**Реферат**

**Тема:** **БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ**

**План:**

Введение

1 Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения

2 Воздействие ионизирующего излучения на отдельные органы и организм в целом

3 Мутации

4 Действие больших доз ионизирующих излучений на биологические объекты

5. Два вида облучения организма: внешнее и внутреннее

Заключение

Литература

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ**

Фактор радиации присутствовал на нашей планете с момента ее образования, и как показали дальнейшие исследования, ионизирующие излучения наряду с другими явлениями физической, химической и биологической природы сопровождали развитие жизни на Земле. Однако, физическое действие радиации начало изучаться только в конце XIX столетия, а ее биологические эффекты на живые организмы — в середине XX. Ионизационные излучения относятся к тем физическим феноменам, которые не ощущаются нашими органами чувств, сотни специалистов, работая с радиацией, получили радиационные ожоги от больших доз облучения и умерли от злокачественных опухолей, вызванных переоблучением.

Тем не менее, сегодня мировая наука знает 6 биологическом воздействии радиации больше, чем о действии любых других факторов физической и биологической природы в окружающей среде.

При изучении действия радиации на живой организм были определены следующие особенности:

* Действие ионизирующих излучений на организм не ощутимо человеком. У людей отсутствует орган чувств, который воспринимал бы ионизирующие излучения. Существует так называемый период мнимого благополучия — инкубационный период проявления действия ионизирующего излучения. Продолжительность его сокращается при облучении в больших дозах.
* Действие от малых доз может суммироваться или накапливаться.
* Излучение действует не только на данный живой организм, но и на его потомство — это так называемый генетический эффект.
* Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению. При ежедневном воздействии дозы 0,002-0,005 Гр уже наступают изменения в крови.
* Не каждый организм в целом одинаково воспринимает облучение.
* Облучение зависит от частоты. Одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем фракционированное.

**1. ПРЯМОЕ И КОСВЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Радиоволны, световые волны, тепловая энергия солнца — все это разновидности излучений. Однако, излучение будет ионизирующим, если оно способно разрывать химические связи молекул, из которых состоят ткани живого организма, и, как следствие, вызывать биологические изменения. Действие ионизирующего излучения происходит на атомном или молекулярном уровне, независимо от того, подвергаемся ли мы внешнему облучению, или получаем радиоактивные вещества с пищей и водой, что нарушает баланс биологических процессов в организме и приводит к неблагоприятным последствиям. Биологические эффекты влияния' радиации на организм человека обусловлены взаимодействием энергии излучения с биологической тканью. Энергию непосредственно передаваемую атомам и молекулам биотканей называют ***прямым*** *действием радиации.* Некоторые клетки из-за неравномерности распределения энергии излучения будут значительно повреждены.

Одним из прямых эффектов является *канцерогенез* или развитие онкологических заболеваний. Раковая опухоль возникает, когда соматическая клетка выходит из под контроля организма и начинает активно делиться. Первопричиной этого являются нарушения в генетическом механизме, называемые ***мутациями.*** При делении раковая клетка производит только раковые клетки. Одним из наиболее чувствительных органов к воздействию радиации является щитовидная железа. Поэтому биоткань этого органа наиболее уязвима в плане развития рака. Не менее восприимчива к влиянию излучения кровь. Лейкоз или рак крови — один из распространенных эффектов прямого воздействия радиации. ***Заряженные частицы*** проникают в ткани организма, теряют свою энергию вследствие электрических взаимодействий с электронами атомов ***Электрическое взаимодействие*** сопровождает процесс ионизации (вырывание электрона из нейтрального атома)

