**Лекция № 3**

**Радиация и здоровье населения**

План лекции:

1.Радиация. Влияние радиации на популяцию, профилактические мероприятия.

2.Естественный радиационный фон биосферы.

3.Техногенно-измененный естественный радиационный фон биосферы.

Тема является актуальной, т.к. радиоактивные вещества широко применяются в медицине, промышленности большинства стран мира, а так же неправильным пониманием, как населением, так и многими медработниками степени опасности этого фактора для здоровья человека.

В медицине ионизирующее излучение и радиоактивные вещества применяются с различными целями:

Диагностика

Лечение

С научно-исследовательской целью

**Радиоактивность –** *это самопроизвольное превращение ядер атомов одних элементов в другие, сопровождающееся испусканием ионизирующих излучений.*

**Активность удельная (объёмная) –** *отношение активности радионуклида в веществе к массе/объёму вещества. Единицей активности является* ***Беккерель (Бк)- Бк/кг для удельной и Бк/м3 для объёмной активности.***

***1Бк –*** ***1 ядерное превращение в секунду***

**Ионизирующее излучение –** *любое излучение, за исключением видимого света и ультрафиолетового излучения, взаимодействие которого со средой приводит к её ионизации, т.е. к образованию зарядов обоих знаков.*

Все виды ионизирующего излучения условно разделяют на:

Электромагнитное (волновое) – гамма-излучение, рентгеновское.

Корпускулярное - , нейтронное, протонное и др.

Так же излучения делят на **плотно-ионизирующие**, т.е. с большим массовым числом или высокой энергией (- излучение) и **косвенно-ионизирующее**, т.е. не имеющее заряда излучения (нейтронное, рентгеновское и - излучение).

Мерой ионизирующего излучения является **доза излучения.** Для характеристики ионизирующего излучения используется понятие **поглощённой дозы** – *величина энергии излучения, переданной единице массы облучаемого вещества. Единицы измерения – Дж/кг, т.е.* ***Грэй (Гр).***

Установлено, что биологическое действие одинаковых поглощённых доз различных видов излучения на организм неодинаково. Эффект лучевого воздействия на организм зависит не только от поглощённой дозы и её фракционирования во времени, но и от удельной ионизации данного вида излучения. Чем выше удельная ионизация, тем выше биологическое действие такого излучения и тем выше взвешивающий коэффициент.

Взвешивающий коэффициент показывает во сколько раз биологическое действие данного вида излучения больше чем - излучение, рентгеновское или - излучение при одинаковой поглощённой дозе.

Для выработки общей основы, позволяющей сравнивать все виды ионизирующего излучения в отношении возможного возникновения вредных эффектов от облучения, введено понятие **эквивалентной дозы.** Она равна произведению поглощённой дозы на взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.

Например: взвешивающий коэффициент для рентгеновского излучений равен 1, а для -излучения – 20. Это значит, что одной и той же поглощённой дозе биологическое действие -излучения будет в 20 раз больше, чем от .

Для выражения эквивалентных доз используется системная единица – Зиверт (Зв) = ****

Доза эквивалентная, или эффективная, ожидаемая при внутреннем облучении – это доза за время, прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм. Когда время не определено, то его следует принимать равным 50 годам для взрослых и 7 годам для детей.

**Доза эффективная годовая –** *это сумма эффективной дозы внешнего облучения, полученной за календарный год и ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год. Единица годовой дозы – Зв.*

**Эффективная доза –** *величина, используемая как мера риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей, с учётом их радиационной чувствительности.*

Эффективная доза представляет собой сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты. Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчёте эффективной дозы используются для учёта различной чувствительности разных органов и тканей в возникновении стохастических (вероятностных) эффектов радиации – генетические заболевания, злокачественные новообразования, лейкозы. Наиболее чувствительны к воздействию радиации гонады, красный костный мозг, толстый кишечник, лёгкие, желудок.

**Действие ионизирующего излучения на организм**

При воздействии на организм человека могут возникнуть 2 вида эффектов:

**детерминированные** – лучевая болезнь, лучевой дерматит, катаракта, бесплодие, аномалии развития плода и др.

**стохастические (беспороговые) –** злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни.

В проявлении ранних детерминированных эффектов характерна чёткая зависимость от дозы облучения, которая может вызвать радиационные повреждения разной степени тяжести от скрытых до смертельных форм лучевой болезни. Эффективность хронического облучения так же зависит от мощности дозы. Для стохастических эффектов не существует дозового порога, это означает, что возникновение эффектов возможно при сколь угодно малой дозе.

