

Кафедра  
лучевой диагностики  
и лучевой терапии

**Доцент Рожковская В.В.**

# Методы лучевой терапии

Основным принципом лучевой терапии является создание достаточной дозы в области опухоли для полного подавления ее роста при одновременном щажении окружающих тканей. Для воздействия на патологический очаг могут быть использованы различные методы лучевой терапии

Их можно различать по виду используемого ионизирующего излучения, выделяя:

- гамма -терапию
- рентгенотерапию
- электронную терапию
- бета -терапию
- терапию тормозным излучением  
высоких энергий
- альфа - терапию

Большой интерес представляет группировка методов лучевой терапии в зависимости от энергии применения частиц и фотонов

Различают:

- **низковольтную** (напряжение генерирующего устройства в пределах **50 - 150 кВ** )
- **ортовольтную** (напряжение генерирующего устройства в пределах **250 - 400 кВ**)
- **высоковольтную** (энергия фотонов выше **1 МэВ**)

Важна группировка методов лучевой терапии в зависимости от положения источника излучения по отношению к организму больного

Все методы лучевой терапии при которых источник излучения введен в организм, называются методами

**внутреннего облучения**

Все методы лучевой терапии при которых источник ионизирующего излучения располагается *снаружи* по отношению к больному носят названия

## **методы наружного облучения**

Методы наружного облучения подразделяются на методы: статического облучения и облучения движущимся пучком излучения (подвижного)

# Методы статического облучения в свою очередь делятся на методы:

- 1** *контактного облучения* (источник ионизирующего излучения или соприкасается с облучаемой тканью, или находится на расстоянии 1 - 2 см)
- 2** *дистанционного облучения* (источник ионизирующего излучения находится на расстоянии для воздействия на глубоко расположенные очаги )
- 3** *методы внутреннего облучения*



**К контактным** методам лучевой терапии относятся:

**1** *внутриканевой метод лучевой терапии*

**2** *внутриполостной метод лучевой терапии*

**3** *метод избирательного накопления изотопа*

# К методам *наружного* облучения относят:

- 1 *глубокую и близкодистанционную рентгенотерапию*
- 2 *гамматерапию*
- 3 *терапию тормозным излучением высоких энергий*
- 4 *аппликационную гамма и бета - терапию*

## Методы *внутреннего* облучения в свою очередь делятся на :

- метод избирательного накопления изотопа, при котором радионуклид в силу своей химической природы поглощается в патологически измененных тканях
- внутритканевой при котором радионуклид вводится в область патологического очага искусственным путем для образования радиоактивного депо
- близкофокусной рентгенотерапии
- внутриполостной гамма и бета - терапии

# Лучевое воздействие **МОЖЕТ** осуществляться:

- 1** *непрерывно* до получения необходимой дозы или до распада и выведения радионуклида, находящегося внутри организма
- 2** *фракционированно*, когда больной ежедневно или через несколько дней получает часть общей намеченной дозы в течение короткого времени (от нескольких минут до нескольких часов)

**Непрерывное облучение** возможно при методах внутреннего облучения, а также при аппликационном и внутривполостном методах

# Фракционным облучением пользуются при:

- глубокой и низковольтной рентгенотерапии
- дистанционной и контактной гамматерапии
- тормозном излучении высоких энергий
- аппликационной бета и гамма терапии
- внутрисполостной гамма терапии

В тех случаях когда суммарная доза делится на отдельные фракции и подводится за короткий промежуток времени (1 - 5 минут) носит название -

## *фракционированное облучение*

При одномоментном облучении всю намеченную суммарную дозу подводят к опухоли за один раз за короткий промежуток времени

Суммарную дозу делят на отдельные фракции и подводят к патологическому очагу за длительный период времени (0,5 - 4,0 часа). Носит название

## *протрагированного облучения*

Основной особенностью дозного поля при всех контактных методах лучевой терапии является быстрое падение мощности дозы по мере отдаления от источника на протяжении уже первого сантиметра, что позволяет создать высокую дозу в очаге

# Значение размеров полей облучения

Размеры полей облучения устанавливаются в зависимости от величины опухоли и должны перекрывать ее на 2-2,5 см

Размеры полей облучения влияют как на величину очаговой дозы, так и на распределение энергии излучения в облучаемом объеме

Увеличение размеров полей облучения повышает процентную глубинную дозу, расширяет зону каждой изодозы



# Цели лечения

## Цель симптоматического курса лучевого лечения:

- 1 снять болевой синдром
- 2 облегчить состояние больного
- 3 снять тяжелые клинические синдромы

## Цель радикального лечения больного:

полностью излечить больного

# Цель паллиативного курса лечения:

- 1 продлить жизнь больного
- 2 временно восстановить трудоспособность
- 3 облегчить состояние больного
- 4 на какой-то срок приостановить рост и распространение опухоли

# Виды лечения

***Комбинированное лечение -***

использование лучевого и хирургического лечения

***Комплексное лечение -***

использование лучевого лечения и либо химиотерапии, либо гормонального лечения

***Сочетанное лечение -***

использование двух методов лучевой терапии

# Методы наружного дистанционного облучения

Метод лучевой терапии при котором источник находится на расстоянии от облучаемой поверхности

называется **ДИСТАНЦИОННЫМ**

К методам наружного дистанционного облучения относятся:

- 1 рентгенотерапия
- 2 гамматерапия
- 3 тормозное излучение высоких энергий
- 4 электроны высоких энергий

# Дистанционное облучение называется **статическим**

в тех случаях, когда источник излучения  
в течении всего сеанса **неподвижен по**  
отношению к больному

Статическое облучение может проводится:

- 1 открытым полем
- 2 через свинцовую решетку
- 3 свинцовые клиновидные фильтры
- 4 свинцовые экранирующие блоки



