

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.09.2025 11:02:17  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8522523



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы медицинской радиобиологии» по  
направлению подготовки 06.03.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

**Фонд оценочных средств  
для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)**

**Основы медицинской радиобиологии**

Направление подготовки (специальность)  
**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль)  
**Биофизика**

Присваиваемая квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Год (ы) набора: 2023

Челябинск, 2025 г.

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.03.01 Биология**

Направленность (профили): Биофизика

Дисциплина: **Основы медицинской радиобиологии**

Семестры изучения: 6

Форма промежуточной аттестации: зачет

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «**Основы медицинской радиобиологии**» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач.	<p><b>Знать:</b> Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения УК-1.1. уметь: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения УК-1.1. владеть: навыками работы в электронных базах данных.</p>
ПК-2	Способен применять знания по биофизике для решения задач медицинской, ветеринарной биофизики, радиобиологии и генетики	ПК-2.1. Применяет базовые представления о фундаментальных основах биофизики, современных математических методах моделирования биологических процессов.	<p><b>Знать:</b> Для достижения ПК-2.1. знать: основные реакции клеток и систем клеточного обновления на радиационное воздействие; основные правила и требования к работе в радиобиологической лаборатории (включая вопросы техники безопасности), основные методы дозиметрии ионизирующих излучений, закономерности радиобиологических эффектов на разных уровнях организации биологических систем.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения ПК-2.1. уметь:</p>

			<p>выполнять экспериментальные исследования по оценке радиационного воздействия в экспериментах <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i>; пользоваться инструкциями к лабораторным приборам, протоколами методик; применять базовые знания по общей радиобиологии и радиационной медицине на практике.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения ПК-2.1. владеть: навыками работы радиобиологическими методиками.</p>
--	--	--	---

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации № задания
1	<p>УК-1</p> <p><b>Знать:</b> Для достижения УК-1.1. знать: существующие информационные ресурсы.</p> <p><b>Уметь:</b> Для достижения УК-1.1. уметь: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы.</p> <p><b>Владеть:</b> Для достижения УК-1.1. владеть: навыками работы в электронных базах данных.</p>	<p>1. Введение в дисциплину.</p> <p>2. Радиобиологические и физические основы дисциплины.</p> <p>3. Действие ионизирующих излучений на критические системы организма. Основные виды радиационных поражений.</p> <p>4. Основные принципы диагностики, профилактики и лечения радиационных поражений.</p> <p>5. Основы лучевой терапии.</p>	Устный опрос, рефераты	Вопросы к зачету № 1-23

2	<p><b>ПК-1</b>  <b>Знать:</b>          Для достижения ПК-2.1. знать: основные реакции клеток и систем клеточного обновления на радиационное воздействие; основные правила и требования к работе в радиобиологической лаборатории (включая вопросы техники безопасности), основные методы дозиметрии ионизирующих излучений, закономерности радиобиологических эффектов на разных уровнях организации биологических систем.</p> <p><b>Уметь:</b>          Для достижения ПК-2.1. уметь: выполнять экспериментальные исследования по оценке радиационного воздействия в экспериментах <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i>; пользоваться инструкциями к лабораторным приборам, протоколами методик; применять базовые знания по общей радиобиологии и радиационной медицине на практике.</p> <p><b>Владеть:</b>          Для достижения ПК-2.1. владеть: навыками работы радиобиологическими методиками.</p>	<p>1. Введение в дисциплину.          2. Радиобиологические и физические основы дисциплины.          3. Действие ионизирующих излучений на критические системы организма. Основные виды радиационных поражений.          4. Основные принципы диагностики, профилактики и лечения радиационных поражений.          5. Основы лучевой терапии.</p>	Устный опрос, рефераты	Вопросы к зачету № 1-23
---	--	---	------------------------	-------------------------

*Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.*

### 3.2 Содержание оценочных средств

Оценочные средства промежуточной аттестации» представлены перечнем вопросов для зачета.

#### 3.2.1 Теоретические вопросы к зачету

## 1. Основы медицинской радиобиологии, ее цели и задачи.

**Радиобиология** – наука об излучениях (от латинского “радио” – излучаю). Термин *медицинская радиобиология* обозначает учение о действии ионизирующего излучения на организм человека.

Радиационная медицина направлена на сохранение и укрепление здоровья человека в условиях действия ионизирующей радиации. Ее цель – предотвращение лучевых поражений и снижение уровня заболеваемости ими.

Задачи радиационной медицины состоят в: 1) изучении влияния ионизирующих излучений на организм человека, механизмов развития и клинических проявлений лучевых поражений; 2) разработке методов диагностики, лечения и профилактики лучевых поражений.

## 2. Основные физические понятия и единицы измерения, используемые в радиационной биологии.

Физическая величина	Единица, ее наименование, обозначение (международное и русское)	
	Внесистемная	Система СИ
Активность нуклида в радиоактивном источнике	Кюри (Ci, Ки)	Беккерель (Bq, Бк)
Экспозиционная доза излучения	Рентген (R, P)	Кулон на килограмм (Кл/кг)
Мощность экспозиционной дозы излучения	Рентген в секунду (R/s, P/c)	Ампер на килограмм (A/kg, A/кг)
Поглощенная доза излучения	Рад (rad, рад)	Грей (Gr, Гр)
Мощность поглощенной дозы излучения	Рад в секунду (rad/s, рад/с)	Грей в секунду (Gr/s, Гр/с)
Интегральная доза излучения	Рад-грамм (rad g, рад г)	Джоуль (J, Дж)
Эквивалентная доза излучения	Бэр (rem, бэр)	Зиверт (Sv, Зв)
Мощность эквивалентной дозы излучения	Бэр в секунду (rem/s, бэр/с)	Зиверт в секунду (Sv/s, Зв/с)

## 3. Основные свойства и характеристики ионизирующих излучений. Дозы ионизирующих излучений и единицы их измерения. Особенности биологического действия ионизирующих излучений.

Активность излучателя (A) определяется числом атомных ядер, распадающихся за единицу времени. Единицей активности в абсолютной системе координат служит распад в секунду – *беккерель*.  $1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп/сек}$ .

Внесистемной единицей является *кюри* (Ки) – такое количество любого радиоактивного вещества, в котором число радиоактивных распадов в секунду равно  $3,7 \cdot 10^{10}$ .

Для измерения количества поглощённой энергии введено понятие «доза излучения» – величина энергии, поглощённой в единице объёма (массы) облучаемого вещества.

**Экспозиционная доза (X)** является мерой ионизационного воздействия излучения на воздух. Единицы X: кулон на килограмм (Кл/кг) (Сi), внесистемной единицей является рентген (С),  $1 \text{ С} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ .

