

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Красноярский государственный медицинский университет имени  
профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кафедра онкологии и лучевой терапии с курсом ПО**

Заведующий кафедрой

Д.м.н., <sup>профессор</sup> ~~доцент~~ Зук<sup>ов</sup> Руслан Александрович

Реферат на тему:

**Предлучевой и лучевой период. Постлучевой период. Классификация  
лучевых осложнений, борьба с ними.**

Выполнила:

Клинический ординатор  
**Макушева Татьяна Сергеевна**

Проверил:

Кафедральный руководитель ординатора  
К.м.н., доцент Гаврилюк Дмитрий Владимирович

*Зук*  
*Макушева Т.С.*  
*Гаврилюк Д.В.*

## **Содержание**

1. Введение
2. Предлучевой период
3. Лучевой период
4. Постлучевой период
5. Классификация лучевых осложнений

## **Введение**

Лучевая терапия часто бывает основным и радикальным средством лечения некоторых злокачественных опухолей, таких как рак кожи, слизистой оболочки полости рта, опухолей половых органов. Применяется лучевая терапия в комбинации с операцией, химиотерапией, значительно улучшает результаты лечения ряда заболеваний, значительно продлевает жизнь больных, социально реабилитирует больного на долгий промежуток времени. Количество пациентов, подвергающихся лучевой терапии, растет, и проблема повышения качества лучевой терапии становится более актуальной. Успехи лучевой терапии зависят не только от использованных источников излучений, но и от возможности сохранить анатомическую и функциональную способность облученных нормальных тканей, проведенных профилактических и лечебных мероприятий по снижению последствий лучевого облучения.

Курс лучевой терапии делят на три периода: предлучевой, лучевой и постлучевой [2].

### **Предлучевой период.**

Предлучевой период включает всестороннюю подготовку больного к облучению. Её следует начинать с психологической подготовки, разъяснить пациенту необходимость данного метода воздействия, его эффективность, возможные изменения самочувствия и некоторые лучевые осложнения. Нужно рассказать об особенностях режима питания и поведении. Беседа с больным – это важный компонент лечения, должный вселить в него чувство надежды и уверенность в правильном выборе.

В дальнейшем пациенту – при необходимости – назначаются витамины, санация облучаемых поверхностей и полостей, коррекция показателей крови и устранение воспалительного процесса при его наличии, рекомендуется более обильное питье и полноценный отдых [1].

Техническая предлучевая подготовка – комплекс мероприятий, предшествующих проведению облучения злокачественных опухолей. Когда установлен диагноз злокачественной опухоли у больного, получены все основные данные относительно распространённости первичного очага и наличия отдалённых метастазов (то есть, завершён диагностический процесс), и консилиум специалистов определил показания к проведению лучевой терапии - начинать лечение возможно лишь после качественной

предлучевой подготовки. Она включает следующие взаимосвязанные последовательные этапы:

- 1) описание будущего лечения
- 2) выбор положения и метода иммобилизации больного
- 3) визуализация опухоли и определение облучаемых объёмов [3]

Основная задача лучевой терапии – максимально сконцентрировать дозу ионизирующего излучения на опухоли, не затрагивая, по возможности, окружающие здоровые ткани и критические органы, повреждение которых может привести к необратимым процессам. Для этого необходимо максимально точно визуализировать опухоль, используя все возможные методы для этого (УЗИ, КТ, МРТ, ПЭТ (ПЭТ/КТ), ОФЭКТ, а также - осмотр при хирургической ревизии). Золотым стандартом визуализации вполне оправданно можно считать метод компьютерной томографии [1].

Важно: визуализация опухоли на предлучевом этапе должна быть произведена в условиях, абсолютно схожих с процессом будущего лечения (т.е. положение тела – неизменяемое, наполнение мочевого пузыря – одинаковое, дыхание – одинаковой интенсивности)

4) получение топометрических данных об анатомии органов в объеме, подлежащем облучению (клиническая топометрия)

По своей сути, клиническая топометрия – это система определения параметров мишени:

- линейных размеров
- площади
- объёма
- формы
- местоположения патологического очага
- синтопия с критическими структурами и здоровой тканью.