Подвижным называется  
облучение, при котором источник  
излучения **вращается вокруг больного**

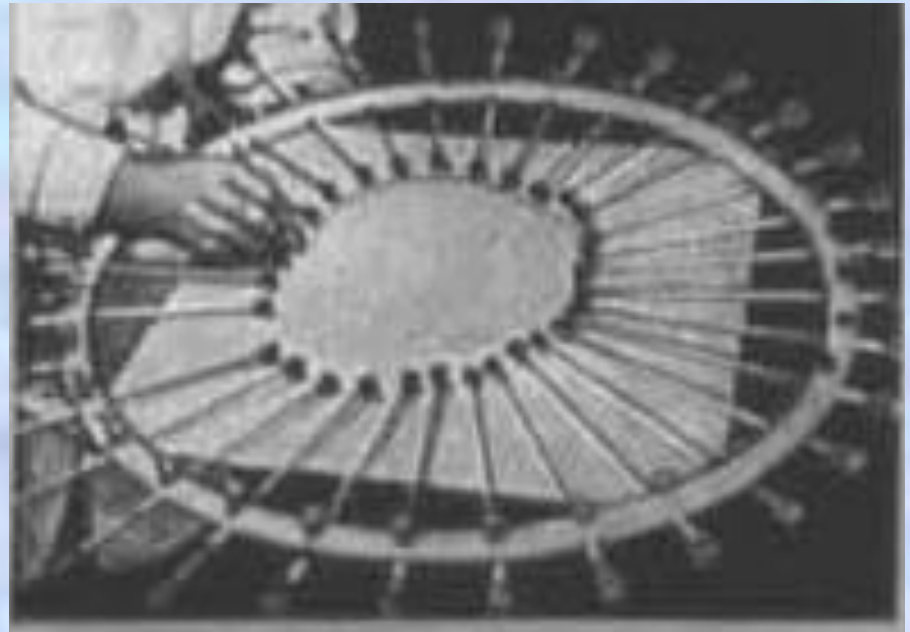
Подвижное облучение может быть:

- 1** ротационным - источник излучения вращается вокруг больного на  $360^{\circ}$
- 2** маятниковым ( секторным ) когда источник излучения движется по дуге окружности с центром качания в опухоли
- 3** тангенциальным или эксцентрическим, когда пучок излучения не проходит через ось вращения, а составляет с ней некоторый угол

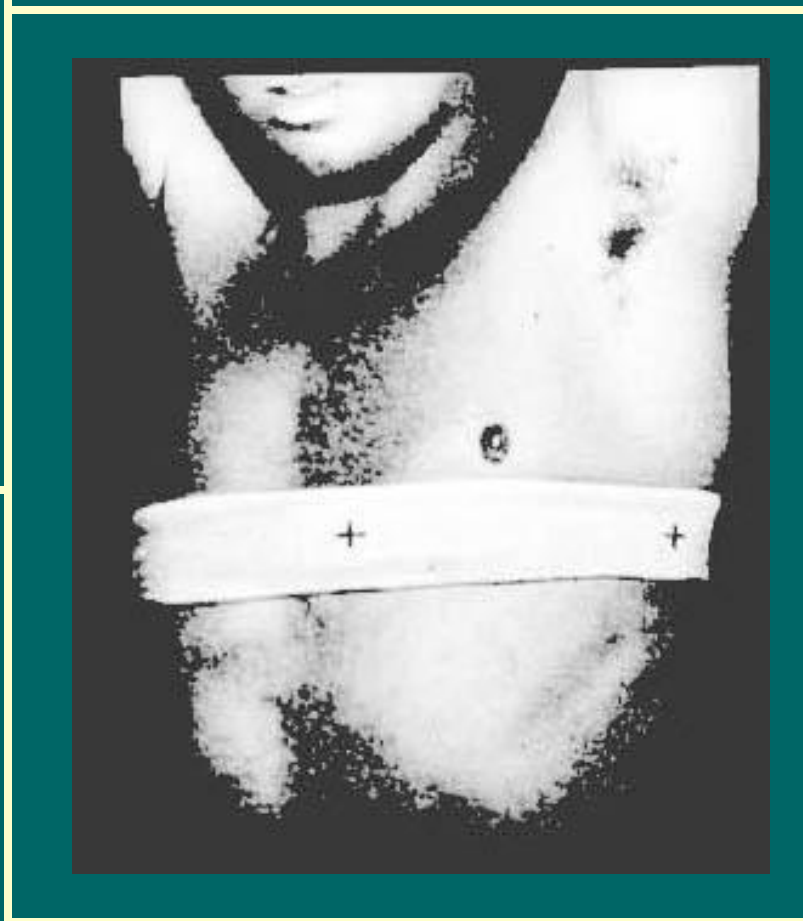
Каждый вид излучения характеризуется своеобразным распределением энергии в облучаемом объеме тканей

Эта особенность должна учитываться при планировании лучевой терапии у каждого больного с целью создания оптимальных условий облучения, при которых зона максимальной дозы охватывает опухоль, а в нормальных тканях поглощается минимальная доза