**Коллективная доза облучения** представляет собой произведение двух величин - средне эффективной индивидуальной дозы в облучённой когорте и численности людей, подвергшихся облучению. Из определения следует, что эта величина возрастает не только при возрастании индивидуальных доз, но и при увеличении числа облучённых людей. При этом вероятность риска так же возрастает.

**Нормирование облучения**

**Основные принципы обеспечения радиационной безопасности:**

**Принцип нормирования** – это не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего облучения.

**Принцип обоснования** – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причинённого дополнительным естественному радиационному фону облучением.

**Принцип оптимизации** – поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего облучения.

Устанавливаются следующие группы облучаемых лиц:

*Группа А* – персонал, лица, работающие с техногенными источниками облучения.

*Группа Б* – персонал, находящийся по условиям работы в сфере воздействия техногенных источников излучения.

*Группа В* – всё население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливается 3 класса нормативов:

Основные пределы доз

Допустимые уровни монофакторного воздействия:

Пределы годового поступления

Допустимые среднегодовые объёмные активности

Среднегодовые удельные активности

Контрольные уровни (ПДВ в атмосферу, ПДС жидких отходов)

**Основные пределы доз**

**Предел дозы –** это величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна возрастать в условиях нормальной работы.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а так же дозы вследствие радиационной аварии.

**Радиотоксичность –** это свойство радиоактивных веществ вызывать большие или меньшие патологические изменения при попадании их в организм.

Источники ионизирующего излучения бывают открытые и закрытые.

**Открытые –** радионуклиды, которые могут загрязнять внешнюю среду и попадать с вдыхаемым воздухом, пищей, водой, а так же через кожу внутрь организма и вызывать внутреннее облучение.

**Закрытые –** источники, которые исключают поступление радионуклидов, содержащихся в нём, в условиях применения и сроках износа.

**Дозиметрический контроль**

**Ионизационный** – основан на ионизации воздуха или другого газа между электродами с разными потенциалами, между которыми под влиянием излучения возникает электрический ток.

**Синциляционный** – основан на возбуждении и ионизации атомов и молекул вещества при прохождении через него заряженных частиц с последующим испусканием светового излучения, которое усиливают с помощью фотоэлектронного умножителя и регистрируют счётным устройством.

**Люминесцентный** – основан на накоплении поглощённой в люминофорах энергии, которая освобождается под воздействием ультрафиолетового излучения определённой длины волны или нагревом, в результате чего наблюдается оптический эффект, адекватный поглощённой энергии.

**Фотохимический** – основан на воздействии ионизирующего излучения на фотоэмульсию фотографической плёнки, измеряемому по оптической плотности.

Дозиметрический контроль включает определение индивидуальной дозы облучения каждым работающим, систематический контроль за мощностью дозы облучения на рабочих местах и в смежных помещениях, применение приборов, сигнализирующих о превышении допустимых доз облучения.

**Защита от ионизирующего излучения**

1.Организационные мероприятия – 3 класса работ в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида при внутреннем облучении и активности радионуклидов на рабочем месте.

2. Планировочные:

2.1 работы I А класса – могут проводиться в специальных изолированных корпусах,

имеющих трёхзональную планировку с санпропускником и шлюзом.

2.2 работы II Б класса – могут проводиться в изолированной части здания.

2.3 работы III В класса ведутся в отдельных помещениях, имеющих вытяжной шкаф.

3. Герметизация оборудования и зон.

4. Использование не сорбирующих материалов для отделки пола, стен, потолка и оборудования.

5. Использование СИЗ (халаты, перчатки, респираторы, пневмокостюмы)

6. Соблюдение правил личной гигиены – запрет хранения на рабочем месте пищевых продуктов, напитков, косметики, соблюдение правил одевания/раздевания спецодежды, своевременная и правильная дозиметрия и дезактивация загрязнённых СИЗ.

К факторам защиты при работе с источниками ионизирующего излучения в закрытых помещениях относятся: защита количеством, защита временем, защита расстоянием и экраном.

**2.Естественный радиационный фон биосферы.**

Под **радиационным фоном** принято понимать ионизирующее излучение природных источников космического и земного происхождения, а также искусственных радионуклидов, рассеянных в биосфере в результате деятельности человека.