Её основная задача – объединить все данные об опухоли, полученные разными диагностическими методами, и представить их в виде топографоанатомической карты в масштабе 1:1 для формирования полей облучения и разработки программы облучения с помощью различных

компьютерных программ. Ещё в 60-е годы прошлого века были созданы первые симуляторы – рентгеновские установки, позволяющие провести предлучевую подготовку и смоделировать будущий процесс облучения. Термин «симуляция» означает следующее: «заглянуть» в тело пациента так, как это сделает входящий пучок ионизирующего излучения. При этом возможно 2 пути:

1. «Взгляд» на симуляторе с использованием низкодозных Ro-лучей или КТ и последующая установка коллиматоров в соответствии с контурами опухоли (применяются рентгеновские или КТ-симуляторы). Это более простой, но более грубый вариант предлучевой подготовки

2. Виртуальная симуляция (проводится с применением современных компьютерных томографов и соответствующего программного обеспечения, позволяющего в короткие сроки создать множество изображений опухоли в разных проекциях и определить облучаемые объёмы с учётом индивидуальных особенностей (размеров, формы, распространённости и т.д.) [3].

При составлении клинического задания на дозиметрическое планирование на основании клинического и топометрического обследований больного должны быть установлены: радикальный объём мишени, поглощенная доза, уровни лучевых нагрузок на окружающие здоровые органы и ткани, максимальные ограничения дозы в критических органах, предполагаемый временной режим облучения. С учетом возможностей радиационно-технического (аппаратурного) оснащения отделения лучевой терапии и накопленного клинического опыта лечения опухолей различной локализации выбирают:

1. Вид излучения (аппарат для лучевой терапии)
2. Метод облучения (однопольный или многопольный, статический или подвижный, с открытыми полями или с применением формирующих устройств)
3. Суммарную дозу
4. Разовую очаговую дозу (режим фракционирования)
5. Радиомодификатор

Различают несколько режимов фракционирования дозы:

1) традиционный режим – облучение в разовой дозе 1,8-2,2 Гр 1 раз в сутки 5 дней в неделю

2) режим гипофракционирования (а) режим укрупнённого фракционирования с РОД – 3-5 Гр, 6 дней в неделю 4-10 фракций на курс; б) режим крупного фракционирования с РОД – 6-10 Гр, 1-3 фракции)

3) режим гиперфракционирования: облучение 2-3 раза в сутки, разовая доза за один сеанс может быть различна, например, 1,2 Гр, интервал – не менее 6 часов.

Другие режимы применяются реже. На этапе дозиметрического планирования с учетом данных топометрической карты и клинические задания инженер-физик проводит оценку дозного распределения с использованием вычислительной техники. Полученное в виде совокупности изолиний (изодоз) дозное распределение служит для определения таких параметров облучения, как разовая поглощенная доза, время облучения, размер поля облучения, расположение точки центрации осей пучков излучения и их направлений.

Наиболее перспективно в настоящее время использование специальных систем дозиметрического планирования, включающих компьютерный блок, устройства ввода и вывода данных, комплексное программное обеспечение различных методов лучевого лечения. Ввод всех необходимых для расчета данных (медицинских, физико-технических, дозиметрических) осуществляется через терминал (алфавитно-цифровой дисплей) и планшет-кодировщик. Расчет-суммацию производит компьютер в соответствии с выбранной программой облучения. Рассчитанное дозное поле после вывода на графический дисплей принимается врачом или, при неудовлетворительном решении, возвращается на перерасчет (система работает в диалоговом режиме, обеспечивающем выбор наиболее приемлемого дозного поля), затем с помощью печатающего устройства суммарное дозное распределение в графической форме (изодозные линии) наносится на топометрическую карту. Необходимым документом является также напечатанный протокол, содержащий все параметры облучения конкретного больного на выбранной терапевтической установке.