# Подготовка больного к дистанционному облучению

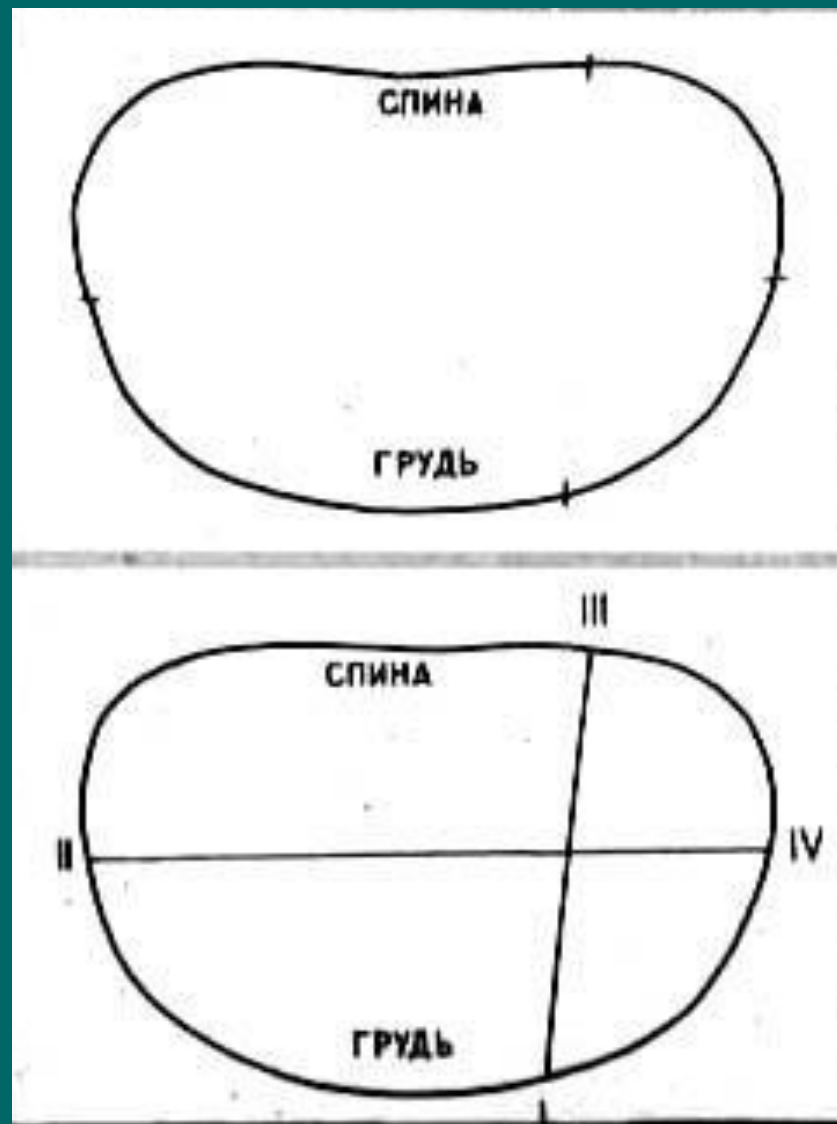


# Подготовка больного к дистанционному облучению





Подготовка  
больного к  
дистанцион-  
ному  
облучению



Подготовка  
больного к  
дистанционному  
облучению

При комбинированном лечении  
проводят  
предоперационную  
и послеоперационную  
лучевую терапию

## Цель предоперационной лучевой терапии:

1

добиться гибели или снижения жизнеспособности опухолевых клеток и тем самым предотвратить развитие местных рецидивов после операции

2

снизить возможность распространения опухолевых клеток по организму путем непосредственного воздействия на окружающие лимфоузлы

3

уменьшить размеры опухоли, сделать операцию возможной там, где распространение опухоли не позволяло ее осуществить



# Облучение после операции предполагает:

1

Вызвать гибель раковых клеток, возможно оставшихся не удаленными при операции. В этих случаях можно говорить о профилактическом облучении

2

В случае заведомо нерадикальной операции послеоперационное облучение призвано обеспечить подавление роста остатков опухолевой ткани

3

Получить гибель опухолевых клеток в зонах регионарного метастазирования

При всех методиках  
дальнедистанционной луче-  
вой терапии источник  
ионизирующего излучения  
располагается на расстоянии  
от 30 до 120 см от  
патологического образо-  
вания

Показанием к дальнедистанционной гамма - терапии являются глубоко расположенные злокачественные опухоли

Методики подведения дозы к опухоли при дальнедистанционной терапии являются:

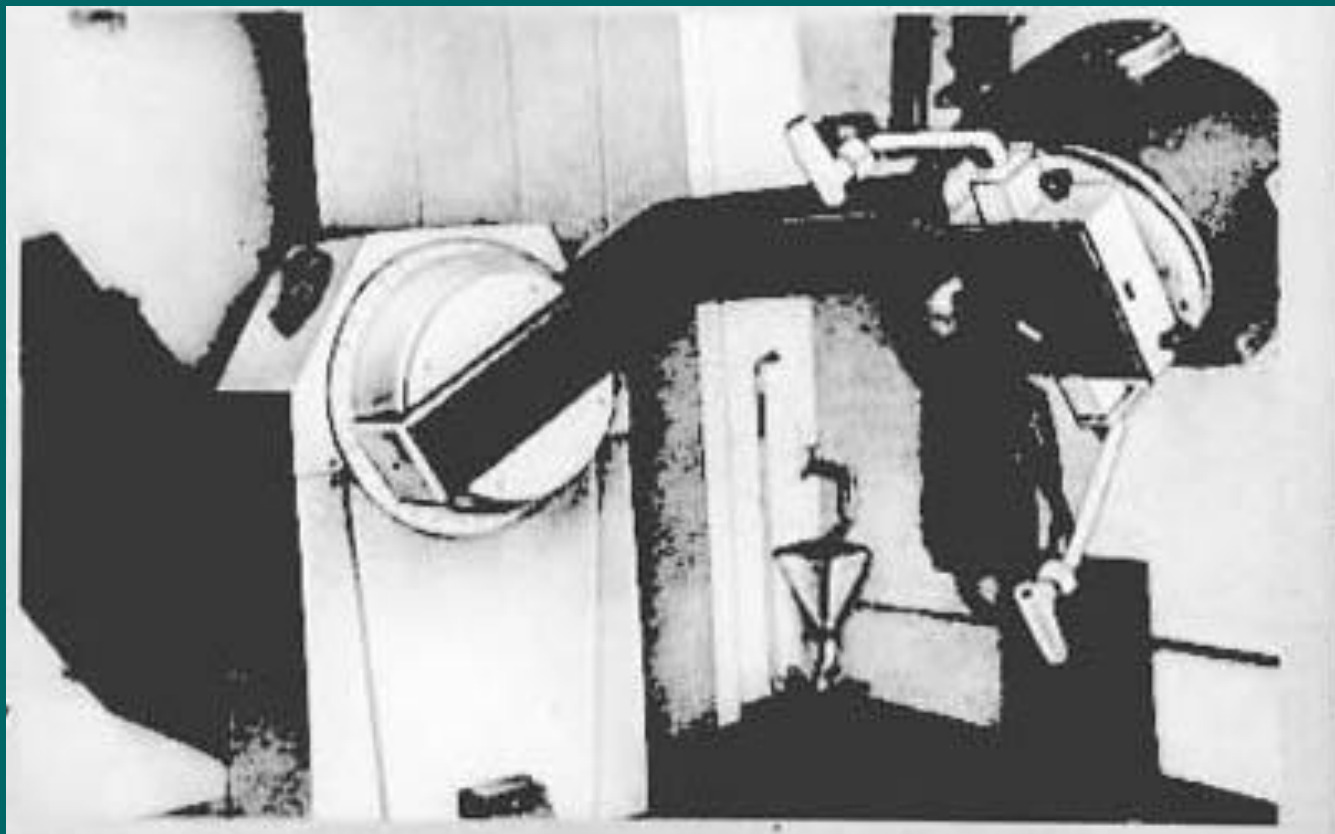
- 1 фракционирование дозы ( мелкое, среднее, крупное )
- 2 облучение через свинцовую решетку
- 3 облучение через свинцовые блоки
- 4 многопольность облучения

Особенностью *предоперационного* интенсивного облучения является использование ежедневных крупных фракций в относительно короткое время (трех - пяти дней )

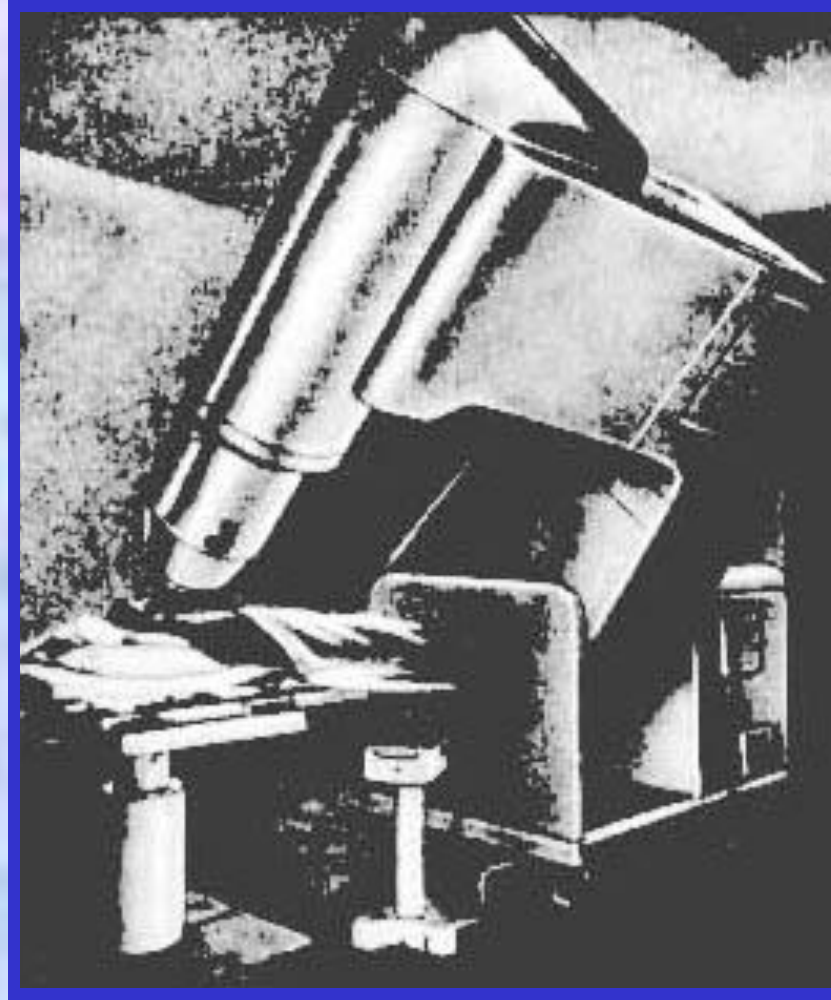
# Гаммаустановка «Луч»