***Физико-химические*** изменения сопровождают возникновение в организме чрезвычайно опасных "свободных радикалов".

Кроме прямого ионизирующего облучения выделяют также косвенное или непрямое действие, связанное с радиолизом воды. При радиолизе возникают ***свободные радикалы*** - определенные атомы или группы атомов, обладающие высокой химической активностью. Основным признаком свободных радикалов являются избыточные или неспаренные электроны. Такие электроны легко смещаются со своих орбит и могут активно участвовать в химической реакции. Важно то, что весьма незначительные внешние изменения могут привести к значительным изменениям биохимических свойств клеток. К примеру, если обычная молекула кислорода захватит свободный электрон, то она превращается в высокоактивный свободный радикал — ***супероксид.*** Кроме того, имеются и такие активные соединения, как перекись водорода, гидрооксил и атомарный кислород. Большая часть свободных радикалов нейтральна, но некоторые из них могут иметь положительный или отрицательный заряд.

Если число свободных радикалов мало, то организм имеет возможность их контролировать. Если же их становится слишком много, то нарушается работа защитных систем, жизнедеятельность отдельных функций организма. Повреждения, вызванные свободными радикалами, быстро увеличиваются по принципу цепной реакции. Попадая в клетки, они нарушают баланс кальция и кодирование генетической информации. Такие явления могут привести к сбоям в синтезе белков, что является жизненно важной функцией всего организма, т.к. неполноценные белки нарушают работу иммунной системы. Основные фильтры иммунной системы — лимфатические узлы работают в перенапряженном режиме и не успевают их отделять. Таким образом, ослабляются защитные барьеры и в организме создаются благоприятные условия для размножения вирусов микробов и раковых клеток.

Свободные радикалы, вызывающие химические реакции, вовлекают в этот процесс многие молекулы, не затронутые излучением. Поэтому производимый излучением эффект обусловлен не только количеством поглощенной энергии, а и той формой, в которой эта энергия передается. Никакой другой вид энергии, поглощенный биообъектом в том же количестве, не приводит к таким изменениям, какие вызывает ионизирующее излучение. Однако природа этого явления такова, что все процессы, в том числе и биологические, уравновешиваются. ***Химические изменения*** возникают в результате взаимодействия свободных радикалов друг с другом или со "здоровыми" молекулами ***Биохимические изменения* происходят как** в **момент облучения, так и на протяжении многих лет, что приводит к гибели клеток.**

Наш организм в противовес описанным выше процессам вырабатывает особые вещества, которые являются своего рода "чистильщиками".

Эти вещества (ферменты) в организме способны захватывать свободные электроны, не превращаясь при этом в свободные радикалы. В нормальном состоянии в организме поддерживается баланс между появлением свободных радикалов и ферментами. Ионизирующее излучение нарушает это равновесие, стимулирует процессы роста свободных радикалов и приводит к негативным последствиям. Активизировать процессы поглощения свободных радикалов можно, включив в рацион питания антиокислители, витамины *А, Е, С* или препараты, содержащие селен. Эти вещества обезвреживают свободные радикалы, поглощая их в больших количествах.

**2. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОТДЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ И ОРГАНИЗМ В ЦЕЛОМ**

В структуре организма можно выделить два класса систем: управляющую (нервная, эндокринная, иммунная) и жизнеобеспечивающую (дыхательная, сердечно-сосудистая, пищеварительная). Все основные обменные (метаболические) процессы и каталитические (ферментативные) реакции происходят на клеточном и молекулярном уровнях. Уровни организации организма функционируют в тесном взаимодействии и взаимовлиянии со стороны управляющих систем. Большинство естественных факторов воздействуют сначала на вышестоящие уровни, затем через определенные органы и ткани — на клеточно-молекулярные уровни. После этого начинается ответная фаза, сопровождающаяся коррективами на всех уровнях.

Взаимодействие радиации с организмом начинается с молекулярного уровня. Прямое воздействие ионизирующего излучения, поэтому является более специфичным. Повышение уровня окислителей характерно и для других воздействий. Известно, что различные симптомы (температура, головная боль и др.) встречаются при многих болезнях и причины их различны. Это затрудняет установление диагноза. Поэтому, если в результате вредного воздействия на организм радиации не возникает определенной болезни, установить причину более отдаленных последствий трудно, поскольку они теряют свою специфичность.

