больных могут развиваться расстройства сердечно-сосудистой деятельности и неврологические нарушения. Все это требует специального режима ведения таких больных. Диагностика степени тяжести ОЛБ в этот период базируется на общеклинических проявлениях (табл. 3.3).

На этапе первой врачебной помощи оценка степени тяжести ОЛБ в период разгара может быть проведена на основании анамнеза и клинических симптомов (лихорадка, эпилепсия, кровоточивость).

4. Период восстановления

Период начинается с нормализации кроветворения, признаками чего являются повышение уровня лейкоцитов (гранулоцитов), тромбоцитов и появление ретикулоцитов в периферической крови. Это сопровождается снижением и нормализацией температуры, уменьшением и прекращением кровоточивости, "отцветанием" кожных геморрагий. У больного восстанавливаются двигательная активность и аппетит. Постепенно нормализуются и другие функции организма. Более медленно восстанавливается волосяной покров. Относительно поздно нормализуется функция нервной, особенно вегетативной системы. Сохраняется общая астения.

Классификация по степени тяжести

Легкая (I) степень (доза 100-200 рад). Первичная реакция, если она развивается, стихает в день воздействия. Латентный период длится 30-40 сут. В период разгара (на 5-7-й неделе) изменения периферической крови ограничиваются снижением числа лейкоцитов в пределах 1,5-3,0 тыс./мкл, ускорением СОЭ до 10-25 мм/ч. Могут определяться легкие астенические явления. Выздоровление, как правило, наступает без лечения.

Средняя (II) степень (доза 200-400 рад). Первичная реакция до 24 ч, 2-3-кратная рвота, общее недомогание, иногда субфебрильная температура. Латентный период 16-28 сут. В период разгара число лейкоцитов в крови снижается до 0,5-1,5 тыс./мкл, тромбоцитов - до 30-50 тыс./мкл, иногда возникает агранулоцитоз, повышается СОЭ до 25-40 мм/ч. Выражены общие клинические проявления: инфекционные осложнения, кровоточивость, астенический синдром. Больные нуждаются в специализированной медицинской помощи.

Тяжелая (III) степень (доза 400-600 рад). Первичная реакция до 2 сут, многократная рвота, недомогание, субфебрильная температура. Возможна гиперемия кожи и слизистых оболочек. Латентный период продолжается до 8-17 сут. Однако уже с конца 1-й недели возможно возникновение отечности, гиперемии, эрозий слизистых оболочек рта и зева. Изменения крови в сроки со 2-й до 5-й недели: падение числа лейкоцитов до 100-500 клеток/мкл, тромбоци-

тов - менее 30 тыс./мкл, СОЭ - 40-80 мм/ч. Лихорадка, тяжелые инфекционные и геморрагические осложнения. Смертельные исходы возможны начиная с 3-й недели. Больные нуждаются в своевременном специализированном лечении.

Крайне тяжелая (IV) степень (доза 600-1000 рад и более). В зависимости от уровня воздействия проявляется в различных клинических формах.

В диапазоне доз 600-1000 рад развивается форма лучевой болезни, в основе патогенеза которой лежит депрессия кроветворения, но в клинической картине существенное место занимает также поражение желудочно-кишечного тракта. Она может быть охарактеризована как переходная. Первичная реакция продолжается в течение 3-4 сут, возможны общая кожная эритема, жидкий стул. С 8-12-х суток могут выявляться кишечные нарушения. В дальнейшем - типичная клиника лучевой болезни тяжелой степени. Смертельные исходы наступают с конца 2-й недели. Выздоровление небольшой части пораженных возможно лишь при лечении в условиях специализированного стационара.

Кишечная форма (доза 1000-2000 рад). Первичная реакция тяжелая (длительностью до 3-4 сут) - рвота возникает в первые 15-30 мин, появляются боли в животе, понос, озноб, лихорадка, артериальная гипотония. Возможно развитие эритемы кожи, а в первые 4-7 сут - изъязвления слизистых оболочек ротоглотки. С 5-8-х суток - резкое ухудшение: лихорадка (t до $39-40^{\circ}\text{C}$), тяжелый энтерит, обезвоживание, кровоточивость, инфекционные осложнения, смерть на 8-16-е сутки.

Токсемическая форма (доза 2000-8000 рад). Первичная реакция, как при кишечной форме. После воздействия возможно коллаптоидное состояние, обычно без потери сознания. Начиная с первых суток развиваются тяжелые гемодинамические нарушения, общая интоксикация, являющаяся следствием пареза сосудов и распада тканей. Прогрессивно снижается артериальное давление, нарастает слабость, головные боли. Наблюдаются расстройства сознания, олигурия, гиперазотемия и др. Смерть наступает на 4-7-е сутки.

Церебральная форма (доза > 8000 рад). Непосредственно после воздействия излучения возможен коллапс с потерей сознания, длительность которого зависит от дозы (до десятков минут). Уже в первые минуты после воздействия наблюдаются изнуряющая рвота и понос с примесью крови. Развивающееся вслед за

этим состояние характеризуется апатией, изменением сознания, признаками отека мозга, прогрессирующей гипотонией, анурией. Смерть наступает на 1-е-3-и сутки.

Острая лучевая болезнь, вызванная равномерным пролонгированным облучением

При пролонгированном (от нескольких часов до 2-3 сут) воздействии возникают те же формы лучевой болезни, как и при кратковременном облучении. Однако начало первичной реакции может быть отсрочено, в связи с чем при диагностике тяжести ОЛБ следует опираться в большей мере на интенсивность реакции, а не на сроки ее развития. Зависимость тяжести поражения от дозы сохраняется.