**Поглощенная доза (D)** определяется средним количеством энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества. Единицы D: *грэй* (Гр) – такая поглощённая доза любого вида ИИ, при которой в 1 кг массы облучаемого вещества поглощается 1 Дж энергии излучения.  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$

Внесистемной единицей является *рад* (рад) – доза, при которой в 1 г массы вещества

поглощается энергия равная 100 эрг ( $10^{-2}$  Дж/кг). 1 рад = 0,01 Гр

Для оценки биологического действия излучения введён биологический эквивалент рентгена (бэр). В практике используют системную единицу зиверт (Зв) (Си): 1 бэр = 0,01 Зв

**Коэффициент радиационного риска** – это эквивалентная доза облучения всего организма в зивертах, которая приводит к тем же последствиям, что и облучение данного органа эквивалентной дозой в 1 Зв. Умножив эквивалентную дозу на соответствующие коэффициенты радиационного риска и просуммировав по всему организму, органу или группе органов, получим **эффективную эквивалентную дозу**, отражающую суммарный эффект облучения:  $H_{эфф} =$

$$\sum_{i=1}^n K_{P_i} H_i$$

где  $K_{P_i}$  – коэффициент радиационного риска  $i$ -того органа;  $H_i$  – эквивалентная доза излучения, поглощенного этим органом. Она также измеряется в зивертах.

Просуммировав индивидуальные эффективные дозы, полученные группой людей, будем иметь **коллективную эффективную эквивалентную дозу**, которая измеряется в человекозивертах. По величине коллективной дозы можно оценить масштаб радиационного поражения.

Все ИИ делят на *электромагнитные* и *корпускулярные*, состоящее из частиц с массой покоя, отличной от нуля ( $\alpha$ -,  $\beta$ - и нейтронное излучения). К электромагнитным относят рентгеновские лучи, гамма-лучи радиоактивных элементов и тормозное излучение, возникающее при прохождении через вещество сильно ускоренных заряженных частиц.

*Альфа-излучение* ( $\alpha$ ) – поток положительно заряженных частиц – ядер гелия. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер, которые, испуская  $\alpha$ -частицу, теряют 2 протона и 2 нейтрона. Скорость частиц при распаде составляет 20 тыс. км/с. При этом  $\alpha$ -частицы обладают наименьшей проникающей способностью, длина их пробега (расстояние от источника до поглощения) в теле равна 0,05 мм, в воздухе – 8–10 см. Они не могут пройти даже через лист бумаги, но плотность ионизации на единицу величины пробега очень велика (на 1 см до десятка тысяч пар), поэтому эти частицы обладают наибольшей ионизирующей способностью и опасны внутри организма.

*Бета-излучение* ( $\beta$ ) – поток отрицательно заряженных частиц. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов. Масса  $\beta$ -частиц в несколько десятков тысяч раз меньше  $\alpha$ -частиц, но они обладают большей проникающей способностью. Их скорость равна 200–300 тыс. км/с. Длина пробега потока от источника в воздухе составляет 1800 см, в тканях человека – 2,5 см.  $\beta$ -частицы полностью задерживаются твердыми материалами (алюминиевой пластиной в 3,5 мм, органическим стеклом); их ионизирующая способность в 1000 раз меньше, чем у  $\alpha$ -частиц.

*Гамма-излучение* ( $\gamma$ ) – электромагнитное излучение с длиной волны от  $1 \times 10^{-7}$  м до  $1 \times 10^{-14}$  м; испускается при торможении быстрых электронов в веществе. Оно возникает при распаде большинства радиоактивных веществ и обладает большой проникающей способностью; распространяется со скоростью света. В электрических и магнитных полях  $\gamma$ -лучи не отклоняются. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучение, так как плотность ионизации на единицу длины очень низкая.

*Рентгеновское излучение* может быть получено в специальных рентгеновских трубках, в электронных ускорителях, при торможении быстрых электронов в веществе и при переходе электронов с внешних электронных оболочек атома на внутренние, когда создаются ионы.

Рентгеновские лучи, как и  $\gamma$ -излучение, обладают малой ионизирующей способностью, но большой глубиной проникновения.

*Нейтроны* – элементарные частицы атомного ядра, их масса в 4 раза меньше массы  $\alpha$ -частиц. Время их жизни – около 16 мин. Нейтроны не имеют электрического заряда. Длина пробега медленных нейтронов в воздухе составляет около 15 м, в биологической среде – 3 см; для быстрых нейтронов – соответственно 120 м и 10 см. Последние обладают высокой

проникающей способностью и представляют наибольшую опасность.

#### **4. Реакция клеток на облучение. Понятие о радиочувствительности клеток и тканей.**

**Радиочувствительность** — это восприимчивость клеток, тканей, органов или организмов к воздействию ионизирующего излучения.

В зависимости от связи летального эффекта с процессом деления различают две основные формы радиационной гибели клеток: интерфазную (до деления клетки или без него) и репродуктивную (после первого или нескольких последующих циклов деления). Для большинства клеток характерна репродуктивная форма лучевой гибели, основной причиной которой являются структурные повреждения хромосом, возникающие в процессе облучения. Гибель таких аберрантных клеток или их потомков происходит вследствие неравномерного разделения или частичной утраты жизненно необходимого генетического материала из-за неправильного соединения разорванных хромосом или отрыва их фрагментов.

Определение доли клеток с хромосомными аберрациями часто используют в качестве надежного количественного показателя радиочувствительности, т.к. с одной стороны, число таких поврежденных клеток четко зависит от дозы ионизирующего излучения, а с другой — отражая его летальное действие.

Среди многих проявлений жизнедеятельности клетки наиболее чувствительна в отношении ионизирующего излучения ее способность к делению. Поэтому мышцы, мозг, соединительные ткани у взрослых организмов достаточно устойчивы к воздействию радиации. Клетки же костного мозга, зародышевые клетки, клетки слизистой оболочки кишечника являются наиболее уязвимыми.

На тканевую радиочувствительность оказывают большое влияние и другие факторы: степень кровоснабжения, величина облучаемого объема и др. Таким образом, радиочувствительность ткани нельзя рассматривать только с позиций составляющих ее клеток без учета морфофизиологических факторов.

#### **5. Действие ионизирующих излучений на гемопоэтическую и иммунную системы.**

Гемопоэтическая система. На органном уровне радиочувствительность зависит не только от радиочувствительности тканей, составляющих данный орган, но и от его функций.

При общем облучении в пределах полуметальных и летальных доз развивается типичный кроветворный синдром, который характеризуется панцитопенией — уменьшение числа форменных элементов в крови в результате аплазии кроветворной ткани. Одновременно с количественными наблюдаются морфологические и биохимические изменения в клетках. Восстановление картины происходит медленно, в течении нескольких месяцев.

Кроветворные органы являются наиболее радиочувствительными среди других систем, изменение картины периферической крови является следствием поражения гемопоэтической ткани. Нарушения процессов кроветворения наступает очень рано и в дальнейшем развивается поэтапно.

