

Радиационная травма

В процессе жизнедеятельности человек находится под действием радиоактивных веществ, вызывающих облучение, называемое фоном радиации. Его составляют естественный фон и порожденный человеческой деятельностью техногенный фон. Первый обусловлен космическим излучением и природными радиоактивными веществами, содержащимися в почве, воде, воздухе и всей биосфере, второй — образуют радиоактивные вещества, искусственно выделенные и используемые человеком, а также вещества, действующие вследствие аварий, техногенных катастроф, и вещества, применяемые в ядерных боеприпасах. Процесс распада вещества сопровождается ионизацией.

Ионизация — акт разделения электрически нейтрального атома на две противоположные заряженные частицы — электрон (отрицательно) и ион (положительно).

К ионизирующим излучениям относят ультрафиолетовое, космическое, рентгеновское излучение, излучение радиоактивных веществ в процессе ядерных реакций. Перечисленные виды излучения вызывают ионизацию окружающей среды.

Травмирующее ионизирующее действие на человека оказывают рентгеновские лучи (короткие электромагнитные волны), гамма-лучи (электромагнитные волны подобные рентгеновским, но несколько меньшей длины), нейтроны (тяжелые незаряженные частицы, основа ядер атомов), электроны (легкие отрицательно заряженные частицы, существующие во всех стабильных атомах, испускаемые во время радиоактивного распада вещества, называемые бета-лучами), протоны (тяжелые положительно заряженные частицы, обнаруживаемые в ядрах всех атомов, в большом количестве встречаемые в открытом космосе), альфа-частицы (ядра атомов гелия, лишенные всех орбитальных электронов, представляющие собой два нейтрона и два протона, соединенных между собой), тяжелые ионы (ядра любых атомов, лишенные орбитальных электронов и передвигающиеся с большой скоростью, присутствующие в большом количестве в космосе).

При однократном воздействии действующие на малые участки тела слабопроникающие излучения (мягкое рентгеновское излучение и бета-частицы) тяжелой травмы не причиняют, альфа-частицы не наносят травмы вообще, задерживаясь роговым слоем кожи.

Процесс взаимодействия ионизирующего излучения со средой называется **облучением**.

Проходя через организм человека, ионизирующее излучение концентрировано и неравномерно передает свою энергию клеткам и тканям, вызывая в них грубые нарушения.

Действие ионизирующих излучений вызывает изменения в клетках, приводящие к онкологическим заболеваниям, генетические изменения, способные отразиться на будущих поколениях людей, негативное влияние на развитие зародыша, находящегося в организме матери, общие и местные поражения человека, проявляющиеся лучевой болезнью и местным лучевым поражением.

Некоторым веществам присуще самопроизвольное выделение ионизирующей энергии, называемое **радиоактивностью**.

Широкое применение рентгеновских лучей и излучения радиоактивных веществ в науке, технике, промышленности и военных целях породило своеобразную патологию — лучевую травму.

Лучевая травма — травма, причиненная действием ионизирующего излучения, вызывающего лучевые ожоги и лучевую болезнь.

Причинами лучевых поражений могут быть аварии атомных реакторов, нарушение правил эксплуатации и несоблюдение мер предосторожности в обращении с источниками ионизирующих излучений в процессе проведения лучевой терапии, лечения изотопами, проведении экспериментов, ремонтных работ, взрыве ядерных боеприпасов, воровстве радиоактивных элементов, неуместных шутках с источниками излучения.

Основным поражающим фактором, определяющим тяжесть травмы, является величина поглощаемой дозы излучения — грей. Доза до 10 Гр (1 грей = 100 рад) вызывает костномозговую форму, от 10 до 20 Гр — кишечную, от 20 до 80 Гр — токсемическую или сосудистую, более 80 Гр — церебральную. Дозы от 10 Гр и выше практически всегда причиняют смерть. Костномозговая форма, оканчивающаяся смертью, наблюдается при дозах поглощения радиации свыше 6 Гр.

Одноразовое облучение дозами 400 рентген может вызвать смерть, причиной которой будут нарушения кроветворения, кровотечения и инфекционное осложнение. Облучение всей поверхности тела 400—500 рентген вызывает смерть у 50% пострадавших, а 1 000 рентген всегда оканчивается смертью.

Тяжесть этой травмы определяется дозой поглощения и физической характеристикой ионизирующего излучения. Тяжкие последствия вызывают глубоко проникающие потоки нейтронов, гамма- и рентген-лучей, которые травмируют кожу, подкожно-жировой слой, подлежащие ткани, кости и внутренние органы.

Физический процесс превращения энергии ядерного взрыва сопровождается возникновением ионизированных, возбужденных, очень активных химически атомов и молекул.

Действие молекул в течение сотых долей секунды вызывает нарушение биохимического состава и поражение клеточных структур, нарушение функции органов и систем организма. Отдаленные последствия облучения могут проявляться в течении всей жизни человека.