Технологическое обеспечение процедуры облучения включает тщательную укладку больного в соответствии с проведенной разметкой полей облучения и обозначением других ориентиров на коже больного; подробное описание всех технических параметров пучка излучения и

перемещений головки аппарата и терапевтического стола с целью наиболее точного б3 наведения пучка на мишень; подбор готовых принадлежностей, формирующих поле облучения; изготовление шаблонов и по ним индивидуальных фигурных защитных блоков; разработку при необходимости способов устройств фиксации больного в процессе облучения.

На последнем этапе предлучевой подготовки проводят визуальный рентгенографический контроль соотношения геометрических параметров терапевтического пучка излучения и мишени. При контактных методах облучения, когда последовательно вводят в полость или внедряют в ткани неактивные эндостаты или интрастаты и источники излучения, обязательной частью предлучевой подготовки является рентгенографический контроль. Помимо этого, при первых сеансах облучения выполняют контрольные измерения подводимых доз либо непосредственно у больного, либо на специальных моделях — фантомах, имитирующих тело человека или отдельные его части. Необходим также периодический дозиметрический контроль радиационных параметров терапевтических пучков излучения [7].

### **Лучевой период.**

В течение лучевого периода, когда пациент непосредственно получает сеансы облучения, необходимо ежедневно следить за общим состоянием больного, состоянием его кожных покровов, особенно в области поля облучения, состоянием слизистых, периферической крови; проводить профилактику лучевых осложнений (мазевые аппликации на коже, полоскание полости рта, глотки растворами метилурацила, антисептиков, метилурациловые свечи вагинально или ректально и т.д.)

Во время самого сеанса облучения крайне важно обеспечить неподвижность пациента во избежание смещений (для этого есть целый ряд приспособлений для иммобилизации) и точность наводки пучка ионизирующего излучения на мишень. Кроме того, необходим визуальный и слуховой контакт с пациентом во время сеанса.

Следует также учитывать, что органы человека (а значит, и опухоль) смещаются (причиной тому может быть уменьшение размера, изменение веса больного, наполнение соседних органов, проблемы укладки больного под аппарат). Поэтому крайне желателен ежедневный контроль за положением опухоли. В том случае, если зафиксировано смещение, необходима коррекция. Современные аппараты для лучевой терапии позволяют провести

текущий контроль положения опухоли непосредственно перед сеансом облучения, затратив на это, а также на коррекцию, буквально считанные минуты. В результате точность наведения пучка излучения на опухоль значительно повышается [5].

### **Постлучевой период.**

Лучевая терапия вызывает ранние и поздние осложнения. Ранние осложнения возникают во время или на протяжении 3 месяцев после облучения из-за нарушения регенерации быстро обновляющихся тканей, а также функциональных нарушений в микроциркуляторном русле. Они разрешаются самостоятельно и обычно не препятствуют проведению лучевой терапии в запланированном объеме. Ранние осложнения бывают общими и местными. Облучение живота и таза сопровождается желудочно-кишечными нарушениями: тошнотой, рвотой, дисфагией, поносом. Выраженное угнетение кроветворения с лейкопенией, тромбоцитопенией и анемией обычно наблюдается лишь при облучении значительного объема костного мозга, но небольшое угнетение функции костного мозга встречается достаточно часто. Сердечно-сосудистая система также реагирует на облучение: нередко перепады артериального давления, тахикардия; со стороны нервной системы возможны различные реакции – утомляемость, сонливость или бессонница, раздражительность или апатия [4].

Местные реакции наблюдаются в области полей облучения, со стороны кожи (радиоэпидермиты) или слизистых (радиоэпителииты). Различают 4 степени местных лучевых реакций Таблица 1:

Орган	I	II	III	IV
Кожа	Эритема	Сухой эпидермит	Влажный эпидермит	Некроз
Слизистые	Гиперемия	Серозно-геморрагический отек	Эрозивно-десквамативный эпителиит	Язвенный эпителиит, кровотечение, некроз