Радиочувствительность различных тканей организма зависит от биосинтетических процессов и связанной с ними ферментативной активностью. Поэтому наиболее высокой радиопора-жаемостью отличаются клетки костного мозга, лимфатических узлов, половые клетки. Кровеносная система и красный костный мозг наиболее уязвимы при облучении и теряют способность нормально функционировать уже при дозах 0,5-1 Гр. Однако, они обладают способностью восстанавливаться и если не все клетки поражены, кровеносная система может восстановить свои функции. Репродуктивные органы, например, семенники, так же отличаются повышенной радиочувствительностью. Облучение свыше 2 Гр приводит к постоянной стерильности. Только через много лет они могут полноценно функционировать. Яичники менее чувствительны, по крайней мере, у взрослых женщин. Но однократная доза более 3 Гр все же приводит к их стерильности, хотя большие дозы при неоднократном облучении не сказываются на способности к деторождению.

Очень восприимчив к излучению хрусталик глаза. Погибая, клетки хрусталика становятся непрозрачными, разрастаясь, приводят к катаракте, а затем и к полной слепоте. Это может произойти при дозах около 2 Гр.

Радиочувствительность организма зависит от его возраста. Небольшие дозы при облучении детей могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей. Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост скелета. Облучение мозга ребенка может вызвать изменения в его характере, привести к потере памяти. Кости и мозг взрослого человека способны выдержать гораздо большие дозы. Относительно большие дозы способны выдерживать большинство органов. Почки выдерживают дозу около 20 Гр, полученную в течение месяца, печень — около 40 Гр, мочевой пузырь — 50 Гр, а зрелая хрящевая ткань — до 70 Гр. Чем моложе организм, тем при прочих равных условиях, он более чувствителен к воздействию радиации.

Видовая радиочувствительность возрастает по мере усложнения организма. Это объясняется тем, что в сложных организмах больше слабых звеньев, вызывающих цепные реакции выживания. Этому способствуют и более сложные системы управления (нервная, иммунная), которые частично или полностью отсутствуют в более примитивных особях. Для микроорганизмов дозы, вызывающие 50% смертности, составляют тысячи Гр, для птиц — десятки, а для высокоорганизованных млекопитающих — единицы (рис. 2.15).

**3. МУТАЦИИ**

Каждая клетка организма содержит молекулу ДНК, которая несет информацию для правильного воспроизведения новых клеток.

***ДНК*** — ***это дезоксирибонуклеиновая кислота,*** состоящая из длинных, закругленных молекул в виде двойной спирали. Функция ее заключается в обеспечении синтеза большинства белковых молекул из которых состоят аминокислоты. Цепочка молекулы ДНК состоит из отдельных участков, которые кодируются специальными белками, образуя так называемый ген человека.

Радиация может либо убить клетку, либо исказить информацию в ДНК так, что со временем появятся дефектные клетки. Изменение генетического кода клетки называют мутацией. Если мутация происходит в яйцеклетке спермы, последствия могут быть ощутимы и в далеком будущем, т.к. при оплодотворении образуются 23 пары хромосом, каждая из которых состоит из сложного вещества, называемого дезоксирибонуклииновой кислотой. Поэтому мутация, возникающая в половой клетке, называется генетической мутацией и может передаваться последующим поколениям.

По мнению Э. Дж. Холла, такие нарушения можно отнести к двум основным типам: хромосомные аберрации, включающие изменение числа или структуры хромосом, и мутации в самих генах. Генные мутации подразделяются далее на доминантные (которые проявляются сразу в первом поколении) и рецессивные (которые могут проявиться в том случае, если у обоих родителей мутантным является один и тот же ген). Такие мутации могут не проявиться на протяжении многих поколений или не обнаружиться вообще. Мутация в самотической клетке будет оказывать влияние только на сам индивид. Вызванные радиацией мутации не отличаются от естественных, однако при этом увеличивается сфера вредного воздействия.