При пролонгированных (фракционированных) облучениях длительностью 10 сут и более возникает костномозговая форма поражения с подострым течением I, II или III степени тяжести. Первичная реакция может отсутствовать. Период разгара растягивается во времени, более выражена анемия гипорегенеративного происхождения, максимум клинических проявлений отсрочен по отношению к моменту прекращения облучения, восстановление замедленно. При возрастании длительности воздействия доза, вызывающая сходный синдром, оказывается выше, чем при одномоментном относительно равномерном облучении.

Медицинская сортировка радиационных поражений

Медицинская сортировка предусматривает распределение пораженных на группы в зависимости от срочности и объема лечебных мероприятий, назначения и очередности эвакуации, исходя из дозы и клинических данных. Медицинская сортировка является основой организации функционирования любого этапа медицинской службы в условиях перегрузки при массовом поступлении пораженных.

Сортировка производится с учетом:

- нуждаемости в специальной (санитарной) обработке;
- срочности и объему медицинской помощи на данном этапе эвакуации (внутрипунктовая сортировка);
- назначения, очередности, способа эвакуации, вида транспорта (эвако-транспортная сортировка).

Необходимость специальной (санитарной) обработки в связи с радиоактивным загрязнением кожных покровов и одежды устанавливается на сортировочном посту по результатам радиометрического контроля. Критерием явля-

ется уровень загрязнения, при котором на расстоянии 1-1,5 см от поверхности тела мощность дозы $\Rightarrow >50$ мР/ч.

Проведение общей санитарной обработки в условиях массового поступления пораженных не относится к категории неотложных мероприятий медицинской помощи. Лица с радиоактивным загрязнением кожных покровов и одежды опасности для окружающих не представляют и в изоляции не нуждаются.

Медицинская сортировка пораженных ионизирующим излучением, поступающих на этапы, будет проводиться одновременно с сортировкой раненых и обожженных. В связи с перегруженностью этапов медицинской эвакуации в условиях массовых поражений и стремлением добиться излечения максимального числа больных целесообразна группировка радиационных поражений по прогнозу:

- абсолютно благоприятный прогноз (I степень тяжести, 100-200 рад);
- относительно благоприятный прогноз (II степень тяжести, 200-400 рад);
- сомнительный прогноз (III степень тяжести, 400-600 рад);
- неблагоприятный прогноз (IV степень тяжести, более 600 рад).

Группа пораженных II-III степени тяжести требует максимальных по времени и объему затрат сил и средств медицинской службы, позволяющих снизить число погибших и потерявших трудоспособность.

Сортировка по срочности и объему помощи на этапе эвакуации (внутрипунктовая сортировка) предусматривает выделение следующих групп пораженных:

- нуждающихся в неотложной помощи;
- помощь которым может быть отсрочена;
- не нуждающихся в медицинской помощи и могущих выполнять свои служебные обязанности.

К категории лиц, нуждающихся в неотложной помощи, относят больных ОЛБ III-IV степени тяжести в период первичной реакции (помощь при неукротимой рвоте, коллапсе) и II-III степени тяжести в период разгара при наличии тяжелых инфекционных осложнений и кровотечений.

К лицам, помощь которым может быть отсрочена, относят больных ОЛБ I-II степени тяжести в период первичной реакции и IV степени тяжести в период разгара. Последние нуждаются только в ограниченной симптоматической терапии, направленной на облегчение страданий.

В латентный период никто из пораженных в неотложной помощи не нуждается.

В случае комбинированных радиационных поражений срочность и объем помощи на этапе определяются ведущим фактором.

При комбинированных и сочетанных радиационных поражениях и при лучевой болезни с местными радиационными поражениями учитывают возможность отягощения прогноза по сравнению с чисто радиационными поражениями.

Показания к изоляции при лечении и эвакуации (особо опасные инфекции, реактивные психозы и т.д.) не относятся к области радиационной патологии и в данной инструкции не рассматриваются.

При эвакуационно-транспортной сортировке выделяются следующие потоки пораженных:

- с ОЛБ I степени тяжести - подлежат возвращению в строй или на место работы; при выявлении признаков разгара болезни они направляются в госпиталь для легко раненых или на амбулаторное наблюдение и лечение;
- с ОЛБ II-III степени тяжести - подлежат эвакуации в учреждения, обеспечивающие оказание специализированной медицинской помощи;
- в крайне тяжелой степени с неблагоприятным прогнозом требуют симптоматического лечения; эвакуация в условиях перегруженности этапов и недостатка транспортных средств может быть отсрочена. Через 7 суток показана повторная сортировка по клинико-лабораторным данным для выделения группы пораженных, подлежащих лечению.

Для всех групп в период первичной реакции эвакуация не является срочной.

В период разгара больные II-III степени тяжести с выраженными инфекционными осложнениями и кровоточивостью нуждаются в первоочередной эвакуации лежа, приспособленным или санитарным транспортом.

Эвакуация больных ОЛБ I-II степени тяжести осуществляется в последнюю очередь обычным транспортом, в положении сидя.

В случае комбинированных и сочетанных радиационных поражений и при наличии местных радиационных поражений пострадавших следует направлять в учреждения медицинской службы, обеспечивающие как специализированную хирургическую помощь, так и терапевтическую с учетом возможности отягощения прогноза. Очередность эвакуации определяется по ведущему поражению.