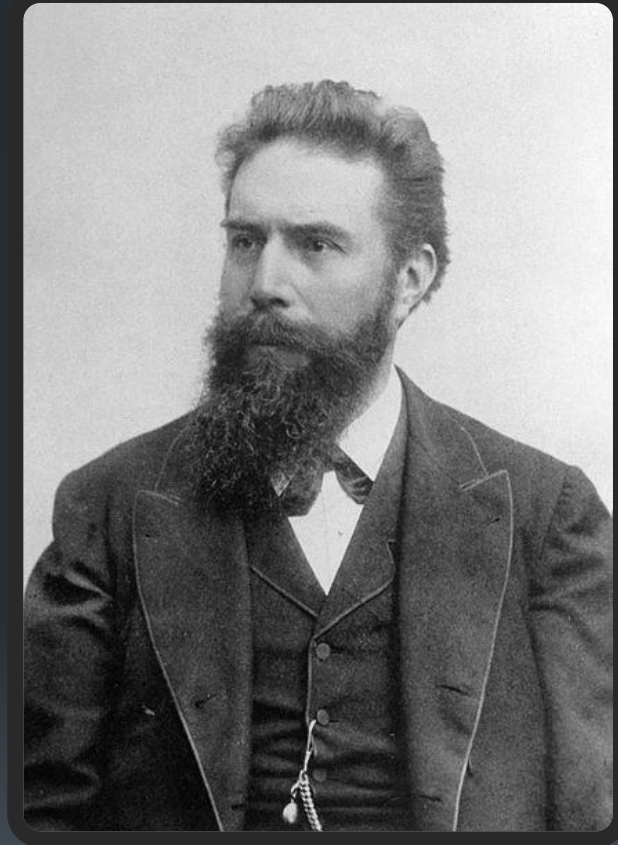


Принципы лучевой терапии ЗНО. Брахитерапия и сочетано- лучевая терапия

Подготовила:
Вьюшкова К.Д.
615 ВОП

Из истории

- Историю развития компьютерной томографии и лучевой терапии можно начать с 8 ноября 1895 года, когда в лаборатории Вильгельма Конрада Рентгена было сделано открытие излучения, которое впоследствии было названо рентгеновским излучением. Рентгеновские лучи стали предметом пристального внимания учёных и широкой общественности.



Из истории



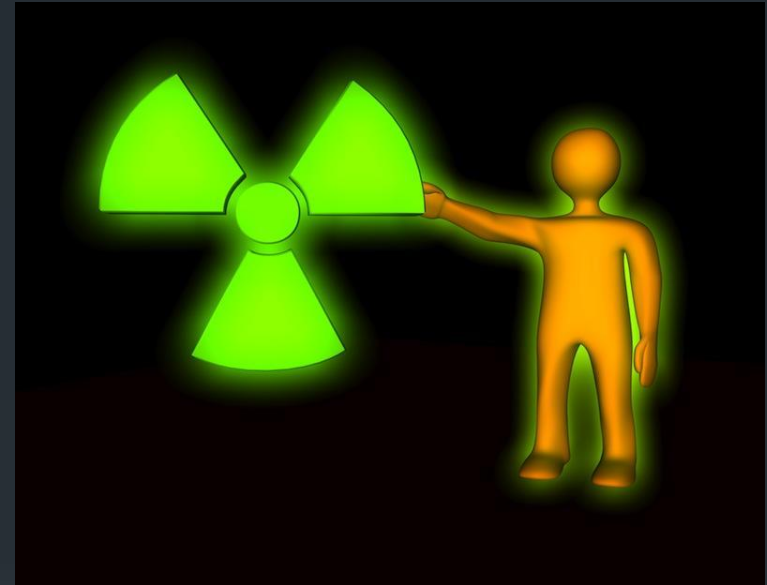
- Всеобщий интерес был обусловлен уникальным свойством нового излучения – проникать через сравнительно плотное вещество. Стали сразу понятными перспективы рентгеновской диагностики. С 1896 г. началось применение рентгеновских лучей в лечении кожных заболеваний, а чуть позже были предприняты попытки их использования и для лечения злокачественных опухолей. В том же году французский физик Анри Беккерель открыл явление радиоактивности солей урана, а в 1898 г. супругам Кюри удалось выделить новые химические элементы – полоний и радий


Из истории


- В последующие 20 лет были открыты все другие естественные радиоактивные элементы. В 1934 г. супруги Жолио-Кюри впервые получили в лаборатории искусственные радиоактивные изотопы, которые значительно расширили возможность использования ионизирующих излучений как в лучевой диагностике, так и в терапии злокачественных опухолей. Первые попытки применения рентгеновского излучения для лечения злокачественных опухолей основывались на первоначальных сведениях о повреждающем действии этого излучения на ткани. Внедрение в клиническую практику источников высоких энергий, искусственных радиоактивных изотопов существенно расширило возможности лучевого лечения и обеспечило заметное повышение его результативности.