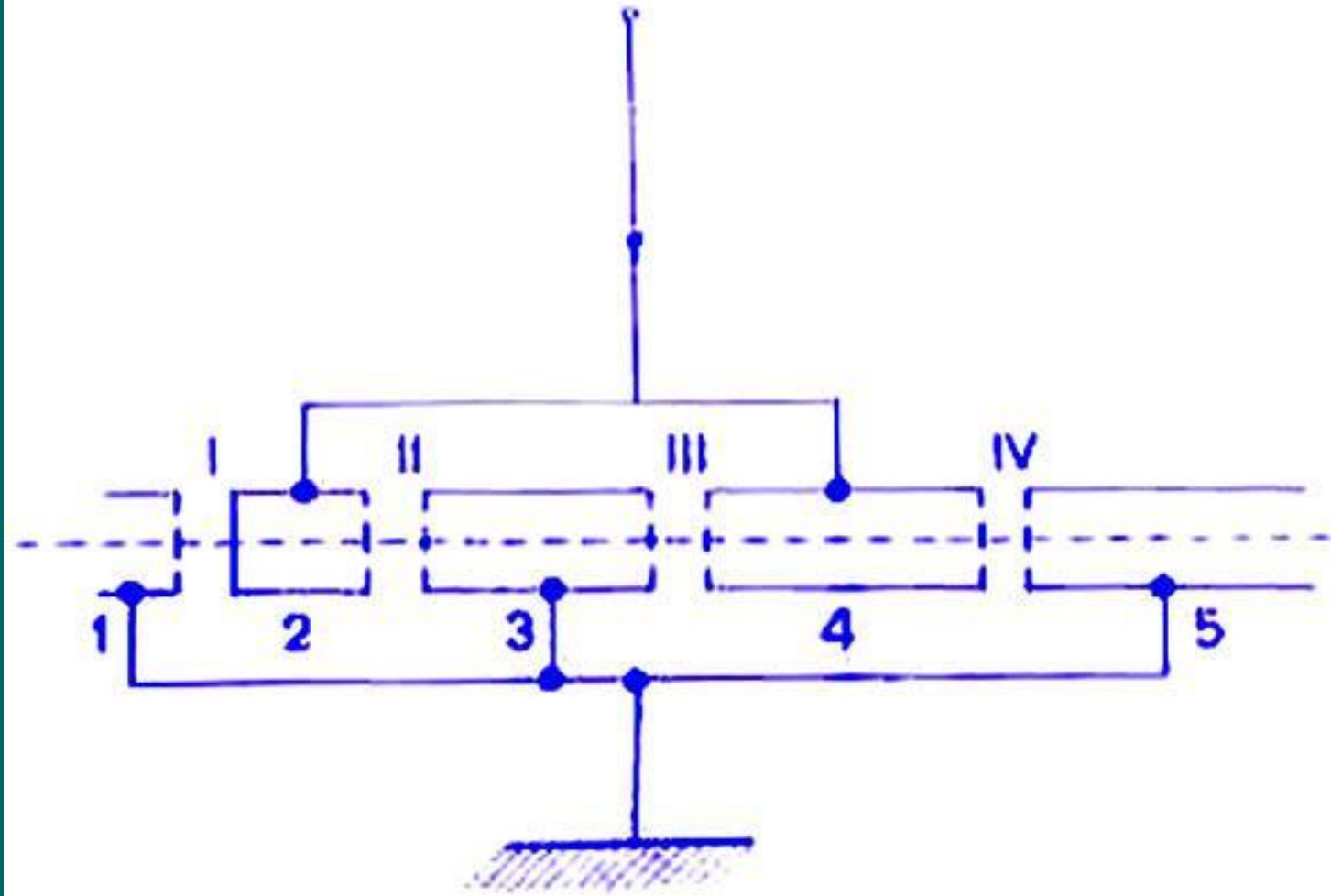
# Гамматерапевтическая установка



# Линейный ускоритель

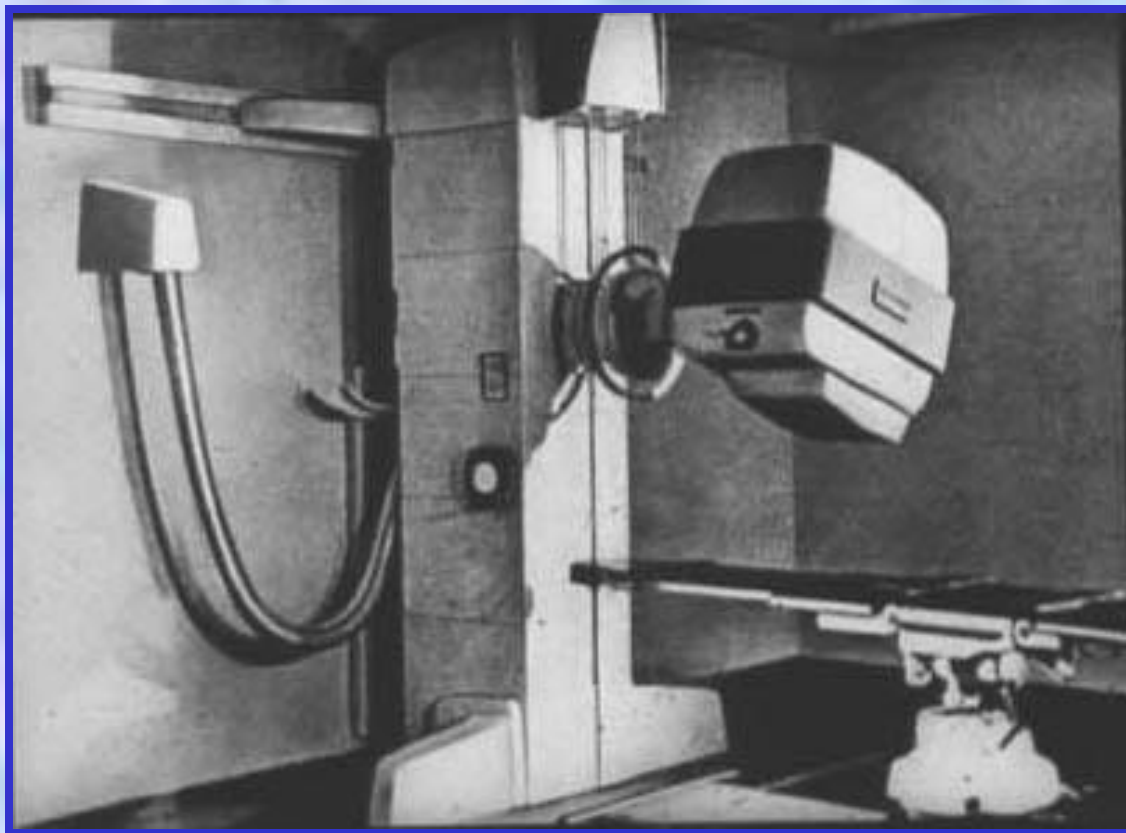


# Схема линейного ускорителя





# Бэтатрон на 15 мэв



# Дальнедистанционная рентгенотерапия

Показанием к глубокой рентгенотерапии являются:

- 1 более поверхностно расположенные опухоли
- 2 опухоли не требующие больших доз
- 3 неопухолевые заболевания
- 4 в тех случаях, когда лечение проводится с паллиативной целью

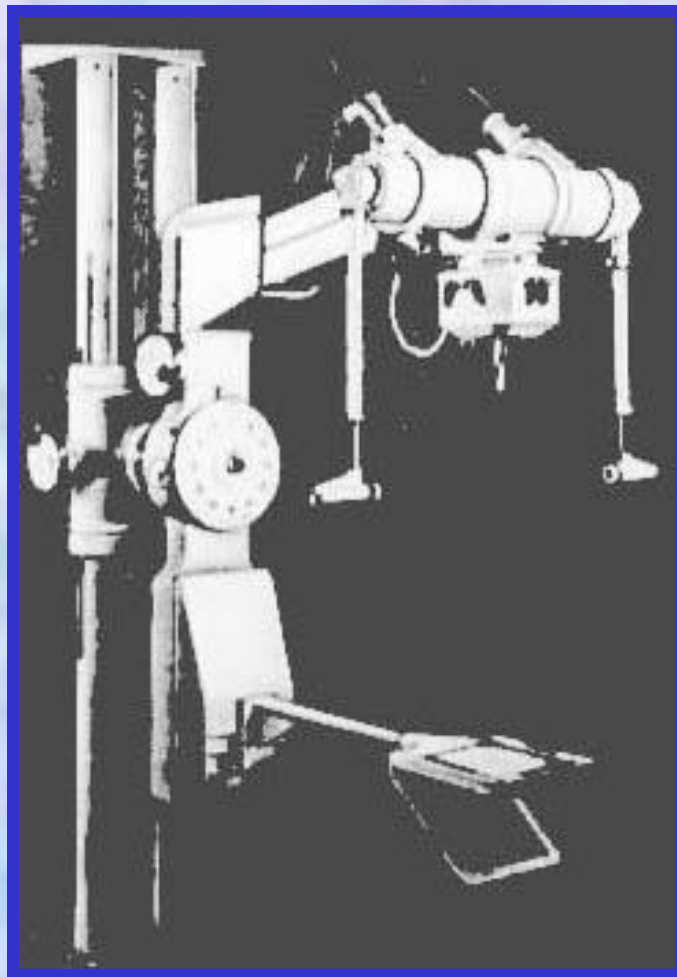
## Методики подведения дозы к опухоли:

- 1 фракционированное облучение  
(мелкое, среднее, крупное)
- 2 многопольность облучения
- 3 облучение через свинцовые  
блоки и решетки

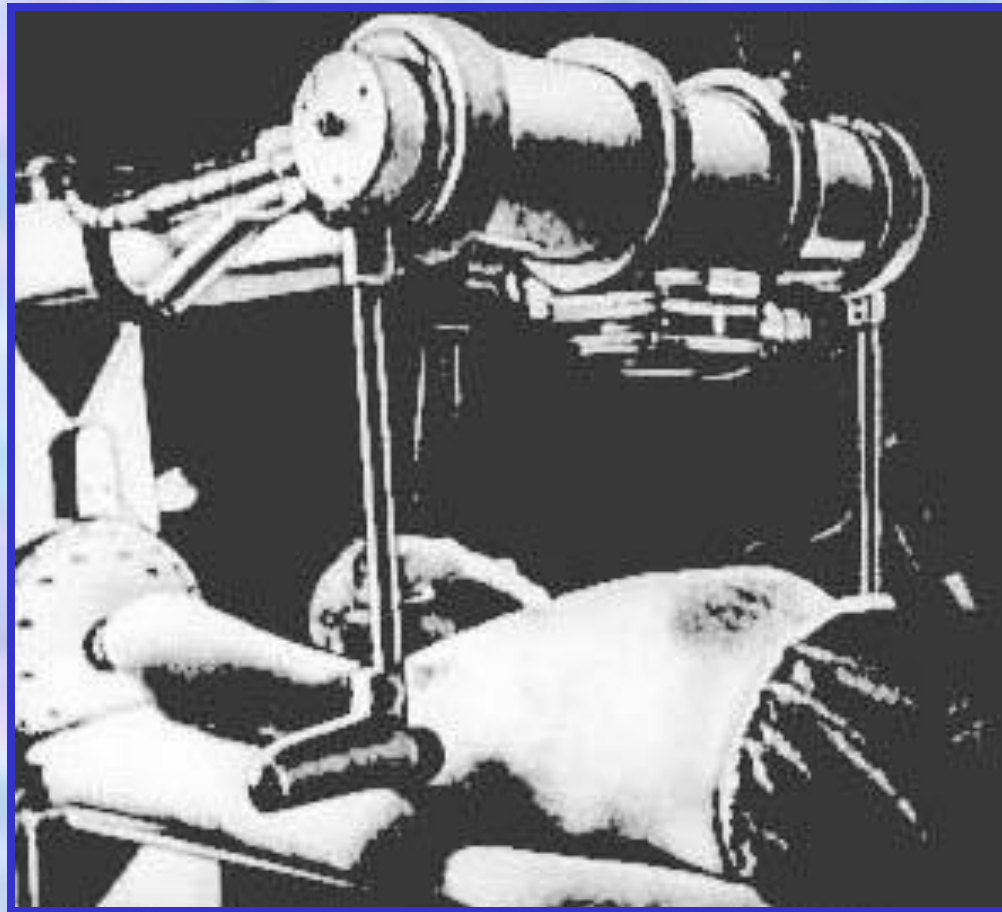
# Тубусы к рентгенотерапевтическому аппарату