В момент поражения лучистой энергией болевые, тепловые и иные ощущения отсутствуют и до появления признаков лучевого поражения проходит скрытый (латентный) период, длительность которого определена дозой поглощенной энергии.

Особенность клинического течения радиационных поражений обуславливают величина поглощенной дозы излучения, вид излучения, путь действия радиоактивного вещества

(внешний или внутренний при инкорпорации вещества), расстояние источника внешнего облучения до человека, распределение (локальное или общее) дозы облучения, локализация облученной области тела, однократность или дробность облучения, своевременность и характер мероприятий.

Поражение источниками ионизирующего излучения может быть как кожным, так и внутриорганным, проникающим через трахею, легкие во время дыхания и желудочно-кишечный тракт с пищей и питьем, а также неповрежденная кожа.

Успешное расследование случаев радиационной травмы зависит от полноты сбора исходной информации об условиях травмирования сотрудниками ОВД с участием технического специалиста в области радиационных исследований. Для определения степени тяжести необходимо полное описание развития клинических симптомов в истории болезни у пострадавшего в момент травмы и в процессе лечения.

Сведения, необходимые эксперту для проведения экспертизы в установочной части постановления о назначении судебно-медицинской экспертизы следователь должен сообщить данные о виде возможного источника излучения и обстоятельствах травмы. Кроме того, необходимо представить все материалы дела, имеющиеся ко времени проведения экспертизы.

До исследования трупа обязательно проводят дозиметрический контроль одежды и тела трупа. При наличии доз выше допустимых уровней проводят дезактивацию, а затем производят исследование трупа.

Местные лучевые поражения характеризуются лучевым ожогом какого-либо участка тела или организма, расстройством кровообращения и реакцией всего организма на воздействие радиации, в связи с чем этот термин надо считать условным. В практике такие повреждения наиболее часты.

Они характеризуются определенной периодичностью клинического развития и имеют четыре периода развития: скрытый, период гиперемии и начала отека, период образования пузырей, некроза длительно незаживающей язвы и период заживления.

Лучевой ожог — местная реакция организма на облучение. В зависимости от источника облучения и дозы проходит определенный срок. Ультрафиолетовое излучение практически сразу причиняет ожог, большие дозы радиационного — примерно через полчаса, малые — в промежутке до 14 суток. От термических ожогов радиационные отличаются кровянистым содержимым, состоящим из большого количества эритроцитов, глубоким омертвением тканей, без четкой границы, значительной инфицированностью, грубыми рубцами, склонными к изъязвлению, лучевыми язвами с затяжным течением и склонностью к рецидивам.

В патогенезе лучевых повреждений большое значение имеют нарушения микроциркуляции облученных тканей, снижение обменных и репаративных процессов, что вызывает некроз пораженных тканей и длительно не заживающих поздних лучевых язв.

Лучевые язвы в своем течении осложняются развитием сепсиса, профузными кровотечениями, перфорацией полостных органов, перерождением (малигнизацией) пораженных тканей в лучевой рак или в саркому.

Исходом местных лучевых поражений являются нагноительные процессы и иногда злокачественное перерождение травмированных участков тела.

Лучевая болезнь — сложный симптомокомплекс взаимосвязанных и последовательно развивающихся изменений в организме, которые закономерно возникают после облучения и характеризуют собой особую реакцию организма на действие радиации (Н.А. Краевский, 1957). Ее вызывают общее облучение организма гамма-лучами, жесткими рентгеновскими лучами и нейтронами. В отличие от альфа- и бета-частиц они проникают глубоко в ткани и достигают внутренних органов. В космосе облучение вызывают протоны и другие частицы высоких энергий. Бывает смешанное облучение, когда одновременно действуют различные виды лучевой энергии. Атомный взрыв вызывает гамма-нейтронное облучение. Форма лучевой болезни зависит от величины энергии, поглощенной организмом.

По течению различают острую и хроническую лучевую болезнь. Острые радиационные поражения вызывают нарушения обмена веществ, в первую очередь нуклеопротеидов,

разрывы молекул ДНК, извращения роста и особенно деления клеток, нарушение активности ферментов, вита-минов, гормонов, регулирующей функции ЦНС.

Острая лучевая болезнь в зависимости от дозы радиации подразделяется по тяжести на легкую (100—200 рад), средней тяжести (200—400 рад), тяжелую (400—600 рад) и крайне тяжелую (более 600 рад).

Острая лучевая болезнь развивается вследствие кратковременного (до 4-х сут.) облучения обширных областей тела ионизирующей радиацией или поступлением радионуклидов в организм, определяющих разовую дозу около 200 рентген внешнего гамма-излучения.

В клинике острой лучевой болезни выделяют четыре периода:

1) первичная общая реакция; 2) видимое клиническое благополучие; 3) выраженные клинические проявления; 4) восстановление.