Таблица 1 – Степени местных лучевых реакций

Развитие лучевых реакций I степени на коже и слизистых встречается у подавляющего числа больных, особенно при проведении длительных курсов облучения. Их проявление подразумевает более активные действия врача по предотвращению усугубления степени их выраженности. При появлении кожной эритемы в зоне облучения необходимо смазывать эту область

метилурациловой или актовегиновой мазью 2-3 раза в день, исключить трение и травматизацию сдавливающей одеждой и т.д. При необходимости назначаются антибиотики, десенсибилизирующие препараты, инфузионная терапия. При развитии реакции со стороны слизистых тактика действий будет определяться локализацией данных осложнений. Так, при облучении области головы и шеи воспаляются слизистые полости рта, носоглотки, ротоглотки; возникает болезненность при глотании, жевании пищи, местно – краснота и эрозии на слизистых. Чтобы избежать этого, нужно рекомендовать больному регулярно ухаживать за полостью рта, полоскать растворами метилурацила, отварами ромашки или шалфея 3-4 раза в день, принимать любое растительное масло (оливковое, облепиховое в смеси с любым растительным в соотношении 1:3) по 1 чайной ложке 3-4 раза в день до еды. Важно: бросить курить, так как курение усиливает лучевую реакцию на слизистых полости рта, гортани и глотки! Нельзя употреблять сухую, острую, слишком сладкую и горячую пищу; в течение дня можно понемногу принимать прохладные неалкогольные напитки либо леденцы без сахара или жевательную резинку, чтобы вызвать слюноотделение, предотвращающее сухость полости рта.

При облучении грудной клетки (опухоли лёгкого, пищевода, молочной железы, лимфомы средостения) часто развиваются эзофагиты (воспаление слизистой пищевода) с характерной клиникой изжоги, боли по ходу пищевода при глотании пищи. Для устранения этих явлений нужно избегать горячей, острой, солёной пищи, желательно принимать растительное масло, при необходимости – спазмолитики, средства, защищающие слизистую (альмогель, фосфалюгель и др.)

При облучении органов брюшной полости и малого таза (опухоли матки, мочевого пузыря, простаты, прямой кишки, забрюшинных и внутрибрюшинных лимфоузлов и т.д.) наиболее часто возникает воспаление слизистой мочевого пузыря и кишечника. Для предотвращения этого желательно ежедневно употреблять травяные настои (урологические сборы), либо канефрон, препараты из группы пробиотиков и эубиотиков (хилакфорте, линекс, бифиформ и др.), а также применять метилурациловые свечи ректально. Выраженные явления лучевого цистита, ректита, колита могут потребовать более серьёзного лечения, с назначением антибактериальных препаратов и инфузионной терапии.

Если на облучение реагирует кроветворная система, что чаще всего проявляется в снижении уровня лейкоцитов крови по данным последнего

анализа крови, то, как правило, назначение небольшой дозы преднизолона (20-30 мг в сутки) коротким курсом полностью ликвидирует эту проблему [8].

Поздние осложнения возникают по истечении 3 месяцев после окончания лечения, чаще всего - через много месяцев или лет после завершения лучевой терапии. Именно ими определяется максимальная доза облучения. Частота поздних осложнений возрастает по мере приближения к предельным дозам, переносимым нормальными тканями. Поздние осложнения не разрешаются сами по себе, наоборот, они склонны со временем прогрессировать. Их развитие никак не связано с наличием и тяжестью ранних осложнений лучевой терапии. Патогенез, как полагают, связан с разрушением эндотелия или исчерпанием запаса стволовых клеток в здоровых тканях, а также с органическими повреждениями сосудов микроциркуляторного русла [6].

