

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»  
Технологический институт пищевой промышленности

РЕФЕРАТ

на тему: «Влияние радиации на здоровье человека: угроза, развитие  
болезней, методы лечения»  
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Работу выполнил:  
студент гр. ПБ-021  
Коваленко С.В.  
Проверила:  
Иванова Л.А.

Кемерово, 2021

## Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Ионизирующее излучение: характеристика, механизмы действия....	5
1.1. Классификация ионизирующих излучений, их характеристики и взаимодействие с веществом.....	5
1.2. Основные источники ионизирующего излучения.....	7
Глава 2. Биологическое действие ионизирующих излучений.....	10
2.1. Общие закономерности действия ионизирующих излучений на организм.....	10
2.2. Классификация радиационных поражений.....	15
2.3. Лечение радиационного поражения.....	21
Заключение.....	25
Список литературы.....	26

## Введение

Мировая общественность стала проявлять серьезную озабоченность по поводу воздействия ионизирующих излучений на человека и окружающую среду с начала 50-х годов. Дело не только в том, что у всех в памяти были еще свежи ужасы бомбардировок Хиросимы и Нагасаки, но и в том, что в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере, проводимых тремя странами, радиоактивный материал стал распространяться по всему земному шару. О действии радиоактивных осадков на человека и окружающую среду было известно в то время очень мало, высказывались лишь многочисленные гипотезы о том, как повлияет на здоровье человека облучение от этого широко распространившегося источника радиации [2].

Радиоактивные или, по-другому, ионизирующие излучения объединяют разные по своей физической природе виды излучений. Сходство между ними в том, что все они обладают высокой энергией, реализуют свое биологическое действие через эффекты ионизации и последующее протекание химических реакций в биологических структурах клетки, которые могут привести к ее гибели. Важно отметить, что ионизирующие излучения не воспринимаются органами чувств человека: мы его не видим, не слышим и не чувствуем воздействия на наше тело.

Действие всех видов ионизирующих излучений на живые организмы и их сообщества изучает радиобиология. Фундаментальной задачей радиобиологии является выявление общих закономерностей биологической реакции организма на радиационное воздействие. Решение этой задачи позволит разработать пути и методы управления лучевыми реакциями организма, а также найти средства защиты и восстановления организма от воздействия излучений. К настоящему времени в радиобиологии имеется ряд проблем и нерешенных вопросов. Основная проблема — проблема радиочувствительности. По данным исследований российских ученых, пока не получено однозначного ответа, почему радиочувствительность организмов варьирует в очень широких пределах [1].

В стадии изучения находятся также такие вопросы, как механизм действия ионизирующих излучений, действие радиации на системы органов и на целый организм. При облучении и после облучения формируются различные повреждения, которые проявляются на разных уровнях организации тела человека — от атомного и молекулярного до организменного.

В данной работе я постаралась раскрыть тему влияния радиации на человека, её факторах, классификации и т.п.

## Глава 1. Ионизирующее излучение: характеристика, механизмы действия

### 1.1. Классификация ионизирующих излучений, их характеристики и взаимодействие с веществом

Ионизирующие излучения — это электромагнитные излучения, которые создаются при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образуют при взаимодействии со средой ионы различных знаков. В решении производственных задач имеют место разновидности ионизирующих излучений как корпускулярные (потoki альфа-частиц, электронов (бета-частиц), нейтронов) и фотонные (тормозное, рентгеновское и гамма-излучение)[5].

Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия, испускаемых естественным радионуклидом при радиоактивном распаде, имеют массу 4 у.е. и заряд +2. Энергия альфа-частиц составляет 4—7 Мэв. Пробег альфа-частиц в воздухе достигает 8—10 см, в биологической ткани нескольких десятков микрометров. Так как пробег альфа-частиц в веществе невелик, а энергия очень большая, то плотность ионизации на единицу длины пробега у них очень высока (на 1 см до десятка тысяч пар-ионов).

Бета-излучение — поток электронов или позитронов при радиоактивном распаде. Бета-частицы имеют массу, равную 1/1838 массы атома водорода, единичный отрицательный (бета-частица) или положительный (позитрон) заряды. Энергия бета-излучения не превышает нескольких Мэв. Пробег в воздухе составляет от 0,5 до 2 м, в живых тканях — 2—3 см. Их ионизирующая способность ниже альфа-частиц (несколько десятков пар-ионов на 1 см пути).

Нейтроны — нейтральные частицы, имеющие массу атома водорода. Они при взаимодействии с веществом теряют свою энергию в упругих (по типу взаимодействия билиардных шаров) и неупругих столкновениях (удар шарика в подушку).