Первичная общая реакция появляется через несколько минут (часов) после поражения. Характеризуется тошнотой, рвотой, чувством тяжести в голове, резкой мышечной слабостью и сонливостью, умеренными изменениями клеточного состава и биохимических свойств крови. Морфологические изменения в первые часы после облучения проявляются картиной быстро наступившей смерти. К 3—5 сут. лучевой болезни в костном мозге содержится около 10% клеточного состава, а в период разгара болезни — лишь строма и плазматические клетки.

В паренхиматозных органах резко выражены признаки белковой и жировой дистрофии.

В клетках половых желез, особенно мужских, прекращение митотического деления и гибель сперматогенного эпителия.

На 3—4 сут. симптомы первичной реакции исчезают, и заболевание переходит в фазу кажущегося клинического благополучия — латентную форму.

Латентная форма. Продолжительность ее обусловлена дозой облучения и колеблется от 14 до 30 дней. Она проявляется мнимым субъективным благополучием, иногда выпадением волос, усилением общих неврологических симптомов, постепенным уменьшением клеточных элементов крови и угнетением кроветворения. К концу ее резко ухудшается самочувствие, падает количество лейкоцитов, начинается иногда сепсис. На 3—4 нед. облученные погибают.

На секции обнаруживаются кровоизлияния в серозные оболочки, кожу, мягкие ткани и органы, полнокровие, отек и дистрофические изменения во внутренних органах, набухшие лимфоузлы, на разрезе имеющие красный цвет, костный мозг выдавливается в виде кровянистой жидкости или вымывается из костных пространств. Нередки сепсис, пневмония, перитонит.

Период выраженных клинических симптомов проявляется резким ухудшением состояния здоровья, наличием множественных внутрикожных и подслизистых кровоизлияний, анемией, резким падением сопротивляемости организма, массивным внутренним излиянием крови, присоединением инфекционных осложнений. Во время осмотра трупа обращает внимание резкое общее истощение и наличие пролежней, множественные кровоизлияния в кожу и слизистые оболочки, атрофия и отторжение эпидермиса, атрофия волосяных фолликулов и слюнных желез, разрыхление десен, некроз и пропитывание кровью слизистой оболочки десен, грязно-серый цвет поверхности миндалин, покрытых фиброзными наложениями. К концу 4 нед. некоторые облученные погибают. (У оставшихся в живых наступает период восстановления.)

Причиной смерти является нарастающая гипоплазия кроветворных органов с развитием инфекционных осложнений или массивные излияния крови в жизненно важные органы.

При крайне тяжелой форме смерть может наступить во время облучения от «лучевого шока». Местные изменения на коже, как правило, развиваться не успевают.

На секции выявляются резко выраженные гемодинамические расстройства, вызванные

повышением проницаемости капилляров и выражающиеся в отеке легких, застойном полнокровии внутренних органов.

Хроническую лучевую болезнь вызывают внешние длительно действующие малые дозы облучения и инкорпорация радиоактивных веществ. Кроме того, она может явиться исходом перенесенной острой лучевой болезни.

Хроническая лучевая болезнь отличается от острой постепенным развитием, длительным волнообразным течением, отражающим сочетание медленно нарастающих эффектов повреждения с признаками восстановительных процессов.

В ряде случаев по изменениям внутренних органов можно судить о путях причинения травмы. Так, при внешнем облучении травмируется костный мозг, а при попадании радиоактивного йода — щитовидная железа.

На всем протяжении заболевания преобладают местные изменения.

Кровоизлияния, некрозы и воспалительные изменения обнаруживаются в носоглотке, слизистой оболочке всего желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей, в легких, надпочечниках, почках, других органах и клетчатке.

В просвете желудка и кишок — массивные излияния крови, миокард, легкие, надпочечники разрушены кровью.

На секции обнаруживаются дистрофические изменения в кроветворных органах, множественные кровоизлияния, выражающиеся в аплазии костного мозга, атрофии лимфоузлов и селезенки.

Костный мозг на распилах при ранней смерти полнокровный, поздней (через 1—2 нед. после облучения) — бледный, сухой, с красноватыми оттенками регенерации.

Селезенка уменьшена в размерах, сморщена, на разрезе сухая, серова-то-красная.

Лимфоузлы вначале увеличены, полнокровны, а затем опустошены, атрофичны.

Микроскопически устанавливается распад лимфоцитов в лимфоузлах, миндалинах, селезенке, фолликулах желудочно-кишечного тракта.

Лучевую болезнь практически всегда осложняют пневмонии, некротические ангины и сепсис, которые обычно и приводят к смерти.

В случаях смерти от внутреннего облучения обязательно изымают кусочки органов для обнаружения в лаборатории радиоактивных веществ.

Тяжесть лучевой травмы определяется согласно правилам определения степени тяжести телесных повреждений и таблиц Минфина. Квалифицирующими признаками являются опасность для жизни, утрата органа или его функции, размер стойкой утраты трудоспособности, длительность или кратковременность расстройства здоровья.