Продолжительность восстановительного периода в нормальных тканях зависит от числа сохранившихся стволовых клеток. Кроме того, скорость восстановления и тяжесть побочных эффектов лучевой терапии зависит от объема облученных тканей. Если в облученных тканях не осталось стволовых клеток, а замещения за счет окружающих тканей не происходит, лучевые повреждения будут сохраняться долго. Поздние лучевые осложнения никак не зависят от ранних и возникают, несмотря на восстановление после острого поражения. К поздним лучевым повреждениям относятся:

- Кожа: пигментация, атрофия, алопеция, телеангиэктазии, лучевая язва, индуративный отёк, вторичная опухоль
- Слизистые: атрофия, телеангиэктазии, изъязвление
- Лёгкие: пневмониты, пневмофиброзы
- Сердце: перикардиты, миокардиты
- Глаза: язвы роговицы, катаракта, глаукома, отслойка сетчатки, слепота

Лучевая терапия оказывает мутагенное, канцерогенное и тератогенное действие. Она сопряжена с повышенным риском вторичных лейкозов и солидных опухолей. Сроки их возникновения наиболее полно прослежены у больных лимфогранулематозом, достигших после лучевой терапии длительной ремиссии. Вторичные лейкозы возникают уже в первые несколько лет, однако средний срок возникновения вторичных солидных

опухолей превышает десятилетие. Риск вторичных опухолей у больных лимфогранулематозом зависит от суммарной дозы облучения, применения других методов лечения, возраста и пола. У женщин он выше за счет вторичного рака молочной железы, возникающего после облучения [4].

### **Классификация лучевых осложнений.**

#### *Лучевая терапия: осложнения со стороны ЦНС*

Считается, что ЦНС обладает относительно низкой радиочувствительностью. При облучении головного мозга в режиме классического фракционирования (по 1,8-2 Гр/сут) острые реакции развиваются редко.

Чаще всего наблюдаются подострые реакции ЦНС на лучевую терапию. К ним относится симптом Лермитта - внезапное ощущение удара током при сгибании шеи. Считается, что этот симптом связан с обратимой демиелинизацией спинного мозга после массивного облучения. Он появляется через 1-3 мес после завершения лучевой терапии опухолей спинного мозга. Риск его развития зависит от вида лучевой терапии; после облучения мантиевидного поля (вариант лучевой терапии, применяемый при лимфогранулематозе) он может достигать 15%. После облучения головы могут наблюдаться легкая энцефалопатия и очаговые неврологические симптомы. Облучение головного мозга усугубляет побочное действие химиопрепаратов, возможно, за счет повышения проницаемости гематоэнцефалического барьера. Считается, что подострые реакции на облучение головы связаны с нарушением пролиферации олигодендроцитов, а возможно, и с действием облучения на микроциркуляторное русло. Клинические и рентгенологические проявления подострых лучевых реакций могут симулировать прогрессирование опухоли и тем самым затруднять диагностику и лечение.

Поздние осложнения лучевой терапии обычно начинают проявляться через 6-36 месяцев после облучения. Их риск и тяжесть зависят от общей дозы и объема облученных тканей. Описаны случаи лейкоэнцефалопатии (некроза белого вещества головного мозга), развивающейся через 4-12 мес после облучения мозга в сочетании с приемом метотрексата. Ее проявления - деменция и дизартрия ; иногда в дальнейшем присоединяются эпилептические припадки и атаксия . Возможен летальный исход.

Облучение спинного мозга иногда вызывает лучевую миелопатию. Она проявляется прогрессирующей слабостью в ногах, нарушением функций тазовых органов и потерей чувствительности ниже места поражения. Со временем развивается вялый паралич. Симптомы могут появляться через 6 месяцев после облучения, но чаще - через 1-2 года [5].

*Лучевая терапия: осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы*

Облучение сердца может привести к острому перикардиту. Он проявляется болью в груди и лихорадкой, иногда обнаруживают перикардальный выпот. Симптомы появляются через несколько месяцев после облучения и обычно проходят самостоятельно. Чаще всего при лучевом поражении сердца появляется бессимптомный перикардальный выпот, который обнаруживают при рентгенологическом исследовании грудной клетки или ЭхоКГ.

Хроническое лучевое поражение сердца может развиваться через 6 месяцев, а иногда через несколько лет после облучения сердца. Клинические проявления (одышка, боль в груди, набухание шейных вен, плевральный выпот, парадоксальный пульс) - следствие перикардита и фиброза всех оболочек сердца (перикарда, миокарда и эндокарда) [9].

