**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 №4**

на тему: «Охрана здоровья человека от воздействия ионизирующих излучений и радиоактивных веществ. НРБ 99/2009»

**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: Охрана здоровья человека от воздействия ионизирующих излучений и радиоактивных веществ. НРБ 99/2009.**

**2. Цель:** сформировать представление об основных принципах нормирования и регламентации ионизирующего излучения.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое понимание принципов нормирования и регламентации ионизирующего излучения, понятия о дозовых пределах и принципах радиационной защиты населения.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения проводить оценку радиационной обстановки, владение основными приемами химической радиозащиты.

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. Гигиеническая характеристика загрязнения окружающей среды радиоактивными вещества-ми (природное, медицинское и техногенное облучение).

2. Понятие о «Нормах радиационной безопасности» (НРБ) и их содержании.

3. Основные принципы радиационной безопасности (принцип нормирования, обоснования, оптимизации).

4. Гигиенические принципы установления пределов доз в зависимости от категорий облучаемых лиц.

5. Гигиенические принципы установления допустимых уровней воздействия в зависимости от категорий облучаемых лиц. Пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и другие.

6. Гигиенические принципы установления контрольных и административных уровней воздействия ионизирующих излучений.

7. Обеспечение радиационной безопасности при природном облучении. Гигиенические обоснования допустимых уровней загрязнения радиоактивными веществами воздуха, питьевой воды, продуктов питания, строительных материалов, минерального сырья, металлолома.

8. Радиационная безопасность пациентов и населения при медицинском облучении. Допустимые уровни облучения населения при медицинских диагностических процедурах.

9. Понятие о химической радиозащите. Препараты, применяемые для защиты от воздействия ионизирующих излучений, механизм действия.

**5. Основные понятия темы**

1. 70-80% радиации человек получает от природных источников. В свою очередь **природное** облучение складывается из:

- космического облучения (внешнее облучение), которое обусловлено ядерными реакциями на далеких планетах. Часть космического ионизирующего излучения задерживается атмосферой, но некоторое количество достигает поверхности Земли. Космическое ионизирующее излучение составляет 5-10% из всех природных радиационных факторов.

- облучение среды обитания человека и организма человека (внутреннее облучение). То есть человек может получить некоторое облучение, во-первых, через воду, атмосферный воздух, почву, продукты питания. Во-вторых, в организме человека постоянно присутствуют радиоактивные вещества. Это излучение также составляет 5-10% из всех природных радиационных факторов.

- 80% из всех природных радиационных факторов составляют два природных радиоактивных газа – радон и торон. На определенной глубине земной коры залегает уран. По цепочке радиоактивного распада он превращается в газ радон, который через поры и трещины в коре выходит в окружающую атмосферу и рассеивается. Но при строительстве и герметизации зданий радон скапливается в помещениях, особенно в подвалах и на первых этажах.

Радиационная безопасность природных источников не нормируется, а обеспечивается путем регулирования применения материалов и сред, то есть существующие нормы радиационной безопасности устанавливают не нормативы, а критерии.

Среди проблем радиационной безопасности **медицинское** облучение занимает ведущее положение благодаря своей распространенности, уровням облучения и специфике. Специфика обусловлена тем, что польза рентгенорадиологических процедур многократно превосходит риск облучения, в связи с чем повышается их частота. В России частота рентгенологических исследований превышает 900 исследований на 1000 жителей. В результате медицинского облучения население каждый год получает удвоенную дозу по сравнению с природным фоном. Например, на территории Чернобыля аварийная доза гораздо ниже, чем медицинская. Медицинское облучение составляет 20-30% от общего облучения.

Медицинское облучение, как и природное, не нормируется, а регулируется, кроме профилактического облучения (1мЗв/год). Существуют СанПиНы к размещению, использованию рентгенорадиологической аппаратуры, к отделке помещений, к гигиене труда при работе с источниками ионизирующих излучений и т. д.

**Техногенное облучение** составляет лишь 1,5-3% от общего облучения. На источниках техногенного облучения более подробно остановимся во время практического занятия по вопросам радиационной гигиены. Сейчас отметим, что при эксплуатации источника ионизирующих излучений в обычном режиме радиоактивное облучение нормируется. Законом РФ о радиационной безопасности установлен годовой дозовый предел для населения и персонала. Так для персонала А этот предел составляет 20 мЗв/год, для персонала Б – ¼ от предела, установленного для персонала А. Для остального населения – 1 мЗв/год. Существуют отдельные СанПиНы для таких случаев, которые предусматривают ограничение деятельности с учетом установленных критериев.

2. Особая ответственность радиационной гигиены подкрепляется Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.96 г. В соответствии с данным законом «радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения» (Статья 1). Статья 22 этого же закона гласит, что «граждане Российской Федерации, иностранные граждане и граждане без гражданства, проживающие на территории Российской Федерации, имеют право на радиационную безопасность. Это право обеспечивается за счет проведения комплекса мероприятий по предотвращению радиационного воздействия на организм человека ионизирующего излучения выше установленных норм, правил и нормативов».

Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Нормы распространяются на следующие источники ионизирующего излучения:

- техногенные источники за счёт нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;

- техногенные источники в результате радиационной аварии;

- природные источники;

* медицинские источники.

Требования Норм не распространяются на источники излучения, создающие при любых условиях обращения с ними:

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв; и

- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел.-Зв, либо когда при коллективной дозе более 1 чел.-Зв оценка по принципу оптимизации показывает нецелесообразность снижения коллективной дозы;

- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже не более 50 мЗв и в хрусталике глаза не более 15 мЗв.

Требования Норм не распространяются также на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека, создаваемое природным калием, на которые практически невозможно влиять.

3. Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения (принцип нормирования);

- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).

4. Устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (группы А и Б);

- все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:

- основные пределы доз (ПД);

- допустимые уровни монофакторного воздействия.

**Основные пределы доз**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Нормируемые**  **величины\*** | **Пределы доз** | |
| **персонал (группа А)\*\*** | **Население** |
| Эффективная доза | 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год | 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза\*\*\*  коже\*\*\*\*  кистях и стопах | 150 мЗв  500 мЗв  500 мЗв | 15 мЗв  50 мЗв  50 мЗв |

*\*\* Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни воздействия персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.*

5. Допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и другие;

6. Для обеспечения условий, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого, с учетом достигнутого в организации уровня радиационной безопасности, администрацией организации дополнительно устанавливаются контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.).

7. Снижение облучения населения достигается путем установления системы ограничений на облучение населения от отдельных природных источников излучения.

При проектировании новых зданий жилого и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе помещений ЭРОАRn + 4,6⋅ЭРОАTn не превышала 100 Бк/м3, а мощность эффективной дозы гамма-излучения не превышала мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч.

Эффективная удельная активность (Аэфф) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на их месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также отходы промышленного производства, используемые для изготовления строительных материалов (золы, шлаки и пр.), и готовой продукции не должна превышать:

- для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях (I класс) 370 Бк/кг,

- для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (II класс) 740 Бк/кг;

- для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс) 1500 Бк/кг.

При 1,5 кБк/кг < Аэфф ≤4,0 кБк/кг (IV класс) вопрос об использовании материалов решается в каждом случае отдельно на основании санитарно-эпидемиологического заключения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор. При Аэфф > 4,0 кБк/кг материалы не должны использоваться в строительстве.

Предварительная оценка качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- (Аα) и бета-активности (Аβ). При значениях Аα и Аβ ниже 0,2 и 1,0 Бк/кг, соответственно, дальнейшие исследования воды не являются обязательными.

Удельная активность природных радионуклидов в минеральных удобрениях и агрохимикатах не должна превышать 1,0 кБк/кг.

8. Радиационная безопасность лиц, подвергающихся медицинским рентгенорадиологическим процедурам (диагностическим, лечебным, профилактическим, исследовательским), должна быть обеспечена путем обоснования проведения таких процедур и оптимизации радиационной защиты. Радиационная защита пациентов при медицинском облучении должна быть основана на необходимости получения полезной диагностической информации и/или терапевтического эффекта от соответствующих медицинских процедур при наименьших возможных уровнях облучения.

Дозы, получаемые пациентами при проведении рентгенорадиологических процедур, не нормируются. Проведение диагностических рентгенорадиологических исследований должно быть обосновано с учетом следующих требований:

• наличие клинических показаний;

• выбор наиболее щадящих в отношении облучения методов исследований;

• рассмотрение альтернативных (нерадиационных) методов диагностики.

Проведение терапевтических рентгенорадиологических процедур должно быть обосновано с учетом следующих требований:

• ожидаемая эффективность лечения превосходит эффективность альтернативных (нерадиационных) методов;

• риск отказа от лучевой терапии заведомо превышает риск от облучения при ее проведении.

Использование технических средств радиационной защиты пациентов (стационарных, передвижных и индивидуальных) является обязательным при проведении диагностических рентгенологических процедур. Части тела пациентов вне поля излучения должны быть защищены средствами индивидуальной защиты (фартуки и накидки из просвинцованной резины). Эффективность средств индивидуальной защиты подлежит контролю.

При проведении обоснованных медицинских рентгенорадиологических обследований в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур, а также рентгенорадиологических профилактических медицинских и научных исследований практически здоровых лиц, не получающих прямой пользы для своего здоровья от процедур, связанных с облучением, годовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв.

Лица (не персонал рентгенорадиологических отделений), оказывающие помощь в поддержке пациентов (тяжелобольных, детей и др.) при выполнении рентгенорадиологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год. Такие же требования предъявляются к радиационной безопасности взрослых лиц, проживающих вместе с пациентами, прошедшими курс радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников и выписанными из клиники. Для остальных взрослых лиц, а также для детей, контактирующих с пациентами, выписанными из клиники после радионуклидной терапии или брахитерапии, предел дозы составляет 1 мЗв в год.