Иммунная система. Факторы естественного иммунитета относительно радиоустойчивы и поражаются лишь при очень высоких дозах облучения. Специфический иммунитет, основанный на свойствах Т- и В-лимфоцитов избирательно отвечать на чужеродные вещества, напротив, высоко чувствителен к действию радиации.

Лимфоциты относятся к числу наиболее радиочувствительных клеток в организме, и гибель их отмечается уже после радиационного воздействия в десятых долях грая. При этом погибают не только молодые делящиеся клетки, но и (исключение из правила Бергонье и Трибондо) зрелые лимфоциты, которые в обычных условиях (без антигенной стимуляции) не делятся. Среди радиочувствительных клеток, подверженных интерфазной гибели при дозах, близких или даже более низких, чем вызывающие репродуктивную гибель стволовых кроветворных клеток,

выделяются Т-лимфоциты (Т-хелперы и Т-супрессоры), В-лимфоциты и тимоциты вилочковой железы. Радиочувствительность В-лимфоцитов выше, чем Т-лимфоцитов, а радиационная устойчивость Т-супрессоров несколько больше, чем Т-хелперов. Тимоциты также различаются по своей радиочувствительности: максимальная радиопоражаемость отмечается у камбиальных клеток, а наибольшая радиорезистентность – у эпителиальных клеток. Кроме того, среди Т-лимфоцитов имеется сравнительно небольшая популяция радиоустойчивых клеток, которые сохраняют свою функциональную активность после облучения в весьма высоких дозах (6-10 Гр, а по некоторым данным – до 20 Гр).

В раннем пострадиационном периоде повышается и вероятность развития аутоиммунных реакций, выраженность которых нарастает с увеличением дозы облучения. Однако аутоиммунные процессы проявляются и в поздние сроки после лучевого воздействия, а также при действии малых доз радиации.

#### **6. Действие ионизирующих излучений на желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и нервную систему.**

На органном уровне радиочувствительность зависит не только от радиочувствительности тканей, составляющих данный орган, но и от его функций.

Органы пищеварения. Наибольшей радиочувствительностью обладает тонкий кишечник. Далее по снижению радиочувствительности следуют полость рта, язык, слюнные железы, пищевод, желудок, прямая и ободочная кишки, поджелудочная железа, печень.

ЦНС. Эта высоко специализированная ткань человека радиорезистентна. Клеточная гибель наблюдается при дозах свыше 100 Гр.

Кожные покровы. Кожа и её производные – весьма активно обновляющиеся системы и поэтому в целом кожа более радиочувствительна. Наряду с высокой чувствительностью эпидермальные клетки хорошо восстанавливают сублетальные повреждения. Максимально переносимая доза жёсткого рентгеновского излучения составляет при однократном внешнем воздействии около 1000 рад. Радиационное повреждение кожи представляет собой комплекс поражений тканей эпидермиса, дермы и подкожных слоев.

Клетки волосяных фолликулов являются довольно радиочувствительными, и облучение дозой 4–5 Гр уже влияет на рост волос. После облучения такой дозой волосы начинают редеть и выпадают в течение 1–3 недель. В более поздний период рост волос может возобновиться. Однако при облучении дозой порядка 7 Гр происходит постоянная потеря волос. При дозах, вызывающих эпиляцию, происходит стойкое разрушение большинства сальных и поровых желез.

#### **7. Действие ионизирующих излучений на эндокринные железы, органы дыхания, сердечно-сосудистую систему, органы чувств, органы выделения, на кости, хрящи мышцы.**

На органном уровне радиочувствительность зависит не только от радиочувствительности тканей, составляющих данный орган, но и от его функций.

Сердечно-сосудистая система. В сосудах большей радиочувствительностью обладает наружный слой сосудистой стенки, что объясняется высоким содержанием коллагена. 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. Лёгкие взрослого человека - стабильный орган с низкой пролиферативной активностью. Последствия облучения легких проявляются не сразу. При локальном облучении может развиваться радиационный пневмонит, сопровождающийся потерей эпителиальных клеток, воспалением дыхательных путей и легочных альвеол, приводящий к фиброзу. Это часто лимитирует лучевую терапию. При однократном воздействии гамма-излучения LD50 для человека составляет 8-10 Гр, а при фракционировании в течение 6-8 недель - 30-30 Гр.

Органы выделения. Почки достаточно радиорезистентны. Однако облучение почек в дозах более 30 Гр за 5 недель может привести к развитию хронического нефрита (это может быть лимитирующим фактором при проведении лучевой терапии опухолей органов брюшной полости).

Орган зрения. Возможны два типа поражений глаз: воспалительные процессы в конъюнктиве и склере (при дозах 3 - 8 Гр) и катаракта (при дозах 3 -10 Гр). У человека катаракта появляется при облучении в дозе 6 Гр. Наиболее опасным является нейтронное облучение.

Эндокринная система характеризуется низкой скоростью обновления клеток, поэтому являются радиорезистентной. Наиболее РЧ органами эндокринной системы являются половые железы. Далее по снижению РЧ следуют: гипофиз, щитовидная железа, островки поджелудочной железы, паращитовидная железа.

Костно-мышечная система и сухожилия. У взрослых они радиорезистентны. В пролиферативном состоянии (в детском возрасте или при заживлении переломов) радиочувствительность этих тканей повышается. Наибольшая радиочувствительность скелетной ткани характерна для эмбрионального периода, так как особенно интенсивная пролиферация остеобластов и хондробластов у человека происходит на 38-85 сутки эмбрионального развития. Мышцы – высокорезистентны.

## **8. Костномозговая, кишечная, токсемическая и церебральная формы острой лучевой болезни.**

Типичная костномозговая форма ОЛБ - развивается при облучении в дозах 1-10 Гр. Характеризуется преимущественным поражением костного мозга (костномозговой синдром).

50 %-ная летальность.

В зависимости от дозы различают:

I — легкой (1-2 Гр);

II — средней (2-4 Гр);

III — тяжелой (4-6 Гр);

IV — крайне тяжелой (свыше 6 Гр).

Различают три периода:

-формирования

-восстановления

-исхода и последствий

Период формирования:

*Фаза первичной острой реакции(1-3дня)-↑1 Гр.*

Появляются тошнота, рвота, сухость и горечь во рту, чувство тяжести в голове, головная боль, общая слабость, сонливость. В тяжелых случаях отмечаются падение АД, кратковременная потеря сознания, субфебрильная t, асимметрия сухожильных рефлексов, кожных вазомоторных реакций. В периферической крови- нарастающий нейтрофильный лейкоцитоз, переходящий в лейкопению. Изменения в костном мозге проявляются снижением митотического индекса и исчезновением молодых форм клеток.