Описанные рассуждения основаны лишь на лабораторных исследованиях животных. Прямых доказательств радиационных мутаций у человека пока нет, т.к. полное выявление всех наследственных дефектов происходит лишь на протяжении многих поколений.

Однако, как подчеркивает Джон Гофман, недооценка роли хромосомных нарушений, основанная на утверждении "их значение нам неизвестно", является классическим примером решений, принимаемых невежеством. Допустимые дозы облучения были установлены еще задолго до появления методов, позволяющих установить те печальные последствия, к которым они могут привести ничего не подозревающих людей и их потомков.

**4. ДЕЙСТВИЕ БОЛЬШИХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ**

Живой организм очень чувствителен к действию ионизирующей радиации. Чем выше на эволюционной лестнице стоит живой организм, тем он более радиочувствителен. Радиочувствительность — многосторонняя характеристика. "Выживаемость" клетки после облучения зависит одновременно от ряда причин: от объема генетического материала, активности энергообеспечивающих систем, соотношения ферментов, интенсивности образования свободных радикалов *Н* и *ОН.*

При облучении сложных биологических организмов следует учитывать процессы, происходящие на уровне взаимосвязи органов и тканей. Радиочувствительность у различных организмов варьируется довольно широко (рис. 2.16).

Организм человека, как совершенная природная система, еще более чувствителен к радиации. Если человек перенес общее облучение дозой 100-200 рад, то у него спустя несколько дней появятся признаки лучевой болезни в легкой форме. Ее признаком может служить уменьшение числа белых кровяных клеток, которое устанавливается при анализе крови. Субъективным показателем для человека является возможная рвота в первые сутки после облучения.

Средняя степень тяжести лучевой болезни наблюдается у лиц, подвергшихся воздействию излучения в 250-400 рад. У них резко снижается содержание лейкоцитов (белых кровяных клеток) в крови, наблюдается тошнота и рвота, появляются подкожные кровоизлияния. Летальный исход наблюдается у 20% облученных спустя 2-6 недель после облучения.

При облучении дозой 400-600 рад развивается тяжелая форма лучевой болезни. Появляются многочисленные подкожные кровотечения, количество лейкоцитов в крови значительно уменьшается. Летальный исход болезни 50% .

Очень тяжелая форма лучевой болезни возникает при облучении дозой выше 600 рад. Лейкоциты в крови полностью исчезают. Смерть наступает в 100% случаев.

Описанные выше последствия радиационного облучения характерны для случаев, когда медпомощь отсутствует.

Для лечения облученного организма современная медицина широко применяет такие методы, как кровезамещение, пересадка костного мозга, введение антибиотиков, а также другие методы интенсивной терапии. При таком лечении возможно исключить смертельный исход даже при облучении дозой до 1000 рад. Энергия, излучаемая радиоактивными веществами, поглощается окружающей средой, в том числе и биологическими объектами. В результате воздействия ионизирующего излучения на организм человека в тканях могут происходить сложные физические, химические и биохимические процессы.

Ионизирующее воздействие нарушает в первую очередь нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ. В зависимости от величины поглощенной дозы излучения и индивидуальных особенностей организма вызванные изменения могут быть обратимыми или необратимыми. При небольших дозах пораженная ткань восстанавливает свою функциональную деятельность. Большие дозы при длительном воздействии могут вызвать необратимое поражение отдельных органов или всего организма. Любой вид ионизирующих излучений вызывает биологические изменения в организме как при внешнем (источник находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например, с пищей или ингаляционным путем). Рассмотрим действие ионизирующего излучения, когда источник облучения находится вне организма.