9. Понятие о химической радиозащите. Под радиозащитным эффектом понимают снижение частоты и тяжести постлучевых повреждений биомолекул и (или) стимуляцию процессов их посттрадиционной репарации.

Серосодержащие радиопротекторы (аминотиолы). Быстрое проявление радиозащитной активности обусловлено преимущественным поступлением радиопротекторов в клетки радиочувствительных тканей, в которых в сжатые сроки (5-10 мин) достигается максимальная концентрация препаратов. Наиболее эффективными препаратами данной группы являются цистамин и гаммафос (этиол).

Радиопротекторы рецепторного действия (агонисты биогенных аминов). Механизм радиозащитного действия связан преимущественно с гипоксическим эффектом. К этой группе относятся серотонин, адреналин, мезатон и др., вызывающие регионарную гипоксию, а также соединения вызывающие гипоксию смешанного типа (оксид углерода, метгемоглобинообразователи) – мексамин, индралин, нафтизин.

Средства повышения радиорезистентности организма:

- средства защиты от поражающих доз облучения (экзогенные и эндогенные иммуномодуляторы, детоксикационные средства);

- средства защиты от субклинических доз облучения (антиоксиданты, природные адаптогены).

**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.

5. НРБ 99/2009

**Самостоятельная работа студентов:**

* Решение ситуационных задач по оценке радиационной обстановки с рекомендациями по радиационной защите на основании нормативных документов.

**Задача №1.**

Предварительная радиационная оценка ионизирующего излучения исходящего от гравия, используемого при строительстве жилых зданий, показала, что мощность его дозы гамма-излучения превышает аналогичный показатель естественного фона более чем в 2 раза. Дополнительные исследования выявили наличие в гравии трансурановых элементов радия и тория, удельная эффективная активность которых составляла 470 Бк/кг. Определить класс строительных материалов, дать заключение об их дальнейшем использова­нии.

**Решение.**

В соответствии с допустимыми уровнями удельной эффективной активности естественных радионуклидов (трансурановых элементов радия, тория), содержащихся в строительных материалах (с. 84-85, Рук. 2001, НРБ 99/2009), применяемый строительный материал - гравий с показателем удельной активности в 470 Бк/кг не может использоваться в строительстве жилых зданий, так как превышает допустимую для этого (I-го) класса материалов удельную актив­ность в 1,3 раза (470/370). Данный строительный материал относится к материалам II-го класса (Аэф.< 740 Бк/кг), которые могут использоваться в строительстве дорог и промышленных зданий, находящихся в пределах населенных пунктов.

Решите следующие задачи:

**Задача №2**

Предварительная радиационная оценка ионизирующего излучения исходящего от щебня, используемого при строительстве промышленных зданий, показала, что мощность его дозы гамма-излучения превышает анало­гичный показатель естественного фона более чем в 2 раза. Дополнительные исследования выявили наличие в щебне трансурановых элементов радия и тория, удельная эффективная активность которых составляла 950 Бк/кг. Определить класс строительных материалов, дать заключение об их дальнейшем использовании.

**Задача №3**

Предварительная радиационная оценка ионизирующего излучения исходящего от бутового камня, используемого при строительстве дорог вне населенных пунктов, показала, что мощность его дозы гамма-излучения превышает аналогичный показатель естественного фона более чем в 2 раза. Дополнительные исследования выявили наличие в камне трансурановых элементов радия и тория, удельная эффективная активность которых составляла 3500 Бк/кг. Определить класс строительных материалов, дать заключение об их дальнейшем использовании.

**Задача №4**

Радиационная оценка ионизирующего излучения, проведенная в песчаном карьере, показала, что мощность дозы гамма-излучения в исследуемых пробах превышала аналогичный показатель естественного фона более чем в 2 раза. Дополнительные исследования выявили наличие в карьере естествен­ных радионуклидов, удельная эффективная активность которых составляла 315 Бк/кг. Определить класс строительных материалов, дать заключение об их дальнейшем использовании.

**Задача №5**

Радиационная оценка ионизирующего излучения исходящего от строительных материалов внутри жилого помещения показала превышение гамма-фона более чем в 2 раза. Дополнительные исследования выявили, что превышение мощности дозы внутри помещения над гамма-фоном составляет менее 0,2 МкЗв/ч. Дать заключение о возможных последствиях облучения населения и мерах вмешательства по его снижению.

**Задача №6**

Радиационная оценка ионизирующего излучения исходящего от строительных материалов внутри жилого помещения показала превышение гамма-фона более чем в 2 раза. Дополнительные исследования выявили, что превышение мощности дозы внутри помещения над гамма-фоном составляет менее 0,3, но более 0,2 МкЗв/ч. Дать заключение о возможных последствиях облучения населения и мерах вмешательства по его снижению.