Радиотерапия – использование с лечебной целью излучений естественных и искусственных радиоактивных веществ.

- Сразу же после открытия радиоактивности было обнаружено ее биологическое действие, а в 1901 французские врачи Э.Бенье и А.Данло применили ее с лечебной целью.
- В результате дальнейших исследований было установлено, что наиболее чувствительными к излучению радия, также как к рентгеновским лучам, являются молодые, быстрорастущие и размножающиеся клетки.
- Это привело к мысли использовать радиоактивные излучения для разрушения злокачественных опухолей, состоящих именно из таких клеток.
- До настоящего времени излучения радиоактивных веществ вместе с рентгенотерапией и хирургическими методами являются наиболее эффективными средствами при лечении злокачественных новообразований.



- 
- В зависимости от локализации болезненного процесса и его характера для лечебных воздействий используют α -, β - и γ -излучения. γ -излучение может проникать в ткани на любую глубину и даже проходить через все тело, в то время как β -частицы могут проникать в ткани только на глубину 20 мм, а α -частицы – на глубину до 100 микрон.
 - α -излучение возникает при распаде естественных радиоактивных веществ и используется для лечения или на курортах с природными радиоактивными ваннами или в виде радоновых ванн, которые можно делать и вне курортных условий.

- 
- Раньше источниками гамма-излучения служили природные изотопы радий и мезоторий, которые помещали в запаянные платиновые трубочки (иглы) диаметром 1,5 – 3,5 мм и длиной от 1 – 3 см.
 - Такие трубочки располагают на определенное время либо на поверхности тела, либо вводят в полости тела, либо вглубь тканей.
 - Для того чтобы защитить ткани, близко расположенные к препарату, от чрезмерного, порой повреждающего действия, которое имеет место при облучении глубоко расположенных опухолей смешанным излучением радия и мезотория, применяют фильтры, поглощающие α - и β -излучения и слабое γ -излучение и пропускающие к болезненному очагу только γ -излучение средней энергии.

- 
- Действие ионизирующего излучения связано с образованием свободных радикалов в среде микроокружения клеток.
 - Свободные радикалы и оксиданты взаимодействуют с молекулами ДНК, вызывая большое количество разнообразных нарушений ее структуры.
 - Это ведет к дефектам восстановительных функций клетки и, в конце концов, к ее гибели.
 - Во всех случаях применения лучевой терапии в области онкологии радиационное воздействие направлено на повреждение опухоли, сохранение окружающих здоровых тканей.

- В клинике наиболее часто используются электроны, которые получают в линейном ускорителе.
- Пучок электронов применяется для лечения поверхностных опухолей, тогда как рентгеновские и гамма-лучи - для терапии глубоко расположенных
- Другие частицы - протоны с положительным зарядом, альфа-частицы, ионы с высоким зарядом (углерод, неон, аргон, кремний), пимезоны и нейтроны - используются значительно реже и по особым показаниям




В технике лучевой терапии используются два основных технических подхода - это

- телетерапия
- брахитерапия.

Термин «телетерапия» (tele = дальний) подразумевает, что лечение проводится на расстоянии, с помощью того или иного аппарата.

Брахитерапия (brachy = короткий) проводится, когда источник радиации помещается рядом или внутрь облучаемого объекта. При этом источник может оставаться в ткани (как, например, золото-198 или йод-125) или должен быть удален (цезий-137, иридий-192, кобальт-60).