*Лучевая терапия: осложнения со стороны легких*

Лучевой пневмонит возникает через 3-6 нед после облучения большого участка легкого в дозе выше 25 Гр. Он протекает в две стадии. На ранней стадии могут наблюдаться одышка, кашель и лихорадка. Одышка возникает относительно редко. Иногда лучевой пневмонит протекает бессимптомно и выявляется только при рентгенологическом исследовании грудной клетки. На рентгенограмме обнаруживают затемнение, соответствующее границам поля облучения.

Отличить лучевой пневмонит от поражения легких иной этиологии можно при помощи КТ. Риск лучевого пневмонита можно снизить при рациональном планировании курса лучевой терапии и уменьшении общей дозы облучения. Облучение большого объема легочной ткани высокими дозами может привести к развитию пневмосклероза и дыхательной недостаточности. Одышка и кашель могут быть изнуряющими.

Глюкокортикоиды оказывают быстрый эффект на ранней стадии лучевого пневмонита, особенно при гипоксемии, но практически бесполезны

при развитии пневмосклероза. Снижать их дозу следует очень осторожно, чтобы избежать обострения пневмонита (такое обострение иногда бывает смертельным). Профилактическое назначение глюкокортикоидов вряд ли целесообразно. Также назначаются антибиотики, инфузионная терапия, радиопротекторы (актовегин), витамины группы А и Е.

Если пневмонит протекает не очень тяжело, ограничиваются симптоматическим лечением, включающим назначение бронходилататоров и ингаляций кислорода [8].

#### *Лучевая терапия: осложнения со стороны ЖКТ*

Немногочисленные исследования на людях показывают, что эпителий ЖКТ поражается на ранних стадиях лучевой терапии. В подслизистом слое расширяются капилляры, он становится отечным. Выздоровление наступает через несколько недель после окончания лучевой терапии при условии, что сохранилось достаточное количество стволовых клеток.

Отделы ЖКТ различаются по радиочувствительности. Облучение часто вызывает боль в эпигастрии, потерю аппетита, тошноту и рвоту, напоминающие острый гастрит. Фракционированное облучение по достижении суммарной дозы 15-20 Гр часто приводит к снижению кислотности желудочного содержимого. Чувствительность желудка к облучению повышается при внутривенном введении противоопухолевых препаратов, например фторурацила.

Стволовые клетки кишечного эпителия расположены в криптах. Вновь образованные клетки по мере дифференцировки перемещаются вверх по стенке крипты. Эпителий тонкой кишки полностью обновляется за 3-6 суток - то есть быстрее, чем любая другая ткань. Мертвые клетки обнаруживаются в слизистой через 12-24 ч после первого сеанса облучения. Благодаря высокой способности эпителия к регенерации обычный курс лучевой терапии редко вызывает полную гибель эпителия, хотя могут наблюдаться отдельные эрозии. Через 2-3 недели после облучения гистологическая картина становится практически нормальной.

Острый лучевой энтерит проявляется тошнотой, рвотой, поносом и болью в животе. Понос связан с нарушением всасывания и дисбактериозом. Тяжесть поражения зависит от дозы и объема облученных тканей. Хронический лучевой энтерит проявляется поносом, болью в животе, тошнотой, рвотой, нарушением всасывания, иногда возникает кишечная

непроходимость. Кроме того, при хроническом лучевом энтерите возможны образование спаек, перфорация кишки, формирование кишечных свищей и стеноз облученной части кишки.

Большая часть симптомов хронического лучевого энтерита появляется в срок от 6 месяцев до 5 лет после завершения лучевой терапии.

Консервативное лечение обычно устраняет симптомы лучевого энтерита. Помогает бесшлаковая или элементная диета. Если консервативное лечение безуспешно, нередко приходится прибегать к операции [4].

