



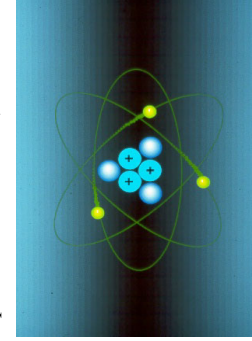
Международное агентство по атомной энергии и Всемирная организация здравоохранения

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИАЦИИ И РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ

**Радиация** является жизненной реальностью, существующей вокруг нас везде и всегда. Мы живем в естественно радиоактивном мире. Однако, насколько глубоко знания врачей, медицинских сестер и технических работников, которым, возможно, придется реагировать в случае радиационной аварийной ситуации, о том, что такое радиация, как она воздействует и как от нее защититься? Эта брошюра предназначена для медицинского персонала и содержит основные концептуальные сведения о радиации и радиационной защите.

### Атомы и элементы

Вся материя состоит из атомов. Почти вся масса атома сосредоточена в его ядре, которое состоит из положительно заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов. Вокруг ядра вращаются отрицательно заряженные частицы, называемые электронами. Атомы



имеют равные количества протонов и электронов и являются электрически нейтральными. Общее число протонов и нейтронов называется массовым числом. Поскольку число протонов уникально для каждого элемента, то элемент вместе с массовым числом определяют каждый нуклид. Нуклиды какого-либо элемента - атомы с одинаковым числом протонов, но с разными количествами нейтронов - образуют то, что называется изотопами этого элемента. Может быть несколько изотопов одного элемента. Водород, например, имеет три изотопа: водород-1 (обыкновенный водород), водород-2 (дейтерий) и водород-3 (тритий).

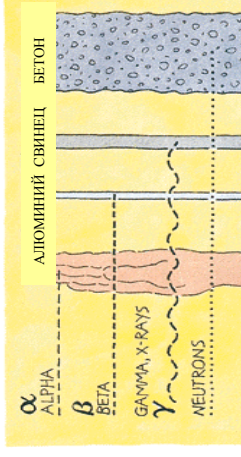
### Радиоактивность и радиация

Хотя многие нуклиды стабильны, большинство таковыми не являются. Стабильность определяется, главным образом, сбалансированностью между числом нейтронов и числом протонов, содержащихся в ядре. Нестабильное ядро обладает избыточной энергией и будет самопроизвольно беспорядочно делиться, испуская излучение. Различные ядра выделяют свою энергию по-разному - в виде электромагнитных волн, гамма-излучения или рентгеновского излучения и/или потоков частиц т.е. бета-частиц или альфа-частиц. Это самопроизвольное деление ядер называется радиоактивностью, и излучаемая избыточная энергия является формой ионизирующего излучения. Данный процесс деления называется радиоактивным распадом, а делящийся и испускающий излучение нестабильный нуклид - радионуклидом. Все радионуклиды определяются уникальным образом по типу излучения, которое они испускают, энергии излучения и периоду полураспада. Активность - используемая в качестве меры радиоактивности какого-либо количества радионуклида - выражается единицей, называемой беккерель (Бк): один беккерель - это один распад в секунду. Период полураспада - это время, требуемое для того, чтобы величина активности какого-либо радионуклида уменьшилась вдвое в результате распада. Диапазон периодов полураспада радионуклидов составляет от долей секунды до миллионов лет.

### Типы радиации

**Альфа-излучение** состоит из положительно заряженных частиц, включающих два протона и два нейтрона, которые испускаются радионуклидами тяжелых элементов, таких, как уран, радий, радон и плутоний. Альфа-излучение проходит в воздухе лишь несколько сантиметров и блокируется листом бумаги. Альфа-излучение не способно проникнуть через кожу. Если вещество, излучающее альфа-частицы, попадает в тело, то оно выпустит всю свою энергию в окружающие клетки. Альфа-излучатели могут нанести вред людям, если эти материалы вдыхаются, проглатываются или поглощаются через открытые раны. **Бета-излучение** состоит из электронов, которые гораздо меньше альфа-частиц и способны проникать глубже. Оно может быть остановлено листом металла или стекла или обычной одеждой. Бета-излучение может проникать сквозь кожу человека до "зародышевого слоя", где образуются новые клетки кожи. Если бета-излучатели остаются на коже в течение длительного периода времени, они могут

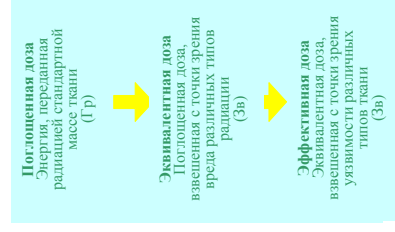
вызвать ее поражение. **Гамма-излучение** является энергией электромагнитных волн. Его пробег



в воздухе велик, а проникающая способность значительна. Плотные материалы, такие, как свинец и бетон, представляют собой хорошие преграды для гамма-лучей. **Рентгеновское излучение** подобно гамма-излучению, но обычно образуется искусственно в результате бомбардировки металлической мишени электронами в вакууме (в рентгеновской трубке). Плотные материалы, такие, как свинец, останавливают рентгеновские лучи. **Нейтронное излучение** состоит из нейтронов и, само по себе, не является ионизирующим излучением. Однако, если нейтрон попадает в ядро, он может активизировать его или стать причиной испускания гамма-луча или заряженной частицы, ковенно вызывая ионизирующее излучение. Нейтроны имеют более высокую проникающую способность и могут быть остановлены только массивной преградой из, например, бетона, воды или парафина.