- Для лечения доброкачественных и злокачественных новообразований наибольшее применение получил ^{60}Co . По характеру своего излучения он более пригоден для облучения глубоко расположенных очагов; его излучение состоит почти из однородного γ – излучения и β - частиц небольшой энергии (последние легко поглощаются фильтром из никеля). И дает меньше осложнений.
- Радиоактивный кобальт применяется в аппликаторах (путем наложения на поверхность тела) и в иглах, а также в виде телерадиевой терапии. Последняя состоит в том, что для лечения глубоко расположенных болезненных очагов используют облучение от большого количества кобальта, помещенного в кобальтовую пушку. Кобальтовые «пушки» имеют разную интенсивность излучений, например, установка ГУТ-400 по интенсивности излучения соответствует 400 г радия; она позволяет проводить воздействия на опухоль или другой болезненный очаг, располагающийся на глубине до 15 см от поверхности кожи.
- С помощью этой установки лечат больных с опухолями легких, пищевода, с раковыми поражениями женских половых органов.
- Излучение установки ГУТ-20 соответствует излучению 20 г радия. Эта установка используется для лечения поверхностно расположенных опухолей: рака гортани, челюсти, поверхностных лимфотических узлов и других заболеваний.



Существующие способы облучения больного можно разделить на две основные группы:

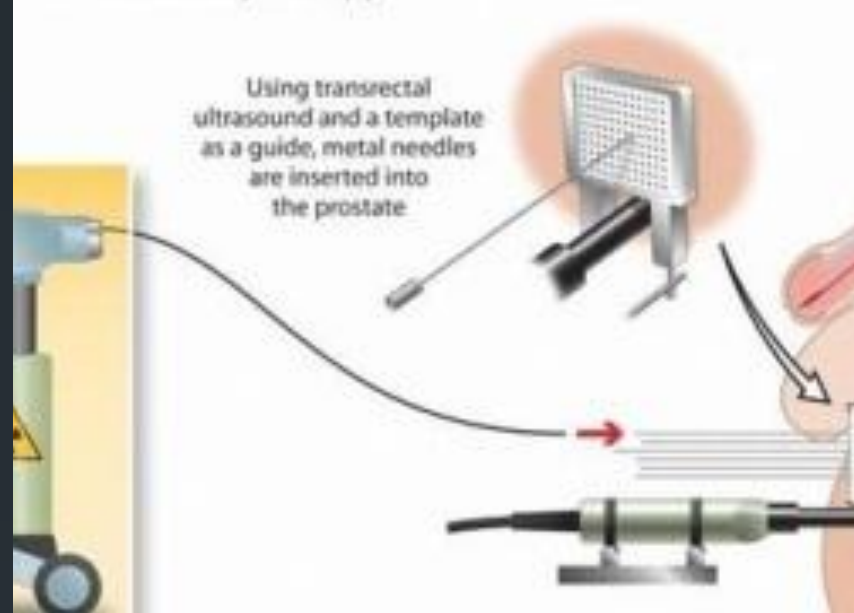
- способы дистанционного, или наружного, облучения;
- способы контактного облучения, при котором источники излучения размещаются либо в полости органа, либо внутри опухолевой ткани (соответственно внутрисполостная или внутритканевая лучевая терапия).

Сочетание двух способов облучения или двух видов излучений принято называть сочетанной лучевой терапией.


- Для дистанционного облучения в настоящее время в мире применяются гамма-излучение искусственных изотопов, нейтронное излучение, жесткое тормозное излучение. Также применяются ускорители электронов, которые дают тормозное или фотонное излучение с энергией от 4 до 20 МэВ и электроны разной энергии, которую подбирают в зависимости от глубины залегания опухоли и, наконец, пучки ускоренных протонов и других ядерных частиц, которые пока находят ограниченное применение.



Low dose rate brachytherapy



Для контактной лучевой терапии, или, как ее все чаще называют, брахитерапии, имеется серия шланговых аппаратов разной конструкции, позволяющих автоматизированным способом размещать источники вблизи опухоли и осуществлять ее прицельное облучение.

- 
- Различные опухоли по-разному реагируют на облучение, поскольку имеют разную гистологическую природу, степень дифференцировки клеток, содержат разное количество кислорода и активно пролиферирующих клеток, находящихся в разных стадиях митотического цикла.
 - Именно эти параметры в основном и определяют радиочувствительность опухоли, что, несомненно, принимается в расчет при решении вопроса об индивидуальных показаниях к лучевой терапии


этапы планирования лучевой терапии

- Объект облучения должен быть точно обрисован в ходе. Должна быть учтена чувствительность нормальной ткани к предстоящему облучению.
- Радиолог, лечащий врач и дозиметрист должны разработать несколько конкретных технических вариантов облучения больного, возможно применение компьютерных программ планирования.
- Должно быть проведено моделирование облучения с учетом диагностических рентгенограмм зоны облучения, формы объекта. Область планируемого воздействия должна быть сфотографирована с обозначением номера, размера и ориентации полей облучения.
- Должны быть подготовлены устройства для иммобилизации больного и формирования луча.

