**ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ**

Кафедра общей и коммунальной гигиены

Дисциплина: Радиационная гигиена Специальность 060105.65

Медико-профилактическое дело

Курс 4 Семестр 8



Модуль 1. **Гигиеническая регламентация облучения человека. Основные закономерности действия ионизирующих излучений на организм.**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

на тему: «Особенности биологического действия ионизирующих излучений»

**Методическое пособие для преподавателей**

**к проведению практического занятия**

Автор: доц. к.м.н. Карпенко И.Л.

Утверждено на заседании кафедры общей и коммунальной гигиены

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

**Оренбург 2014 год**

**1. Тема: Особенности биологического действия ионизирующих излучений**

**2. Цель:** раскрыть и конкретизировать особенности биологического действия ионизирующих излучений на организм человека.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое понимание основ биологического действия ионизирующих излучений на организм.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения дифференцировать основные клинические эффекты при действии ионизирующих излучений.

Воспитывающая: воспитывать стремление к повышению своего общекультурного, интеллектуального и профессионального уровня, интерес к гигиене как теоретической и прикладной науке, формировать ценностное отношение к профессии врача-гигиениста.

**4. Вопросы для рассмотрения:**

1. Понятие внешнего и внутреннего облучения организма человека.

2. Особенности биологического действия инкорпорированных радионуклидов. Пути поступления, распределение их в организме человека. Понятие биологического периода полувыведения и эффективного периода полувыведения.

3. Основные факторы, обуславливающие действие ионизирующего излучения на организм человека.

4. Понятие о радиочувствительности («правило Бергонье-Трибондо»). Группы критических органов.

5. Понятие о радиотоксичности радиоактивных изотопов.

6. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений на биологическую ткань. Физический, химический и биохимический этапы первичных реакций при воздействии ионизирующих излучений на клетку.

7. Особенность воздействия ионизирующих излучений на организм человека (роль многоклеточной, интенсивности обменных процессов, «кислородный эффект» и др.).

**5. Основные понятия темы**

1. **Внешнее облучение** — это облучение человека от источника, находящегося вне его тела; **внутреннее облучение** — это облучение от радиоактивных изотопов (радионуклидов), попавших внутрь организма.

Внешнему облучению может подвергаться либо полностью весь организм, либо отдельные участки тела (локальное облучение). В зависимости от этого последствия облучения будут различными.

Радиоактивные изотопы могут попасть в организм с вдыхаемым воздухом, водой и продуктами питания, тем самым формируя внутреннее облучение. Снижение уровней облучения будет происходить за счет распада и выведения радионуклидов из организма.

2. Радионуклиды могут равномерно распределяться внутри тела (например, радиоактивный натрий), а могут избирательно накапливаться в отдельных органах и тканях: радиоактивный йод — в щитовидной железе, стронций — в костях, цезий — в мягких тканях и т.д.

3. Факторы, обуславливающие действие ионизирующего излучения на организм человека:

1. Величина поглощенной дозы облучения.

2. Длительность и дробность облучения.

3. Объем облучаемых тканей.

4. Радиочувствительность и функциональное значение облучаемых тканей. Необходимо помнить «правило Берганье-Трибондо».

5. Способ облучения (внешнее или внутреннее).

6. Индивидуальные особенности организма, определяемые его радиочувствительность.

7. Условия внешней среды.

4. Правило Бергонье-Трибондо – радиочувствительность ткани прямо пропорциональна пролиферативной активности и обратно пропорциональна степени дифференцировки тканей.

Группы критических органов:

1-ая – красный костный мозг, гонады, все тело;

2-ая – органы и ткани, не включенные в 1 и 3 группы;

3-я – костная ткань, стопы, лодыжки, голени, кисти, предплечье.

5. Радиотоксичность радионуклидов зависит от:

- пути поступления,

- распределения в организме,

- времени пребывания в организме,

- свойства радиоизотопа,

- вид радиоактивного превращения (при α-распаде поглощенная доза в 20 раз выше, чем при β-распаде),

- средней энергии одного распада,

- схемы радиоактивного распада,

- продолжительности поступления в организм.

6. Чтобы понять механизмы, определяющие последствия воздействия ионизирующих из-лучений на организм человека, рассмотрим последовательно клеточные и тканевые реакции, так как именно клетка является основной биологической единицей, в которой реализуются последствия облучения. В соответствии с локализацией подействовавшей поглощенной энергии различают прямое и непрямое (косвенное) действие радиации на биологическую ткань. **Непрямое** действие проявляется при взаимодействии ионизирующего излучения с водой, входящей в состав биологического объекта, **прямое** – с органеллами клетки. При взаимодействии ионизирующего излучения с водой происходит образование радикалов H, OH и, особенно, гидропероксида HO2, которые в свою очередь взаимодействуют с растворенными молекулами различных соединений. В результате прямого действия в клетке происходит ионизация и возбуждение сложных молекул с последующей их диссоциацией и разрывом химических связей.