### Радиационная доза

Радиационное повреждение ткани зависит от поглощения энергии радиации или от полученной радиационной дозы, называемой поглощенной дозой. Поглощенная доза выражается единицей, называемой грей (Гр). Потенциал повреждения наносимого конкретной поглощенной дозой, зависит от типа радиации. Поглощенная доза от альфа-частиц, например, более вредна, чем такая же доза от бета-излучения. С целью обеспечения общей основы для всех ионизирующих излучений с точки зрения их потенциала нанесения вреда введена радиационная взвешенная доза, называемая эквивалентной дозой. Единицей является зиверт (Зв). Эквивалентная доза равняется поглощенной



дозе, умноженной на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения. Для гамма-лучей, рентгеновских лучей и бета-частиц коэффициентом является 1. Для альфа-частиц коэффициент составляет 20. Кроме того, риск повреждения не одинаков для различных тканей тела. Например, он меньше для поверхностных костей, чем для ткани груди. Это может быть учтено путем умножения (взвешивания) эквивалентной дозы в каждом важном органе или типе ткани тела на коэффициент риска повреждения этого органа или типа ткани, который называется взвешивающий коэффициент для ткани. Сумма произведений (взвешенных) эквивалентных доз называется эффективной дозой. Эффективная доза дает широкое представление об ущербе, причиненном здоровью.

### Радиация и живая ткань

Когда радиация проходит сквозь материю, она оставляет часть своей энергии в поглощающем материале путем ионизации или возбуждения атомов. Именно ионизация атомов в ткани, сопровождаемая химическими изменениями, является причиной вредных биологических эффектов радиации. Например, когда ионизирующее излучение проходит сквозь клетчатку, оно образует заряженные молекулы воды. Они распадаются

на свободные радикалы, которые являются химически высоко реактивными и могут изменить важные молекулы, такие, как дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) в клетках. Радиация может также непосредственно ионизировать молекулы ДНК. Эти эффекты ионизации могут привести к биологическим эффектам, включая гибель клеток и аномальное развитие клеток.

### Радиационные эффекты

Существует два основных типа медицинских радиационных эффектов. Детерминированные эффекты имеют место только в том случае, если доза или мощность дозы (т.е. доза, получаемая за единицу времени) превышает определенное пороговое значение. Эффекты проявляются рано и являются более тяжелыми в случае более высоких доз и мощностей доз. В качестве примеров можно привести острый радиационный синдром, ожог кожи и бесплодие. Если доза мала или получена в течение более длительного периода времени, то существует более

высокая вероятность того, что поврежденные клетки тела восстановятся; однако вредные эффекты могут по-прежнему проявляться. Эффекты этого типа, называемые стохастическими, не обязательно случаются, однако вероятность их возникновения возрастает по мере увеличения дозы, несмотря на то, что время и тяжесть эффекта от дозы не зависят. Примерами являются различные раковые заболевания.

### Радиационное облучение и радиационная защита

Облучение человека может быть внешним или внутренним и может быть получено различными путями. *Внешнее облучение* может быть вызвано непосредственным облучением от открытого источника или в результате загрязнения, т.е. радионуклидами, распавшимися в воздухе, или радионуклидами, выпавшими на почву или на одежду и кожу. *Внутреннее облучение* может быть результатом вдыхания радиоактивного материала из воздуха, приема загрязненной пищи или воды или загрязнения открытой раны. Эффективная защита от внешнего облучения обеспечивается путем:

- 1) ограничения времени пребывания вблизи источника излучения; 2) перемещения от источника излучения; и 3) экранирования источника, при этом эффективность зависит от типа излучения и характера используемого экранирующего материала. На загрязненных территориях использование защитной одежды помогает предотвратить внешнее загрязнение тела, а применение соответствующих средств респираторной защиты позволяет не допустить внутреннее загрязнение. На загрязненных территориях следует запретить принятие пищи, потребление воды и курение.

### Радиационная аварийная ситуация

Любой врач может оказаться в ситуации, когда ему придется лечить пострадавших от радиационного облучения. Пациент, который подвергся облучению только от внешнего источника излучений и не загрязнен, не представляет никакой радиационной опасности для других, и в этой связи не требуется принимать каких-либо мер предосторожности. Если пациент получил внутреннее загрязнение, то необходимо принимать меры предосторожности при обращении с выделениями, однако он/она не представляет непосредственной опасности для других, если только поступление радиоактивных веществ не было слишком большим и не было связано с гамма-излучателями. Если пациент получил внешнее загрязнение, то осуществление надлежащих процедур

(например, использование виниловых перчаток и защитной маски, укрывание пациента одеялом или простыней, мойка рук и неподношение их ко рту) помогает предотвратить дальнейшее загрязнение и его непреднамеренное пероральное распространение на врачей, медицинских сестер и других лиц.