# Рентгенотерапевтическая установка

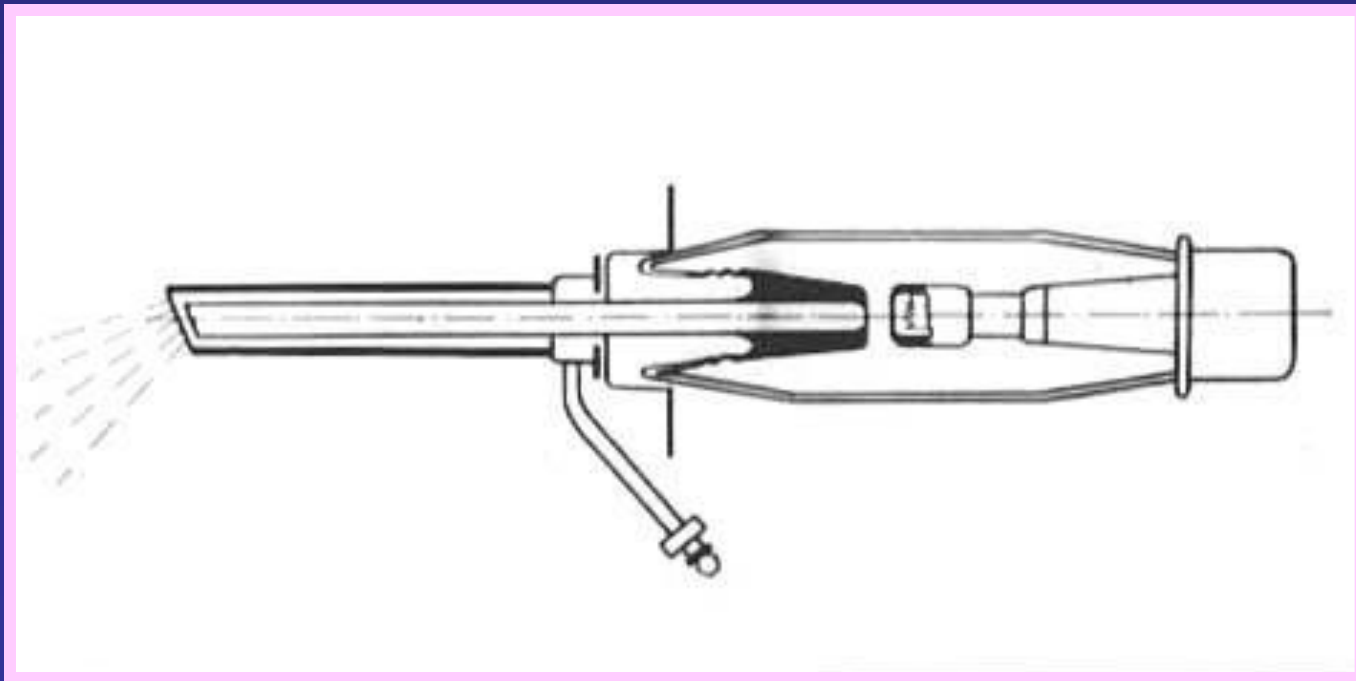


# Рентгенотерапевтический аппарат «Рум-13»



**К** **близкофокусному** **облучению** **отно-**  
**сятся** **все** **виды** **дистанционной** **лучевой**  
**терапии** **с** **расстоянием** **источник** - **кожа**  
**(РИК)** **до** **25** - **30** **см**

Трубка для близкофокусной  
рентгенотерапии со скошенным анодом



Однако большинство отечественных и зарубежных клиницистов к этому методу относят облучение при РИК 7, 5 -10 см

Конструкция рентгеновской трубки для близкофокусной лучевой терапии значительно отличается от используемой при глубокой рентгенотерапии