РФ состоит из следующих компонентов:

**Естественный радиационный фон (ЕРФ**) – это ионизирующее излучение от природных источников внеземного (космического) и земного происхождения, действующее на человека на поверхности Земли.

**Техногенно -измененный радиационный фон (ТИРФ)** – это ионизирующее излучение источников и радионуклидов, созданных или рассеянных в биосфере в результате деятельности человека.

Источником ионизирующих излучений ЕРФ внеземного происхождения является ***первичное космическое излучение***, которое в окрестности Земли состоит из *галактического космического* излучения (генерированного в еще точно неизвестных, но удаленных от Земли объектах) и *солнечных космических* лучей.

Средняя энергия космических частиц около 108 - 109 эВ. Первичное космическое излучение состоит в основном из протонов (90%) и альфа- частиц, встречаются ядра лития, бериллия, бора и другие. Поток электронов составляет около 1,5% потока всех космических частиц, позитронов в 5 раз меньше, в небольшом количестве обнаружены также гамма-кванты. Интенсивность вторичного космического излучения зависит от толщины атмосферы. Космическое излучение на уровне моря примерно в 100 раз менее интенсивно, чем на границе атмосферы и состоит в основном из мюонов, а Северный и Южный полюса получают больше ионизирующих излучений, чем экваториальные области (за счет магнитного поля Земли).

В целом, человек, живущий на уровне моря, получает 0,315 мЗв/год за счет источников ионизирующего излучения внеземного происхождения, в 207 том числе за счет внешнего облучения - 0,3 мЗв и за счет внутреннего облучения - 0,015 мЗв. Уровни земной радиации неодинаковы для разных мест земного шара и зависят от концентрации радионуклидов в том или ином участке земной коры. Повышенным содержанием радионуклидов характеризуются породы вулканического происхождения - гранит, базальт; гораздо меньше радиоактивных элементов в осадочных породах - известняке, песчанике .

**2.Техногенно-измененный естественный радиационный фон биосферы**.

ТИРФ формируется в результате деятельности человека, в основном, за счет источников ионизирующих излучений, используемых в медицине, глобальных выпадений радионуклидов, стройматериалов, телевидения, авиации. Его главными составляющими являются техногенно -измененный *естественный радиационный фон* (ТИЕРФ) *и искусственный радиационный фон (ИРФ).*

ТИЕРФ представляет собой ионизирующее излучение от природных источников, претерпевших изменения в результате деятельности человека:

• извлечение из недр полезных ископаемых (главным образом, минеральных удобрений), содержащих радионуклиды;

• поступление в среду продуктов сгорания органического топлива;

• использование стройматериалов с высоким содержанием радионуклидов;

• широкое использование авиации, что повышает воздействие на человека внеземных источников ионизирующего излучения;

• использование бытовых предметов, содержащих естественные радионуклиды.

ИРФ обусловлен искусственно созданными источниками ионизирующего излучения, включая искусственные радионуклиды. К ним можно отнести:

• применение источников ионизирующего излучения в научных, хозяйственных и медицинских целях (для диагностики и лечения);

• выпадения радионуклидов при испытаниях ядерного оружия и при работе ядерно-топливных предприятий и установок;

• телевидение, мониторы компьютеров и другие приборы, являющиеся источниками электромагнитных излучений.

Индивидуальные дозы, получаемые людьми от искусственных источников, очень вариабельны, хотя, в большинстве случаев, легче контролируются.

**Источники, используемые в медицине, являются основным источником искусственного облучения и превышают воздействие всех других искусственных источников**. Согласно данным по развитым странам на 1000 жителей в год приходится от 300 до 900 рентгенологических исследований в год, не считая рентгенологических исследований зубов и 208 массовой флюорографии. Около половины рентгенологических обследований приходится на грудную клетку. С уменьшением частоты туберкулеза целесообразность массовых обследований уменьшается. Часто облучению подвергается большая площадь тела, чем это надо. Необходимо уменьшать дозы при исследовании молочной железы. Максимальное уменьшение площади рентгеновского пучка, его фильтрация, использование УРИ (усилителей рентгеновского изображения), более чувствительных пленок, правильная экранировка способны значительно уменьшить дозу.

Контрольные вопросы:

1. Естественный радиационный фон биосферы.

2. Техногенно - измененный естественный радиационный фон.

3. Влияние радиации на популяцию, профилактические мероприятия