*Фаза мнимого клинического благополучия (1-2 нед-1 мес)* в процесс включаются защитные механизмы. Самочувствие становится удовлетворительное; клинические видимые признаки болезни проходят. Нарастает степень поражения кровеносной системы: в периферической крови прогрессируют лимфопения (на фоне лейкопении), нейтропения, снижается содержание ретикулоцитов и тромбоцитов. В костном мозге истощаются ростки кроветворения.

*Фаза выраженных клинических проявлений (фаза разгара)* самочувствие больных резко ухудшается. Нарастает слабость, вновь проявляются диспепсические расстройства, ↑t, СОЭ, прогрессируют анемия и тромбоцитопения, развиваются агранулоцитоз, геморрагический синдром, дополнительные травмы усиливают явления кровоточивости. Возникают инфекционные осложнения - язвенно-некротические гингивиты, некротические ангины, пневмония, воспалительные изменения в кишечнике.

*Фаза раннего восстановления (2-2.5мес)* нормализуется  $t$ , улучшается самочувствие, появляется аппетит, восстанавливается сон; прекращается кровоточивость, исчезают диспепсические явления, нарастает  $m$  тела, возвращаются к норме морфологические и биохимические показатели крови и мочи.

Кишечная форма ОЛБ развивается при воздействии на организм ИИ в дозах 10-20 Гр. Основные клинические проявления (тошнота, рвота, кровавый понос, метеоризм, паралитическая непроходимость кишечника) обуславливаются поражением ЖКТ. При этом отмечаются лейкопения, лимфопения, сепсис.

Иногда вызывает 100 %-ную летальность. Непосредственными причинами являются дегидратация организма, сопровождающаяся потерей электролитов и белка, развитие необратимого шока вследствие воздействия микробных и тканевых токсинов, интоксикация организма продуктами кишечного содержимого, обусловленная нарушением барьерных функций кишечника.

#### Токсемическая форма ОЛБ (20-80 Гр.)

Проявляется гемодинамическими нарушениями (в кишечнике, печени), парезом сосудов, тахикардией, кровоизлияниями, тяжелой аутоинтоксикацией и менингеальными симптомами (отек мозга), а также олигурией и гиперазотемией, развивающихся вследствие поражения почек. Наступает интоксикация организма продуктами распада клеток. Смерть на 4-7-е сутки (летальность 100 %).

#### Церебральная форма ОЛБ (80 Гр и выше)

Проявляется судорожно-паралитическим синдромом, нарушениями крово- и лимфообращения в ЦНС, сосудистого тонуса и терморегуляции. Позднее появляются нарушения со стороны ЖКТ, прогрессирующее  $\downarrow$  кровяное давление. Эти явления длятся не более 1-3 дней. Затем, сразу после облучения или в процессе его, наступает смерть (100 %) вследствие необратимых нарушений ЦНС, вызывающих структурные изменения, гибель клеток коры головного мозга и нейронов ядер гипоталамуса.

## **9. Особенности радиационных поражений при неравномерном облучении.**

Различают следующие виды неравномерного облучения:

- общее неравномерное облучение;
- субтотальное облучение;
- местное облучение.

При неравномерном облучении общие закономерности течения ОЛБ (цикличность, гипоплазия кроветворной ткани) могут быть несколько модифицированы или выражены менее отчетливо. Это связано с тем, что в экранированных частях тела остаются неповрежденными или повреждаются незначительно некоторые радиочувствительные ткани (костный мозг, кишечник). В период выздоровления это способствует более быстрому восстановлению и нормализации функций. В результате возможно выздоровление даже людей, подвергшихся действию ионизирующих излучений в дозах, которые в условиях равномерного облучения неминуемо вызывают гибель.

## **10. Хроническая лучевая болезнь.**

*Хроническая лучевая болезнь (ХЛБ)* – это самостоятельная форма лучевой патологии, развивающаяся в рез продолжительного одно- и многократного воздействия на организм ИИ в малых дозах с интенсивностью 0,1-0,5 сГр/сут после накопления суммарной поглощенной дозы 0,7-1,0 Гр.

Отличается фазностью развития и проявляется многообразием клинических синдромов. ХЛБ не возникает в рез ОЛБ, но ей свойственны многие остающиеся на всю жизнь проявления последней (астенический синдром, функциональная недостаточность костного мозга разной степени, склонность к лейкопении).

Различают:

- с развернутым клиническим синдромом, обусловленным общим внешним облучением либо проникновением в организм изотопов, равномерно распределяющихся в органах и тканях;
- с клиническим синдромом преимущественного поражения отдельных органов и систем вследствие внутреннего или внешнего облучения.

Общие реакции организма при ХЛБ: нарушения нейровисцеральной регуляции, астения, органические поражения ЦНС (рассеянный энцефаломиелоз); изменения регионарной и общей гемодинамики (вегето-сосудистая дистония, нарушения периферического кровообращения в коже, конечностях, головном мозге), развитие миокардиодистрофии; угнетение секреторной и ферментативной активности пищеварительных желез, нарушения моторики желудка и кишечника, гипо- и анацидный гастрит; лейкопения с нейтропенией и сдвигом лейкоцитарной формулы влево по дегенеративному типу, тромбоцитопения; при большой дозе облучения — анемия. В случае длительного облучения возрастает вероятность развития лейкозов.

## 11. Местные радиационные поражения кожи и слизистых оболочек.

**Местные лучевые поражения** – это поражения, возникающие в результате локального или неравномерного внешнего радиационного воздействия.

Местные радиационные поражения характеризуются возникновением лучевых ожогов, клиническая картина которых определяется как поглощенной дозой, энергией и видом излучений, так и индивидуальными особенностями организма, площадью ожога и его локализацией. Особенно радиочувствительна кожа кистей рук, стоп, паховой и подмышечной области.

**Местные лучевые поражения кожи.** Одной из наиболее распространенных форм местных радиационных поражений при внешнем облучении являются лучевые дерматиты. Они развиваются в результате: - неравномерного радиационного воздействия при взрывах ядерных боеприпасов при авариях на атомных энергетических установках. - в повседневных условиях могут быть следствием: рентгено- или гамма-терапии опухолей и неопухолевых заболеваний.

Ранние лучевые дерматиты — это лучевые ожоги кожи, проявляются в первые несколько суток после облучения в виде так называемой первичной эритемы, сменяющейся после латентного периода сухим, влажным (буллезным) или язвенно-некротическим дерматитом.

Поздние лучевые дерматиты - развиваются спустя несколько месяцев после облучения как следствие поражения сосудов кожи и соединительной ткани. Для них наиболее характерно нарушение трофики кожи, дермофиброз, язвенно-некротические процессы, симптомы атрофического или гипертрофического дерматита

Говоря о факторах, влияющих на степень тяжести местного лучевого поражения, следует отметить, что лучевой ожог протекает тем тяжелее, чем выше поглощенная доза и ее мощность, чем больше площадь и глубина облученных тканей.