Гамма-излучение — фотонное излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер, при ядерных превращениях или

при аннигиляции частиц. Источники гамма-излучения, используемые в промышленности, имеют энергию от 0,01 до 3 Мэв. Гамма-излучение обладает высокой проникающей способностью и малым ионизирующим действием (низкая плотность ионизации на единицу длины).

Рентгеновское излучение — фотонное излучение, состоящее из тормозного и (или) характеристического излучения, возникает в рентгеновских трубах, ускорителях электронов, с энергией фотонов не более 1 Мэв.

Тормозное излучение — фотонное излучение с непрерывным энергетическим спектром, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц.

Характеристическое излучение — это фотонное излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома. Рентгеновское излучение, так же как и гамма-излучение, имеет высокую проникающую способность и малую плотность ионизации среды.

Известно, что повреждающее действие разных видов ионизирующей радиации зависит от их проникающей активности и, следовательно, от плотности ионизации в тканях. Чем короче путь прохождения луча, тем выше плотность ионизации и сильнее повреждающее действие. Реакция организма на ионизирующее излучение зависит от величины экспозиционной дозы, выражаемой в рентгенах (Р) и поглощенной дозы, выражаемой в радах (рад), в единицах СИ (Гр). Степень тяжести радиационного поражения зависит не только от дозы излучения, но и от продолжительности действия (мощности дозы). Повреждающее действие ионизирующей радиации при кратковременном облучении более выражено, чем при продолжительном облучении в одной и той же дозе. При дробном (фракционированном) облучении наблюдается понижение биологического эффекта: организм может терпеть облучение в более высоких суммарных порциях. Индивидуальная реактивность и возраст имеют большое значение при

определении тяжести радиационного поражения.

## 1.2. Основные источники ионизирующего излучения

Источниками ионизирующего излучения (ИИИ) могут быть космические или земные объекты, а также технические устройства, испускающие или способные испускать ионизирующее излучение. Источник ионизирующего излучения – объект, содержащий радиоактивный материал или техническое устройство, испускающее или способное испускать в определённых условиях ионизирующее излучение. В зависимости от происхождения источники ИИ могут быть:

- 1) естественные (космические лучи, гамма излучение от земной породы, продукты распада);
- 2) искусственные (рентгеновское излучение, радиоактивные осадки, выбросы радионуклидов, гамма-излучение, используемое промышленностью).

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации. Большинство из них таковы, что избежать облучения от них совершенно невозможно. На протяжении всей истории существования Земли разные виды излучения падают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи; в этом случае говорят о *внешнем облучении*. Или же они могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма. Такой способ облучения называют *внутренним*. Облучению от естественных источников радиации подвергается любой житель Земли, однако одни из них получают большие дозы, чем другие. Это зависит, в частности, от того, где они живут. Уровень радиации в некоторых местах земного шара, там, где залегают особенно радиоактивные породы, оказывается значительно выше среднего, а в других местах - соответственно ниже. Доза облучения зависит также от образа жизни людей.

Применение некоторых строительных материалов, использование газа для приготовления пищи, открытых угольных жаровень, герметизация помещений и даже полеты на самолетах - все это увеличивает уровень облучения за счет естественных источников радиации. Земные источники радиации в сумме ответственны за большую часть облучения, которому подвергается человек за счет естественной радиации. В среднем они обеспечивают более 5/6 годовой эффективной эквивалентной дозы, получаемой населением, в основном вследствие внутреннего облучения. Остальную часть вносят космические лучи, главным образом путем внешнего облучения [2].

Природная радиоактивность также связана с деятельностью человека. Радионуклиды присутствуют в топливе, в частности, в угле, содержащем значительное количество природных радионуклидов. После сжигания угля, радиоактивные элементы концентрируются в зольной пыли, после поступают в окружающую среду с выбросами. Удобрения, прежде всего фосфатные удобрения, содержат уран, значительное количество радионуклидов семейств урана и тория.

К естественным источникам радиоизотопов относят также термальные воды.

К техногенным источникам ионизирующего излучения относят – разнообразные технические устройства и комплексы различного назначения, в которых воплощаются современные достижения в развитии ядерных технологий.

Также различают источники ИИ:

- 1) закрытые – радиоактивный источник, в котором радиоактивный материал заключён в оболочку (ампулу) и предотвращается контакт персонала с открытым веществом.
- 2) открытые – источники, при использовании которых возможно попадание радионуклидов в окружающую среду.

В качестве источников ИИ используются радионуклиды (изотопы):



1) *альфа-излучатели* (радионуклиды с большим атомным весом: самарий-146, гадолиний-150, полоний-210, радий-226, актиний-227, протактиний-231, нептуний-237, торий-228,229,230,232, изотопы урана, плутония, америций 241,243, кюрий-242-246, берклий-247, калифорний- 249,250,251,252). В большинстве случаев предпочитают «чистые» альфа- излучатели, без других видов излучения.