#### *Лучевая терапия: осложнения со стороны мочевого пузыря*

Симптомы лучевого цистита обычно появляются через 3-6 недель после начала лучевой терапии и исчезают через 3-4 недели после ее окончания. Обычно больные жалуются на частое болезненное мочеиспускание. При цистоскопии обнаруживают диффузные изменения слизистой, напоминающие острый цистит, а иногда - эрозии и язвы. В отсутствие инфекции проводят симптоматическое лечение. Острый лучевой цистит протекает тяжелее на фоне лечения противоопухолевыми препаратами, например циклофосфамидом.

Поздние проявления лучевого поражения мочевого пузыря при высоких дозах облучения - интерстициальный фиброз, телеангиэктазии и изъязвление. Расширенные сосуды легко разрываются, приводя к безболевым гематурии. Эти изменения часто принимают за рецидив или прогрессирование опухоли.

Дозы, превышающие 60 Гр, могут вызвать сморщивание мочевого пузыря [3].

#### *Лучевая терапия: осложнения, половые железы*

Сперматогонии типа В чрезвычайно чувствительны к ионизирующему излучению. Сперматогонии типа А в целом более устойчивы, хотя их радиочувствительность значительно изменяется в течение их длительного клеточного цикла. Клетки Сертоли и клетки Лейдига менее чувствительны к облучению, чем сперматогонии. Облучение яичек в дозе даже 0,75 Гр вызывает повышение концентрации фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов в крови.

Для повреждения сперматогониев типа В достаточно 0,1 Гр. Доза, вызывающая постоянное бесплодие у здорового мужчины при однократном

воздействию, точно не установлена; считается, что она составляет 6-10 Гр. После фракционированного облучения дозами по 0,8-1 Гр число сперматозоидов обычно нормализуется через 9-18 месяцев.

Чувствительность яичников к ионизирующему излучению зависит от возраста. Разовая доза 3-4 Гр вызывает аменорею практически у всех женщин старше 40 лет. Оогенез у молодых женщин намного устойчивее к действию ионизирующего излучения, чем сперматогенез у мужчин [9].

### Список литературы

1. Онкология / М.И. Давыдов, Ш.Х. Ганцев. – 2011. - 920 с.  
<http://kingmed.info/media/book/2/1275.pdf>

2. Медицинская радиология и рентгенология / Л.Д.Линденбратен, И.П.Королюк. – 2010 г. – 560 с.

<https://drivems.by/new/wp-content/uploads/Lindenbraten-Korolyuk-Meditsinskaya-radiologiya-i-rentgenologiya.pdf>

3. Лучевая терапия злокачественных опухолей. Руководство для врачей / Е.С.Киселёва, Г.В.Голдобенко, С.В.Канаев и др. – М.:Медицина, 2010. – 464 с.

<https://freedocs.xyz/pdf-422520800>

4. Лучевая терапия : учебник для вузов / Г. Е. Труфанов, М. А. Асатурян, Г. М. Жаринов,. Т. 2. – М. : ГОЭТАР-Медиа, 2012. – 208 с.

<https://b-ok.cc/book/2547504/b8b847>

5. Основы клинической радиобиологии / М.С.Джойнер, О.Дж.ван дер Когель – 2013 – 600 с.

<https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785996321209.html>

6. Мечта о «волшебной пуле» или актуальные вопросы радионуклидной терапии / В.В. Родионов, Н.В. Деньгина. – 2010. – 128 с.

<https://www.ulsu.ru/cn/page/science/>

7. Медицинская радиология / Л.Д.Линденбраттен, Ф.М.Лясс – 2012. – 392 с.

<https://static.my-shop.ru/product/pdf/122/1211922.pdf>

8. Лучевая терапия в онкологии / Бойко А.В., Дарьялова С.Л. Черниченко А.В. – 2012 – 29 с.

[https://rosoncoweb.ru/library/journals/practical\\_oncology/arh003/06.pdf](https://rosoncoweb.ru/library/journals/practical_oncology/arh003/06.pdf)

9. Терапевтическая радиология / под ред. А. Ф. Цыба, Ю. С. Мардынского. – М. : ООО «МК», 2010. – 552 с.

<https://my-shop.ru/shop/product/655846.html>