**Местные лучевые поражения слизистых оболочек.** Наибольшей радиочувствительностью среди слизистых оболочек отличаются неороговевающий эпителий мягкого неба и небных дужек. Его радиационное поражение получило специальное наименование – лучевой орофарингеальный синдром. Он проявляется в виде гиперемии, отека, очагового и сливного эпителиита, нарушений слюноотделения (ксеростомия), болей при глотании и прохождении пищи по пищеводу, а при облучении гортани – явлений ларингита.

Пороговой для развития лучевого орофарингеального синдрома считается доза 5-7 Гр. Спустя 4-8 ч после облучения можно обнаружить преходящую сосудистую реакцию слизистых ротоносоглотки, проявляющуюся в виде покраснения, отека, опалесценции, появления отпечатков зубов. При облучении в дозах порядка 10 Гр и выше после латентного периода развиваются поражения слизистых оболочек ротоносоглотки различной степени тяжести.

## 12. Характеристика поражения при поступлении внутрь организма продуктов ядерного деления.

Представления о патогенезе и клинической картине поражений большими количествами продуктов ядерного деления (ПЯД) основываются на экспериментальных данных.

Радиоактивность поступивших в организм молодых ПЯД быстро снижается в первое время за счет распада короткоживущих изотопов, и интенсивность облучения организма со временем падает. Во всех органах, кроме костей, 30—50% всей накопленной дозы формируется в течение 1 суток после поступления ПЯД в организм, в течение недели — практически вся доза.

Вначале наиболее интенсивно облучаются органы дыхания и пищеварения, через которые ПЯД поступают в организм. Далее следуют органы преимущественного депонирования: щитовидная железа, печень, почки. В этих органах основная часть дозы формируется в ближайшие дни после заражения. В костях доза формируется гораздо медленнее по причине накопления в них таких долгоживущих радионуклидов, как стронций.

В клинической картине лучевой болезни при алиментарном поступлении больших количеств ПЯД доминируют проявления поражения кишечника, вызванные контактным р-облучением. Повреждения кишечника часто имеют очаговый характер, особенно при поступлении плохо растворимых радионуклидов, длительно задерживающихся в криптах и регионарных лимфатических узлах, в результате чего местно формируются высокие дозы. Нарушается баланс жидкостей и электролитов, развиваются интоксикация, бактериемия, страдают секреция и ферментообразование в желудке, кишечнике. Клинически для тяжелой степени поражения характерны рвота, понос, тенезмы, слизь и кровь в кале, обезвоживание организма, общее угнетение животных, снижение количества поедаемого корма. Состояние тонкой кишки при этом напоминает поражение при кишечной форме острой лучевой болезни от внешнего облучения. В связи с очаговым характером поражения, а также с большей длительностью облучения равноэффективные дозы для кишечника при внутреннем заражении ПЯД оказываются в 2—2,5 раза выше, чем при внешнем облучении.

Ингаляционное поступление ПЯД опаснее, чем алиментарное. Это связано в первую очередь с облучением легких за счет продуктов, задержавшихся в них и попавших в лимфатические узлы.

### **13. Клинико-лабораторная диагностика (биологическая дозиметрия).**

Понятие «*биологическая дозиметрия*» используется в настоящее время с некоторыми оговорками, в него вкладывается совокупность адекватных дозе излучения ранних, поддающихся метрологии постлучевых эффектов, а также соответствующих методик и приборного оснащения, обеспечивающего работу метода.

Следует помнить, что индивидуальный дозиметр дает точную информацию поглощенной дозе излучения лишь в области его расположения и поэтому при неравномерном облучении тела информация о тяжести лучевого поражения будет некорректной. Кроме того, у человека, который подвергся облучению в аварийной ситуации, может не быть индивидуального дозиметра. При этом особое значение приобретают клинические и лабораторные показатели, с помощью которых можно с той или иной степенью вероятности идентифицировать факт радиационного воздействия и оценить степень его тяжести. Такие показатели принято называть биологическими индикаторами радиационного воздействия.

### **14. Средства профилактики радиационных поражений (радиопротекторы). Средства повышения радиорезистентности организма.**

*Радиопротекторы* — это радиозащитные средства, химические соединения, применяемые для защиты биол. объектов от ионизирующих излучений.

По современной классификации к радиопротекторам относятся вещества (препараты или рецептуры), которые при профилактическом применении способны оказывать защитное действие, проявляющееся в сохранении жизни облученного организма или ослаблении степени тяжести лучевого поражения с пролонгацией состояния дееспособности и сроков жизни.

В отличие от других радиозащитных средств, противолучевой эффект для радиопротекторов среди прочих фармакологических свойств — основной. Он развивается в первые минуты или часы после введения, сохраняется на протяжении относительно небольших сроков (до 2-6 ч) и проявляется, как правило, в условиях импульсного и других видов острого облучения.

Действие радиопротекторов направлено прежде всего на защиту костного мозга и других гемопоэтических тканей, поэтому препараты этой группы целесообразно применять для профилактики поражений, вызываемых облучением в «костномозговом» диапазоне доз (1-10 Гр).

Наиболее эффективные радиопротекторы относятся, как правило, к двум классам химических соединений:

— аминотиолы (2-аминоэтилизотиуранит, 2-аминоэтилтиазолин, 2-аминоэтилтиофосфат, 3-аминопропил-2-аминоэтилтиофосфат и др.);

— агонисты рецепторов биологически активных аминов, способные через специфические клеточные рецепторы вызывать острую гипоксию и угнетение метаболизма в радиочувствительных тканях (стимуляторы альфа- и бета-адренергических, аденозиновых, серотониновых, гистаминовых и ГАМК-ергических рецепторов).

В отличие от радиопротекторов стимуляторы радиорезистентности:

— оказывают противолучевой эффект не только при остром, но и при пролонгированном (фракционированном) облучении;

— проявляют радиозащитное действие при облучении в дозах, не превышающих СД50-зо, а при дальнейшем увеличении дозы их активность резко снижается;

— обладают широким спектром фармакологических свойств, среди которых противолучевая активность часто не является основной,

Кроме того, большинство препаратов этой группы сохраняют свою противолучевую активность в условиях как профилактического, так и лечебного (часто — курсового) применения.

С практической точки зрения все описанные в литературе средства повышения радиорезистентности организма целесообразно разделить на две основные группы:

— средства защиты от поражающих доз облучения, куда относятся препараты, обладающие достаточно выраженным противолучевым действием, то есть способные предупреждать или ослаблять ближайшие последствия внешнего облучения в дозах, вызывающих острую лучевую болезнь;

— средства защиты от субклинических доз облучения; в эту группу входят препараты, имеющие относительно низкую противолучевую активность, но способные снижать выраженность неблагоприятных (в том числе и отдаленных) последствий облучения в дозах, не вызывающих развития клинических проявлений лучевой патологии.