Лучевая терапия назначается следующим образом

- Врач-радиолог записывает в терапевтической карте больного направление на курс лучевой терапии, в котором отражены указания и разрешение на облучение для техника-радиолога, непосредственно проводящего процедуру
- В нем также указывается область воздействия, доза на фракцию, количество доз в день (для режимов гиперфракционирования) или в неделю, энергия пучка, описание поля облучения и общая доза.
- Часто в направлении даются также указания по наблюдению за состоянием больного (взятие анализов крови, взвешивание)

- В практике лучевой терапии широкое применение получили так называемые блоки.
- Блоками называют предметы, располагаемые между источником излучения и пациентом с целью ограничения поля лучевого воздействия и придания ему формы.
- Использование блоков помогает максимально избежать облучения нормальной ткани организма.
- Сначала локализуют область воздействия с помощью рентгенографии. Врач-радиолог помечает на снимке участки, которые нужно исключить из облучения.
- Снимок становится шаблоном для пенопластового щита, с выемками, которые будут заполнены Cerrobend, легкоплавким сплавом висмута, олова, свинца и кадмия.
- После охлаждения блоки Cerrobend вынимаются из пенопласта и закрепляются на прозрачном держателе с надписанным именем больного и правилами ориентировки.

- 
- Чтобы проверить, что лучевая терапия проводится в соответствии с планом и моделью, необходимо сделать рентгенограммы, подтверждающие правильность размера и положения поля облучения, а также позы больного.
 - Такие рентгенограммы называются проходными, или контрольными, снимками, обычно их делают раз в неделю или в момент изменения характеристик поля облучения и блоков.
 - *Проходные снимки* отличаются от диагностических рентгенограмм тем, что последние получаются при энергии излучения в киловольтном диапазоне, тогда как первые - на ускорителях с энергией в диапазоне мегавольт.
 - На таких высоких энергиях кости и мягкие ткани поглощают излучение в одинаковой степени и проявляются одинаково.

Облучение больного фракционируют

Фракционированием называют разделение тотальной дозы облучения на несколько меньших долей. Известно, что желаемый эффект от облучения может быть получен при разделении общей дозы на ежедневные фракции с одновременным снижением токсичности

Существует два метода фракционирования

- гиперфракционирование
- ускоренное.

- При гиперфракционировании стандартная доза разделяется на меньшие, чем обычные фракции, назначаемые дважды в день; общая продолжительность лечения (в неделях) остается почти прежней.

Смысл такого воздействия в том, что:

- снижается токсичность поздно-реагирующих тканей, которые обычно более чувствительны к размеру фракции;
- увеличивается общая доза, что повышает вероятность уничтожения опухоли.
- Общая доза при ускоренном фракционировании немного меньше или равна стандартной, но период лечения короче. Это позволяет подавить возможность восстановления опухоли за время лечения.
- При ускоренном фракционировании назначают два или больше облучений в день, фракции обычно меньше стандартны

Методы лучевой терапии

- Основным принципом лучевой терапии является создание достаточной дозы в области опухоли для полного подавления ее роста при одновременном щажении окружающих тканей. В основу классификации методов лучевой терапии положено деление их по виду ионизирующего излучения (гамма-терапия, рентгенотерапия, электронная терапия). Целесообразно рассматривать методы лучевой терапии не только в зависимости от вида ионизирующего излучения, но и от способа его подведения к патологическому очагу.

- *Дистанционные методы облучения* – это такие методы лучевой терапии, при которых источник находится на расстоянии от облучаемой поверхности.

1.1 Дистанционная гамма-терапия

- Статическая: открытыми полями, через решетку, через свинцовый клиновидный фильтр, через свинцовые экранирующие блоки.
- Подвижная: ротационная, маятниковая (секторная), тангенциальная или эксцентричная, ротационно-конвергентная, ротационная с управляемой скоростью.