2) *бета-излучатели* (третий, бериллий-10, углерод-14, натрий-24, фосфор-32, стронций-89).

3) *гамма-излучатели* – излучатели жёсткого электромагнитного излучения, обладают высокой проникающей способностью. Большинство радионуклидов являются гамма-излучателями: кобальт-60, церий-144, цезий-134,137, иридий-192, селен-75, сурьма-124, европий-152,154, радий-226.

4) *излучатели нейтронов* – трансурановые радионуклиды, обладающие спонтанным делением. Наиболее интенсивные: плутоний-232,240,242, кюрий-242,244,246,248, калифорний-252,254. Источником также является отработанное ядерное топливо, в котором накапливаются трансурановые элементы. Нейтронное излучение оказывает в 6-10 раз большее воздействие на организм человека по сравнению с гамма-квантами за счёт глубокого проникновения [2].

## Глава 2. Биологическое действие ионизирующих излучений (ИИ)

### 2.1. Общие закономерности действия ионизирующих излучений на организм

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 альфачастицам 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

малочувствительны 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.

**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-излучения 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 [6].

## 2.2. Классификация радиационных поражений

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:***

- *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).*

### ***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 30 %; 1 Грей = 100 рад) 1...2 Грей (сокращенно "Гр");
- II степень - 2...4 Гр;
- III степень - 4...6 Гр; о 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 ороговевающим 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 24 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, отека, 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 короток, 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: о 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.

### 2.3. Лечение радиационного поражения

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 сосудов, 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, В6, 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, В6; местно: 2% дерматосалициловый крем, лоринден С, целестодерм с гарамицитином, 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 антибиотикотерапия, 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, инстилляциями в мочевой пузырь антисептических растворов и средств, стимулирующих репаративные процессы (растворы протеолитических ферментов, 5-процентного раствора димексида, 10% 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 [1].

#### Заключение

В ходе написания работы было установлено, что ионизирующее излучение — потоки фотонов, элементарных частиц или осколков деления



атомов, способные ионизировать вещество. Ионизирующие (или ядерные) излучения возникают при распаде ядер радиоактивных элементов. Особое внимание было уделено проблеме влияния ионизирующих излучений на организм человека и животных на разных уровнях организации.

Опасность для биологических объектов связана с особенностями, которые присущи только ядерным излучениям. Они обладают высокой энергией, превышающей внутримолекулярную и межмолекулярную энергию связей атомов и молекул, способны проникать внутрь облучаемого объекта и передавать ему свою энергию, вызывая при этом радиолиз молекул.

Создание атомной промышленности впервые столкнуло человечество с длительным повторным (хроническим) общим внешним воздействием ионизирующей радиации на значительные контингенты людей с возможностью поступления в их организм радионуклидов. С целью предупреждения развития радиационного поражения у людей, проживающих на территориях техногенного загрязнения, необходимо проводить мониторинги состояния здоровья людей с целью выявления и своевременного лечения лучевой болезни и других заболеваний.

#### Список литературы

1. **Радиационная медицина** : учеб. пособие / А.Н. Гребенюк, В.И. Легеза, В.И. Евдокимов, Д.А. Сидоров ; под. ред. С.С. Алексанина, А.Н. Гребенюка;

- Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб.: Политехника-сервис, 2013. – Ч. I : Основы биологического действия радиации. – ISBN 978-5-906555-07-6. – Текст: непосредственный.
2. **Радиация. Дозы, эффекты, риск** : Пер. с англ. - М.: Мир, 1990.-79 с, ил.- ISBN 5-03-001172-2. – Текст: непосредственный.
3. **Микрюков, В.Ю.** Обеспечение безопасности жизнедеятельности, В 2 кн. Кн. 1 Коллективная безопасность: учебное пособие [Текст] / В.Ю. Микрюков. – М.: Высш. шк. – 2008.
4. **Артюнина, Г.П.** Основы медицинских знаний: Здоровье, болезнь и образ жизни [Текст] / Г.П. Артюнина, С.А. Игнаткова – М.: Академический проспект, 2008
5. Волгоградский государственный медицинский университет : [сайт]. - URL: [https://www.volgmed.ru/uploads/files/2017-10/73738-zanyatie\\_6\\_biologicheskoe\\_dejstvie\\_ioniziruyucshih\\_izluchenij\\_ostraya\\_luchevaya\\_bolezn\\_ot\\_vneshnego\\_obcshego\\_totalnogo\\_oblucheniya.pdf](https://www.volgmed.ru/uploads/files/2017-10/73738-zanyatie_6_biologicheskoe_dejstvie_ioniziruyucshih_izluchenij_ostraya_luchevaya_bolezn_ot_vneshnego_obcshego_totalnogo_oblucheniya.pdf) - Текст : электронный.