Под радиозащитным эффектом понимают снижение частоты и тяжести постлучевых повреждений уникальных биомолекул и (или) стимуляцию процессов их пострadiационной репарации.

В основе радиозащитного эффекта ряда средств повышения радиорезистентности организма (в частности, гормональных препаратов стероидной структуры и их аналогов) лежит их способность изменять гормональный фон организма.

Из гормональных препаратов, обладающих противолучевыми свойствами, наиболее изучен диэтилстильбестрол (ДЭС).

Важным механизмом реализации противолучевых эффектов средств повышения радиорезистентности организма является их стимулирующее действие на факторы неспецифической защиты (в том числе противoinфекционной), гемопоэтическую и иммунную системы облученного организма. Этот механизм является основным для вакцин, полисахаридов, цитокинов, органических пептидов и других иммуномодуляторов.

## 15. Принципы специализированной терапии основных синдромов острой

### **лучевой болезни.**

#### Лечение синдрома инфекционных осложнений

Больные требуют специального режима ведения. Он должен быть постельным, с максимальной изоляцией больного.

При ОЛБ 2-3 степени тяжести во время госпитализации в преддверии агранулоцитоза и в течение его необходимо стремиться к созданию асептического режима: рассредоточение больных, отделение их друг от друга пластиковыми перегородками высотой 2-3 м; строгий режим для персонала, облучение палат кварцем.

Важным мероприятием, предупреждающим инфекционные осложнения агранулоцитарной природы, является тщательный уход за полостью рта (гигиеническая обработка растворами антисептиков) в преддверии и в период агранулоцитоза.

Возникновение инфекционного осложнения (с видимыми очагами воспаления или подъемом температуры тела выше 38°C в период агранулоцитоза) требует назначения максимальных терапевтических доз бактерицидных антибиотиков широкого спектра действия. Антибиотики назначают эмпирически (без определения вида возбудителя), эффект оценивают по температуре, клиническим симптомам очага воспаления и изменению общего статуса больного в течение 48 часов.

#### Лечение геморрагического синдрома

Наиболее эффективным методом лечения геморрагического синдрома у больных с ОЛБ является использование инфузий аллогенной или аутологичной тромбоцитной массы.

Переливание крови или эритроцитарной массы проводится только при развитии анемии. Предпочтительнее прямые переливания крови 2-3 раза в неделю по 300-400 мл.

#### Лечение кишечного синдрома

Комплекс мероприятий включает постельный режим, диету, в том числе зондовое, парентеральное питание и медикаментозные средства. В скрытый период заболевания назначается общий стол, при развитии энтерита - щадящая диета, состоящая из сырого яичного белка (2-3 яйца в день), протертых блюд, молочнокислых продуктов.

#### Лечение неврологического синдрома

Лечение неврологических нарушений сводится к назначению успокаивающих средств; при возбуждении - нейролептики, транквилизаторы. При отеке головного мозга - осмотические диуретики, быстродействующие мочегонные.

#### Лечение орофарингеального синдрома

Проводится смазывание слизистой ротовой полости масляными растворами витаминов А и Д, полоскание рта, щелочными, дезинфицирующими и противогрибковыми растворами. Питание таких больных осуществляется через постоянный зонд, введенный через нос в желудок.

## **16. Принципы медицинской помощи при инкорпорации радионуклидов.**

Меры помощи направлены на:

- уменьшение всасывания р/н
- ускорение выведения из организма

#### Уменьшение всасывания р/н в кровь

•Целесообразно использовать специальные рецептуры, сочетать фармакологические средства с другими методами лечения (механическая обработка, промывание желудка, очистительные клизмы и др.)

Для адсорбции (связывания) р/н в ЖКТ и в раневых поверхностях применяют специфичные антидоты-сорбенты.

Эффективность сорбентов со временем снижается.

Средства:

- сорбенты (ферроцин, сульфат бария, адсорбар, альгинат, полисурьмин, фосфат натрия и др.);
- рвотные, диуретики, солевые слабительные;

-средства санитарной обработки.

#### Ускорения выведения РВ из организма

- Средства, способные давать комплексные соединения с радиоактивными элементами.
- Средства, которые по своим физико–химическим свойствам близки к радиоактивным элементам (замещающая терапия).
  - Средства, повышающие обмен веществ.
  - Механические способы удаления радиоактивных веществ.

Хелаты — это комплексоны — производные  $\alpha$ -аминоуксусных кислот и полиаминополиалкилфосфоновые комплексообразователи;

-механизм действия обусловлен образованием с радиоактивными поливалентными металлами водорастворимых прочных комплексов (хелатных соединений), выводимых с мочой;

-при однократном введении должны длительно циркулировать в крови и достигать места отложения

#### Профилактика контактного поражения

В случае попадания р/н на кожу, тело обмывают струёй проточной воды (температура =33-35 °), в течение 15-20 минут.

Используют различные моющие средства (стиральный порошок, хозяйственное мыло).

Слизистые оболочки глаз, носа и полости рта промывают 2% раствором гидрокарбоната натрия, физ. раствором или проточной водой.

Своевременное удаление РВ может давать 100% защиту от смеси продуктов деления урана, йода, циркония, таллия, плутония, америция, нептуния; до 97% - при загрязнении рутением, молибденом.

### **17. Принципы диагностики и лечения местных радиационных поражений.**

- Ограничение некротического процесса и ослабление воспалительной реакции (трипсин, химотрипсин, террилитин и др.).
- Улучшение кровообращения и микроциркуляции в поражённых тканях (трентал, гепарин и др.).
- Профилактика и лечение раневой инфекции.
- Борьба с болевым синдромом (местно – новокаин, анестезин, системно – омнопон, морфин,нейролептаналгезия).
- Дезинтоксикационная терапия.
- Стимуляция процессов эпителизации (метилурацил, солкосерил, актовегин, винилин,лиоксазол, левосин).
- Профилактика фиброзирования тканей (левомеколь, левосин и др.).
- Хирургическое удаление и пластика раневых дефектов.

### **18. Основы лучевой диагностики и радиационной безопасности при рентгенологических исследованиях.**

Радиационная безопасность при проведении медицинских рентгенологических исследований регламентируется Санитарными правилами и нормативами СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»

Для работников (персонала) средняя годовая эффективная доза равна 20 мЗв (0,02 зиверта) или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв (1 зиверт); допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 50 мЗв (0,05 зиверта)

Для практически здоровых лиц годовая эффективная доза при проведении профилактических медицинских рентгенологических процедур и научных исследований не должна превышать 1 мЗв (0,001 зиверта).

Рентгеновское отделение (кабинет) не допускается размещать в жилых зданиях и детских

учреждениях. Исключение составляют рентгеностоматологические кабинеты (аппараты).