1.2 Терапия тормозным излучением высокой энергии


- Статическая: открытыми полями, через решетку, через свинцовый клиновидный фильтр, через свинцовые экранирующие блоки.
- Подвижная: ротационная, маятниковая, тангенциальная, ротационная с управляемой скоростью.

1.3 Терапия быстрыми электронами

- Статическая: открытыми полями, через свинцовую решетку, клиновидный фильтр, экранирующие блоки.
- Подвижная: ротационная, маятниковая, тангенциальная.

1.4 Рентгенотерапия

- Статическая: открытыми полями, через свинцовую решетку.
- Подвижная: ротационная, маятниковая, тангенциальная.



2. *Контактные методы* – это такие методы лучевой терапии, когда источник излучения во время лечения находится в непосредственной близости от опухоли или в ее ткани.

2.1 внутрисполостной;


2.2 интратканевый;

2.3 радиохирургический;

2.4 аппликационный;

2.5 близкофокусная рентгенотерапия;

2.6 метод избирательного накопления изотопов;



3. *Сочетанные методы* лучевой терапии – сочетание одного из методов дистанционного или контактного облучения.

4. Комбинированные методы лечения злокачественных опухолей

4.1 лучевая терапия и хирургическое лечение;

4.2 лучевая терапия и химиотерапия.

Брахитерапия

- **Брахитерапия** (контактная лучевая терапия, кюри-терапия (уст.)) — вид радиотерапии, когда источник излучения (Ra-226, Ir-192, I-125, Cs-137, Co-60) вводится внутрь поражённого органа. Преимущество метода заключается в возможности подведения максимальных доз лучевой терапии непосредственно на опухолевый очаг и в зону интереса при минимизации воздействия на критические органы и смежные ткани.
- Широко используется в лечении опухолей шейки матки, тела матки, предстательной железы (простаты), влагалища, пищевода, прямой кишки, языка и др.

- Вскоре после того, как в 1896 году Генри Беккерель открыл явление радиоактивности, ионизирующее излучение было предложено для лечения злокачественных новообразований. В 1901 году Мари и Пьер Кюри предложил д-ру Данлосу в госпитале св. Льюиса (Париж) попробовать вводить в опухоль трубочки с радием, таким образом положив начало принципу брахитерапии. В 1903 году совершенно независимо подобное предложение сделал Alexander Graham Bell, в письме к редактору журнала "Archives Roentgen Ray". В первых опытах было показано, что введение радиоактивных материалов заставляет опухоль уменьшаться.
- В начале XX века основные работы по брахитерапии проводились в институте Кюри (Париж) и в Мемориальном Госпитале (Нью-Йорк). Д-ром William Mayers в Университете штата Огайо были введены в практику брахитерапии некоторые радиоизотопы, в том числе золото-198, кобальт-60, йод-125 и фосфор-32. Подобные работы продолжались на протяжении 1910-1930 годов. Однако введение в практику наружной гамма-терапии для глубоких опухолей и проблемы, связанные с облучением от высокоактивных источников, привело к уменьшению интереса к брахитерапии до 70-х годов.

Установки брахитерапии (внутриполостной терапии) общего назначения (с извлечением источников после облучения) выпускает целый ряд фирм, наиболее известные среди них – Varian (установки серии GammaMed и серии VariSource) и фирма Nucletron (приборы серий Selectron и microSelectron). Начиная с 1978 года по всему миру установлено более 2500 систем Selectron и MicroSelectron.

В таких приборах в качестве источника применяют изотоп иридий-192. Размеры капсул составляют доли миллиметра в диаметре и длина несколько миллиметров. На современном этапе это в основном установки, работающие по принципу «afterloader» с высокой мощностью дозы (HDR).



Основные применения брахитерапии:

- Внутриполостная брахитерапия с размещением радиоактивных источников в аппликаторах установленных в полостях, т.е. в матку, влагалище и т.д.
- Внутрипросветная брахитерапия – временное размещение радиоактивных источников внутри полости. Это часто используется для лечения опухолей преграждающих отверстие легочного бронха, желчного протока, пищевода и т.д.
- Внутритканевая брахитерапия – временный или постоянный имплантант радиоактивной капсулы или иглы в тело опухоли. Это особенно хорошо при лечении простаты, гинекологии, локально рекуррентного рака. Согласно методике, сначала устанавливается катетер или кондуктор в требующийся объем, а затем вводится радиоактивный источник.