Биологических эффект ионизирующего излучения в данном случае зависит от суммарной дозы и времени воздействия излучения, его вида, размеров облучаемой поверхности и индивидуальных особенностей организма. При однократном облучении всего тела человека возможны биологические нарушения в зависимости от суммарной поглощенной дозы излучения.

При облучении дозами, в 100-1000 раз превышающими смертельную дозу, человек может погибнуть во время облучения. Причем, поглощенная доза излучения, вызывающая поражение отдельных частей тела, превышает смертельную поглощенную дозу облучения всего тела. Смертельные поглощенные дозы для отдельных частей тела следующие: голова — 20 Гр, нижняя часть живота — 30 Гр, верхняя часть живота — 50 Гр, грудная клетка — 100 Гр, конечности — 200 Гр.

Степень чувствительности различных тканей к облучению неодинакова. Если рассматривать ткани органов в порядке уменьшения их чувствительности к действию облучения, то получим следующую последовательность: лимфатическая ткань, лимфатические узлы, селезенка, зобная железа, костный мозг, зародышевые клетки. Большая чувствительность кроветворных органов к радиации лежит в основе определения характера лучевой болезни.

При однократном облучении всего тела человека поглощенной дозой 0,5 Гр через сутки после облучения может резко сократиться число лимфоцитов. Уменьшается также и количество эритроцитов (красных кровяных телец) по истечении двух недель после облучения. У здорового человека насчитывается порядка 10 4 красных кровяных телец, причем ежедневно вое-производится 10 .У больных лучевой болезнью такое соотношение нарушается и в результате организм погибает.

Важным фактором при воздействии ионизирующего излучения на организм является время облучения. С увеличением мощности дозы поражающее действие излучения возрастает. Чем более дробно излучение по времени, тем меньше его поражающее действие (рис. 2.17).

Внешнее облучение альфа-, а также бета-частицами менее опасно. Они имеют небольшой пробег в ткани и не достигают кроветворных и других внутренних органов. При внешнем облучении необходимо учитывать гамма- и нейтронное облучение, которые проникают в ткань на большую глубину и разрушают ее, о чем более подробно рассказывалось выше.

**5. ДВА ВИДА ОБЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЗМА: ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ**

Ионизирующее излучение может двумя способами оказывать воздействие на человека. Первый способ — ***внешнее облучение*** от источника, расположенного вне организма, которое в основном зависит от радиационного фона местности на которой проживает человек или от других внешних факторов. Второй — ***внутреннее облучение,*** обусловленное поступлением внутрь организма радиоактивного вещества, главным образом с продуктами питания.

Продукты питания, не соответствующие радиационным нормам, имеют повышенное содержание радионуклидов, инкорпорируются с пищей и становятся источником излучения непосредственно внутри организма.

Большую опасность представляют продукты питания и воздух, содержащие изотопы плутония и америция, которые обладают высокой альфа активностью. Плутоний, выпавший в результате Чернобыльской катастрофы, является самым опасным канцерогенным веществом. Альфа излучение имеет высокую степень ионизации и, следовательно, большую поражающую способность для биологических тканей.

Попадание плутония, а также америция через дыхательные пути в организм человека вызывает онкологию легочных заболеваний. Однако следует учесть, что отношение общего количества плутония и его эквивалентов америция, кюрия к общему количеству плутония, попавшего в организм ингаляционным путем незначительно. Как установил Беннетт, при анализе ядерных испытаний в атмосфере, на территории США соотношение выпадения и ингаляции равно 2,4 млн. к 1, то есть подавляющее большинство альфа-содержащих радионуклидов от испытаний ядерного оружия ушли в землю не оказав влияния на человека. В выбросах Чернобыльского следа наблюдались также частицы ядерного топлива, так называемые горячие частицы размером около 0,1 микрона. Эти частицы также могут проникать ингаляционным путем в легкие и представлять серьезную опасность.

Внешнее и внутреннее облучения требуют различные меры предосторожности, которые должны быть приняты против опасного действия радиации.