Пульт управления рентгеновских аппаратов, как правило, располагается в комнате управления.

Для обеспечения возможности контроля за состоянием пациента предусматривается смотровое окно и переговорное устройство громкоговорящей связи.

Средства радиационной защиты персонала и пациентов подразделяются на передвижные и индивидуальные.

## 19. Принципы и методические основы радионуклидной диагностики.

**Радионуклидная диагностика** – это распознавание патологических изменений органов и систем человека с помощью радиофармацевтических препаратов, в которые входят соединения, меченные радионуклидами (радиоизотопами).

Регистрация введенных в организм радиоактивных веществ осуществляется с помощью методов сцинтиграфии, сканирования, радиометрии, радиографии.

Сцинтиграфия является наиболее распространенным способом радионуклидной диагностики.

Сцинтиграфия позволяет получать изображение органа и по нему судить о его размерах и форме, выявлять очаг патологии в виде участка повышенного или пониженного накопления радионуклида, оценивать функциональное состояние органа по скорости накопления и выведения радиофармпрепарата.

Сцинтиграфия – самый распространенный метод радионуклидной визуализации. Исследование проводится с помощью гамма-камеры. Основным ее компонентом является дисковидный сцинтилляционный кристалл йодида натрия большого диаметра (около 60 см). Этот кристалл является детектором, улавливающим гамма-излучение, испускаемое РФП.

Основной визуализирующей аппаратурой современной радионуклидной диагностики являются гамма-камера и гамма-томограф для однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ). Большие перспективы имеет развитие методов ПЭТ-диагностики.

Смысл радионуклидных диагностических исследований заключается в изучении как статических, так и биокинетических процессов в организме.

## 20. Основы лучевой терапии при опухолевых заболеваниях.

**Лучевая терапия** – это лечебное воздействие на клетки ионизирующим излучением. Основные принципы лучевой терапии злокачественных опухолей

1. Своевременное применение лучевой терапии на ранних стадиях заболевания.
2. Выбор наиболее рациональной методики облучения.
3. Подведение к опухоли оптимальной дозы в оптимальные сроки при одновременном сохранении жизнеспособности окружающих здоровых тканей и снижении общей интегральной поглощенной организмом дозы.

4. Одновременное лучевое влияние на первичную опухоль и на регионарные пути метастазирования.

5. Комплексность лечения больного: использование вместе с лучевой терапией средств, повышающих общую и местную реактивность организма.

Для успешного проведения лучевого лечения опухоли конкретного органа необходимо определить показания.

Общие показания к назначению лучевой терапии базируются на развернутом диагнозе, подтвержденном морфологической верификацией и установленной стадии заболевания.

Общие показания к назначению лучевой терапии опухолей

1. Злокачественные опухоли.
2. Метастатические поражения.
3. Некоторые рецидивирующие доброкачественные опухоли (например, головного мозга).

4. Гемобластозы: болезнь Ходжкина, неходжкинские злокачественные лимфомы, множественная миелома.

Противопоказания к проведению лучевой терапии опухолей

*Абсолютные противопоказания*

1. Декомпенсация функции сердечно-сосудистой системы, печени и почек.
2. Декомпенсированные формы диабета.
3. Выраженная интоксикация, повышение температуры тела выше 38° С.
4. Наличие анемии, лейкопении, тромбоцитопении.
5. Ракова кахексия, распад опухоли с кровотечением, множественные отдаленные метастазы.
6. Перенесенный инфаркт миокарда (менее 5-6 месяцев со дня наступления инфаркта).
7. Активная форма туберкулеза.
8. Общее состояние пациента по шкале Карновского менее 30 баллов.
9. Психические болезни, при которых невозможен контакт с пациентом и повышенная двигательная активность.

**21. Лучевая терапия неопухолевых заболеваний. Осложнения лучевой терапии.**

Основные принципы лучевой терапии неопухолевых заболеваний

1. Лучевое лечение неопухолевых заболеваний применяют только при наличии обоснованных показаний.
2. Лучевая терапия является методом выбора и применяется, как правило, тогда, когда не был достигнут положительный эффект от уже применяемых лечебных мероприятий, а вероятность соматических, генетических и лучевых поражений полностью исключается.
3. Лучевое лечение неопухолевых заболеваний не должно применяться у детей, подростков и беременных женщин.
4. Основной целью облучения является непосредственное воздействие на патологически измененные органы и ткани.
5. Лучевая терапия должна проводиться с использованием методов, которые минимизируют облучение жизненно важных органов и здоровых тканей.

Показания к назначению лучевой терапии неопухолевых заболеваний

1. Заболевания нервной системы: радикулиты, невриты, полиневриты, рассеянный склероз, послеампутационный болевой синдром и др.
2. Воспалительные заболевания: карбункулы, фурункулы, маститы, гидрадениты, медленно гранулирующие раны, остеомиелит, тромбоз флебит, парапроктит и др.
3. Дегенеративно-дистрофические процессы: остеоартрозы, спондилез, остеохондроз, так называемые пяточные шпоры и др.
4. Заболевания кожи: дерматозы, немикробная экзема, нейродермит и др.
5. Послеоперационные осложнения: свищи, каузалгии и др.

Противопоказания к назначению лучевой терапии неопухолевых заболеваний

*Абсолютные противопоказания:*

1. Тяжелое состояние больного.
2. Декомпенсированное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, печени и почек.
3. Анемия, лейкопения, тромбоцитопения.
4. Лучевая болезнь и перенесенные в прошлом лучевые поражения.
5. Детский возраст.
6. Беременность.

*Относительные противопоказания:*

1. Острые септические и инфекционные заболевания.
2. Выраженные распространенные кожные заболевания и воспалительные процессы кожи.

Основным методом лучевой терапии неопухолевых заболеваний является прямое местное облучение патологического очага рентгеновскими лучами.

Разовые и особенно суммарные дозы должны быть небольшими.

#### Осложнения лучевой терапии.

Лучевое лечение может сопровождаться нарушением сна, слабость, тошнота, рвота, одышкой, тахикардией, аритмией, болями в сердце, гипотонией, а также лейкопенией и тромбоцитопенией. Вегетососудистые реакции, как правило, самостоятельно проходят в течение 2-4 недель, иногда могут потребовать симптоматической коррекции и редко - прекращения лучевой терапии.

*Кожа.* Ранние лучевые повреждения характеризуются выраженной болью и жжением в зоне поражения. Тяжесть повреждения может быть от сухого дерматита до раннего лучевого некроза.

Поздние лучевые повреждения кожи проявляются в виде атрофического или гипертрофического дерматита на фоне ангиотелеангиозов, строго повторяющих форму полей облучения.