Действие ионизирующих излучений на биологические объекты можно разделить на 3 этапа:

1. **Физическая стадия** лучевого воздействия – ионизация и возбуждение на атомарном уровне. Длительность протекания этого процесса 10-14 – 10-13 секунды. При этом поглощенная энергия может мигрировать по макромолекулам, реализуясь в слабых местах клетки: в белках – это SH–группы, в ДНК – хромофорные группы тиамина, в липидах – ненасыщенные связи. Ионизированные и возбужденные атомы тем самым дают начало химическим реакциям.

2. Этап **химических** преобразований.

Они соответствуют процессам взаимодействия радикалов, нуклеиновых кислот и липидов с водой, О2, ОН и возникновению гидроперекисей, т.е. возникает свободно радикальная реакция приводящая к повреждению структуры мембран клеток и как следствие, высвобождение ферментов и изменение их активности.

3. Нарушения, наступающие в результате высвобождения ферментов и изменения их активности, соответствуют 3 этапу лучевого поражения – **биохимическому**. В дальнейшем возникают нарушения обмена веществ в системах организма с изменением функций, с нейрогуморальными реакциями. Высвободившиеся ферменты путем диффузии достигают любой органеллы клетки и легко проникают в нее благодаря увеличению проницаемости мембран. Под воздействием этих ферментов происходит распад высокомолекулярных соединений клетки, в том числе нуклеиновых кислот и белков.

7. Видовая чувствительность биологических объектов к ИИ весьма различна. Наиболее чувствительны млекопитающие и человек, для которых летальные дозы рентгеновского и гамма-излучения составляют несколько единиц грей (сотен рад). Одноклеточные растения и бактерии наиболее устойчивы к излучениям: летальные дозы для них достигают 1000—1500 Гр (100—150 тыс. рад).

Кислородный эффект заключается в том, что при снижении концентрации кислорода в период облучения уменьшается эффект лучевого воздействия, который объясняется выходом радикала НО2 пропорционально падению или повышению парциального давления кислорода при гидролизе воды.

**6. Рекомендуемая литература:**

1. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: учеб. для вузов. — М.: ГЭОТАР–Медиа, 2010. — 384 с.: ил.

2. Архангельский В.И., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: практикум: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР–Медиа, 2009. — 352 с.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ. Учебное пособие. – Оренбург, 2015. - 110 с. (электронная библиотека)

4. Лекционный материал.

**Самостоятельная работа студентов:**

* Решение ситуационных задач по определению эффективного периода полувыведения радионуклида из организма человека.

**Примеры решения типовых задач по расчету**

**эффективного периода полувыведения радионуклида:**

**Задача №1.**

Определите эффективный период полувыведения радионуклида 54Mn для поджелудочной железы, печени и почек, если период полураспада 54Mn составляет 312 суток, а биологический период полувыведения для поджелудочной железы составляет 5,7 суток, для печени – 25 суток и для почек 6,8 суток.

**РЕШЕНИЕ:** Эффективный период полувыведения рассчитывается по формуле:

Тэфф=Тфиз\*Тбиол/(Тфиз+Тбиол),

где Тфиз - период полураспада радионуклида,

Тбиол - биологический период полувыведения радионуклида,

Тэфф - эффективный период полувыведения радионуклида.

Эффективный период полувыведения марганца из поджелудочной железы составит

312\*5,7/(312+5,7)=5,6 суток

Эффективный период полувыведения марганца из печени составит

312\*25/(312+25)=23 суток

Эффективный период полувыведения марганца из почек составит

312\*6,8/(312+6,8)=6,6 суток

Решите следующие задачи:

**Задача №2.**

При внутривенной рентгенографии больному было введено 5 г радиоактивного бария 140Ва. Определите эффективный период полувыведения радионуклида и рассчитайте, через какое время произойдет полное выведение 140Ва из костной ткани организма пациента.

**Задача №3.**

При метастатических поражениях скелета проводится радионуклидная терапия внутривенным введением 90Sr. Определите эффективный период полувыведения радионуклида и рассчитайте, через какое время произойдет полное выведение 90Sr из костной ткани организма пациента, если внутривенно больному было введено 10 г 90Sr.

Периоды полураспада и полувыведения для радионуклидов представлены в справочных материалах к занятию.