Внешнее облучение в основном создается гамма содержащими радионуклидами, а также рентгеновским излучением. Его поражающая способность зависит от:

а) энергии излучения;

б) продолжительности действия излучения;

в) расстояния от источника излучения до объекта;

г) защитных мероприятий.

Между продолжительностью времени облучения и поглощенной дозой существует линейная зависимость, а влияние расстояния на результат радиационного воздействия имеет квадратичную зависимость.

Для защитных мероприятий от внешнего облучения используются в основном свинцовые и бетонные защитные экраны на пути излучения. Эффективность применения материала в качестве экрана для защиты от проникновения рентгеновских или гамма-лучей зависит от плотности материала, а также от концентрации содержащихся в нем электронов.

Если от внешнего облучения можно защититься специальными экранами или другими действиями, то с внутренним облучением это сделать не представляется возможным.

Различают три возможных пути, по которым радионуклиды способны попасть внутрь организма:

а) с пищей;

б) через дыхательные пути с воздухом;

в) через повреждения на коже.

Следует отметить, что радиоактивные элементы плутоний и америций проникают в организм в основном с пищей или при дыхании и очень редко через повреждения кожи.

Как отмечает Дж. Холл, органы человека реагируют на поступившие в организм вещества исходя исключительно из химической природы последних, вне зависимости от того, являются они радиоактивными или нет. Химические элементы такие как натрий и калий, входят в состав всех клеток организма. Следовательно, их радиоактивная форма, введенная в организм, будет также распределена по всему организму. Другие химические элементы имеют склонность накапливаться в отдельных органах, как это происходит с радиоактивным йодом в щитовидной железе или кальцием в костной ткани.

Проникновение радиоактивных веществ с пищей внутрь организма существенно зависит от их химического взаимодействия. Установлено, что хлорированная вода увеличивает растворимость плутония, и как следствие инкорпорацию его во внутренние органы.

После того, как радиоактивное вещество попало в организм, следует учитывать величину энергии и вид излучения, физический и биологический период полураспада радионуклида. ***Биологическим периодом полувыведения*** называют время, которое необходимо для выведения из организма половины радиоактивного вещества. Некоторые радионуклиды выводятся из организма быстро, и поэтому не успевают нанести большого вреда, в то время как другие сохраняются в организме в течение значительного времени.

Период полувыведения радионуклидов, существенно зависит от физического состояния человека, его возраста и других факторов. Сочетание физического периода полураспада с биологическим, называется ***эффективным периодом полураспада* —** наиболее важным в определении суммарной величины излучения. Орган, наиболее подверженный действию радиоактивного вещества называют ***критическим.*** Для различных критических органов разработаны нормативы, определяющие допустимое содержание каждого радиоактивного элемента. На основании этих данных созданы документы, регламентирующие допустимые концентрации радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде, продуктах питания. В Беларуси в связи с аварией на ЧАЭС действуют Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-92). В Гомельской области введены по некоторым пищевым продуктам питания, например детского, более жесткие нормативы. ***С учетом всех вышеперечисленных факторов и нормативов, подчеркнем, что среднегодовая эффективная эквивалентная доза облучения человека не должна превышать 1 мЗв в год.***

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Савенко В.С. Радиоэкология. — Мн.: Дизайн ПРО, 1997.
2. М.М. Ткаченко, “Радіологія (променева діагностика та променева терапія)”
3. А.В. ШУМАКОВ Краткое пособие по радиационной медицине Луганск -2006
4. Бекман И.Н. Лекции по ядерной медицине
5. Л.Д. Линденбратен, Л.Б. Наумов Медицинская рентгенология. М. Медицина 1984
6. П.Д. Хазов, М.Ю. Петрова. Основы медицинской радиологии. Рязань,2005
7. П.Д. Хазов. Лучевая диагностика. Цикл лекций. Рязань. 2006