*Легкие.* начинаются с функциональных нарушений (застой в малом круге кровообращения, отек слизистой оболочки бронхов, дисковидные ателектазы). В основе этих изменений лежит нарушение проницаемости сосудов с последующим отеком, кровоизлияниями, стазом, экссудацией. Затем развивается. Характеризуется кашлем, одышкой, болями в груди и гипертермией до 38°C.

*Сердце.* Развиваются через несколько месяцев или даже лет после окончания лучевого лечения и проявляются лучевым перикардитом

*Кишечник.* Возникают повреждения его стенки в виде лучевого ректита, ректосигмоидита и энтероколита с различной степенью местных изменений вплоть до некроза. Наиболее тяжелыми являются некрозы и инфильтративно-язвенные процессы, особенно при повреждении тонкой кишки.

*Почки.* Поздние повреждения проявляются в виде гипертонии, альбуминурии, функциональной недостаточности почек.

*Мочевой пузырь.* Лучевые циститы (катаральные, эрозивно-десквамативные и язвенные) проявляются частыми позывами на мочеиспускание, макрогематурией, резью по ходу уретры, болями в области мочевого пузыря.

*Кровеносные и лимфатические сосуды.* Нарушения регионарной циркуляции дистальное зон облучения и клинически проявляются развитием отека соответственно верхней или нижней конечности.

## **22. Основы токсикологии радиоактивных веществ.**

Предмет изучения токсикологии радиоактивных веществ:

- изучение путей поступления радиоактивных изотопов в организм, закономерностей распределения в нем и включения в молекулярные структуры тканей (инкорпорирование), особенностей накопления (депонирование) в различных органах и выведения их из организма;
- установление допустимых уровней содержания радионуклидов в воздухе, воде, кормах, продуктах питания и организме человека;
- исследование биологического действия инкорпорированных радиоактивных изотопов и поиск эффективных средств для профилактики поражения;
- разработка методов и средств, ускоряющих выведение радиоактивных изотопов из организма.

Основные факторы, обуславливающие токсичность радионуклидов

Токсичность радионуклидов зависит от следующих факторов: вида и энергии излучения, периода полураспада; физико-химических свойств вещества, в составе которого радионуклид попадает в организм; типа распределения радионуклидов по тканям и органам; скорости выведения радионуклидов из организма.

### **23. Особенности биологического действия стронция и цезия.**

Цезий-137. Это щелочной металл серебристо-белого цвета, мягкий, тягучий. В воздухе моментально воспламеняется. В природе входит в состав отдельных минералов. Хорошо сорбируется почвами (особенно черноземами). Бета- и гамма-излучатель. Период полураспада составляет 30 лет. На территорию республики выпал в виде дисперсных частиц размером от 2 мкм до нескольких сотен мкм. Цезий-137 закрепляется в бедных калием почвах, а в почвах богатых органикой хорошо усваивается корневой системой и легко передвигается в самих растениях. Цезия много в зерне, стеблях картофеля, в зелени и других растениях. В водной среде процессы миграции цезия идут интенсивнее, поэтому в рыбе он накапливается в значительных количествах. В организм человека поступает через желудочно-кишечный тракт. Легко всасывается в желудочно-кишечном тракте (50%–80%) и свободно циркулирует в составе крови по всему телу. Основная часть цезия накапливается в мышцах (80%), в костях – (8%). Выводится из организма с мочой, калом и потом. Период биологического полувыведения из организма взрослого человека – до 3-х месяцев, у детей до 15 лет – 50 суток, до 5 лет – 20 суток.

Аналогичное накопление радионуклидов происходит и у животных, но у коров большая часть цезия переходит в молоко, у кур – в яйца. По химическим свойствам цезий-137 близок к калию и является его конкурентом (если в организме дефицит калия, усваивается цезий). При попадании в организм человека вызывает лейкемию, рак молочной железы, печени, подавление системы кроветворения, угнетение костного мозга, опухоли кожи и другие заболевания. При попадании на кожу цезий всасывается по кровеносным и лимфатическим капиллярам. Период биологического полувыведения его из кожи равен одним суткам.

Стронций-90. Это серо-белый металл, легкий, ковкий, пластичный. Входит в состав минералов. Бета-излучатель. Период полураспада 29 лет. Входит в состав биологической ткани животных и растений. В растениях в основном накапливается в корневой системе. Его также много в зерне, листовых овощах. Обладая хорошей растворимостью, стронций легко вымывается из почвы и попадает в водоемы, где активно накапливается гидробионтами. Стронций-90 конкурирует с кальцием, поэтому у человека и животных избирательно накапливается в костях, но некоторое накопление происходит в почках, слюнной и щитовидной железах, в легких, откладывается также на стенках сосудов, способствует интенсивному отложению солей. Больше стронция откладывается в молодых костях. Период биологического полувыведения – около 20 лет. Процент всасывания стронция зависит от возраста (у детей процент всасывания выше); физиологического состояния организма (период беременности, лактации); приема витамина D (витамин ускоряет всасывание стронция); количества поступающего в организм кальция (чем больше поступает кальция, тем меньше всасывается стронция); пола (у мужчин всасывание идет активнее). У кур стронций переходит в скорлупу яиц, у коров значительная часть переходит в молоко. Стронций-90 вызывает различные онкологические и другие заболевания. Период биологического полувыведения – около 20 лет.

## **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

В рамках **текущего контроля** в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитывается наличие конспектов лекций, устные опросы и защита реферативных сообщений.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончанию учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя,

учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (устный опрос, заслушивание реферативных сообщений). Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

## 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

### 4.2.1. Критерии оценивания теоретического вопроса

«Зачтено». Содержание материала раскрыто, требуются лишь незначительные уточнения и дополнения, которые студент может сделать самостоятельно после наводящих вопросов преподавателя. Допускаются такие незначительные недочеты в ответе студента как отсутствие самостоятельного вывода, нарушение последовательности в изложении, речевые ошибки и др.

«Не зачтено». Студент не может изложить содержание материала, не знает основных понятий дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

## 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результат зачета	Требования к знаниям
<b>Зачтено</b>	Содержание материала раскрыто, требуются лишь незначительные уточнения и дополнения, которые студент может сделать самостоятельно после наводящих вопросов преподавателя. Допускаются такие незначительные недочеты в ответе студента как отсутствие самостоятельного вывода, нарушение последовательности в изложении, речевые ошибки и др.

<b>Не зачтено</b>	Студент не может изложить содержание материала, не знает основных понятий дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.
-------------------	--

**06.03.01 Биология, направленность Биофизика, ФОС РПД Основы  
медицинской радиобиологии, форма обучения очная**

Проректор по учебной работе      утверждено 24.02.2025      А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета      согласовано      Д.С. Сташкевич

**Заседанием кафедры радиационной биологии**

Протокол заседания № 7 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой      согласовано      А.В. Аклеев

Автор (составитель)      Ю.Р. Ахмадуллина

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО  
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**