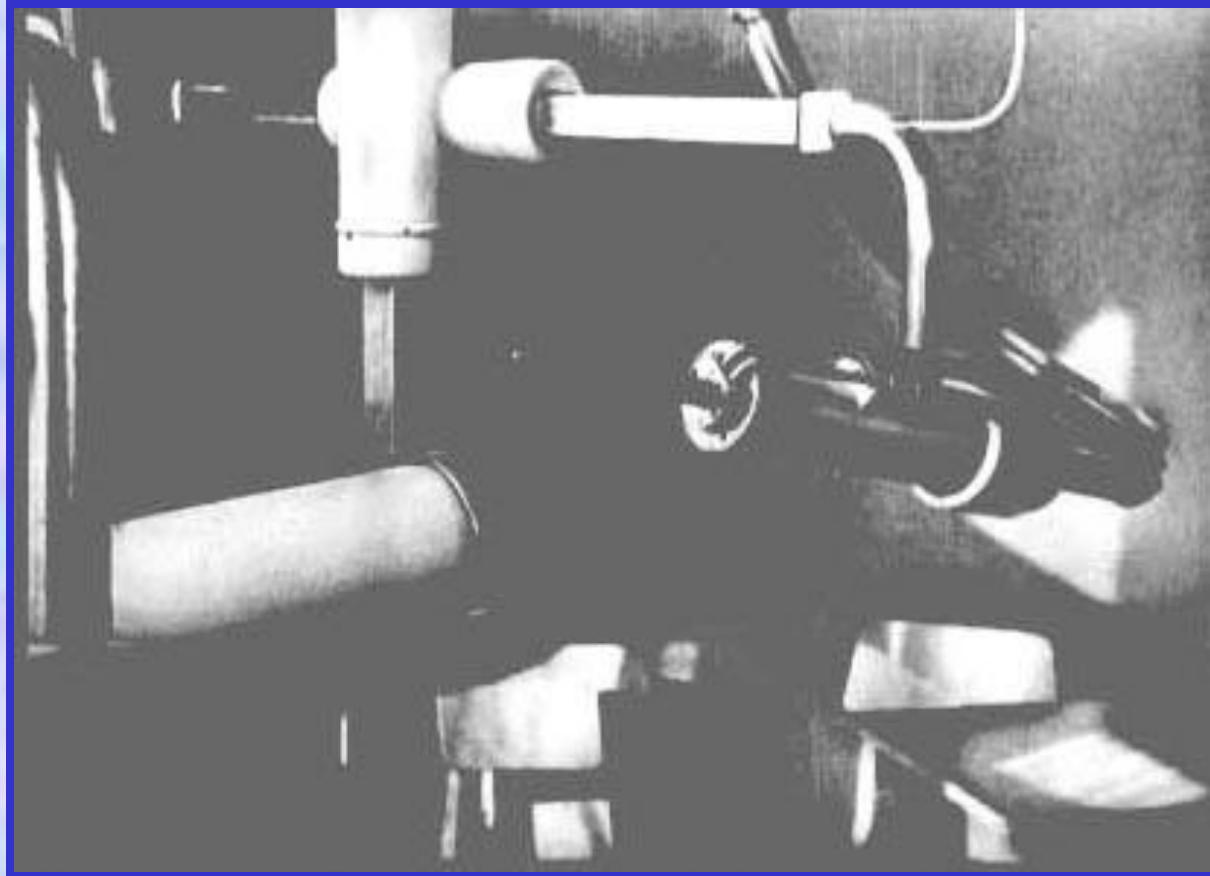
## Показанием к близкофокусной рентгенотерапии является:

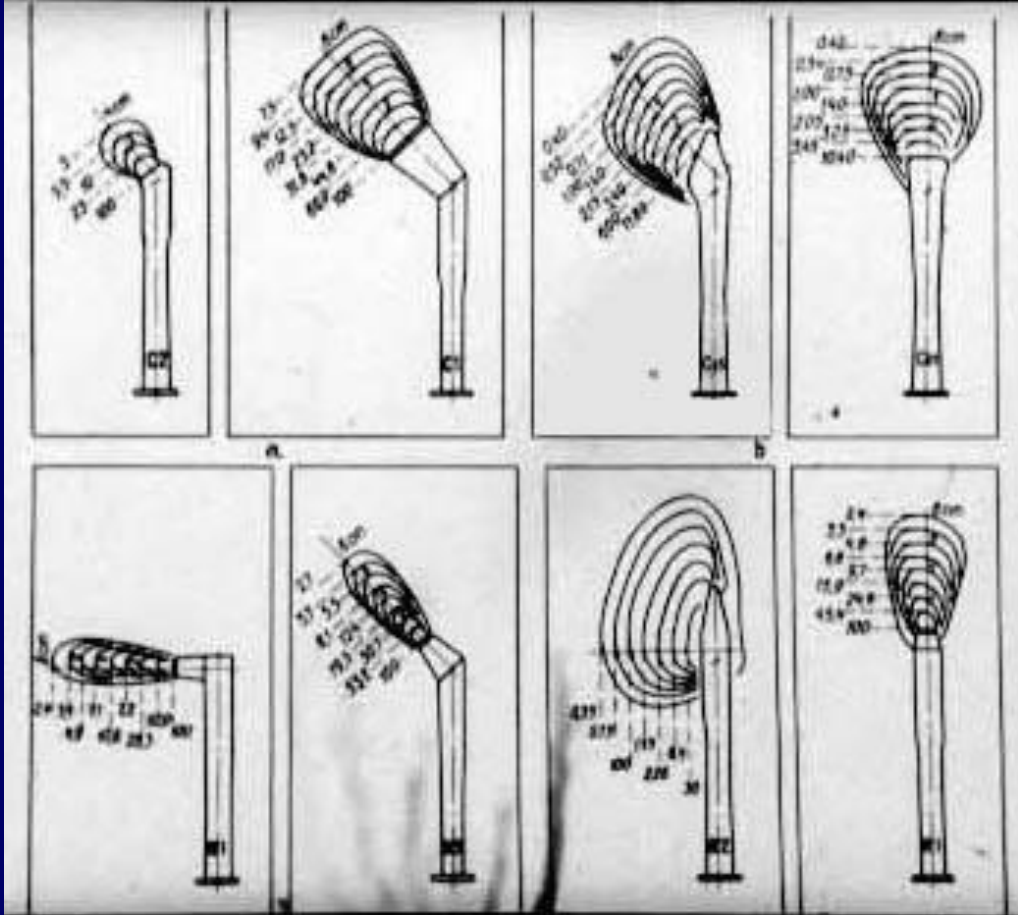
- 1 поперхностно расположенные злокачественные опухоли кожи и слизистых оболочек
- 2 предраковые заболевания кожи и слизистых оболочек
- 3 кожные гемангиомы

# Методики подведения дозы к опухоли

- 1 однопольное облучение
- 2 ежедневный ритм
- 3 среднее фракционирование

# Остроконечный и скошенный аноды

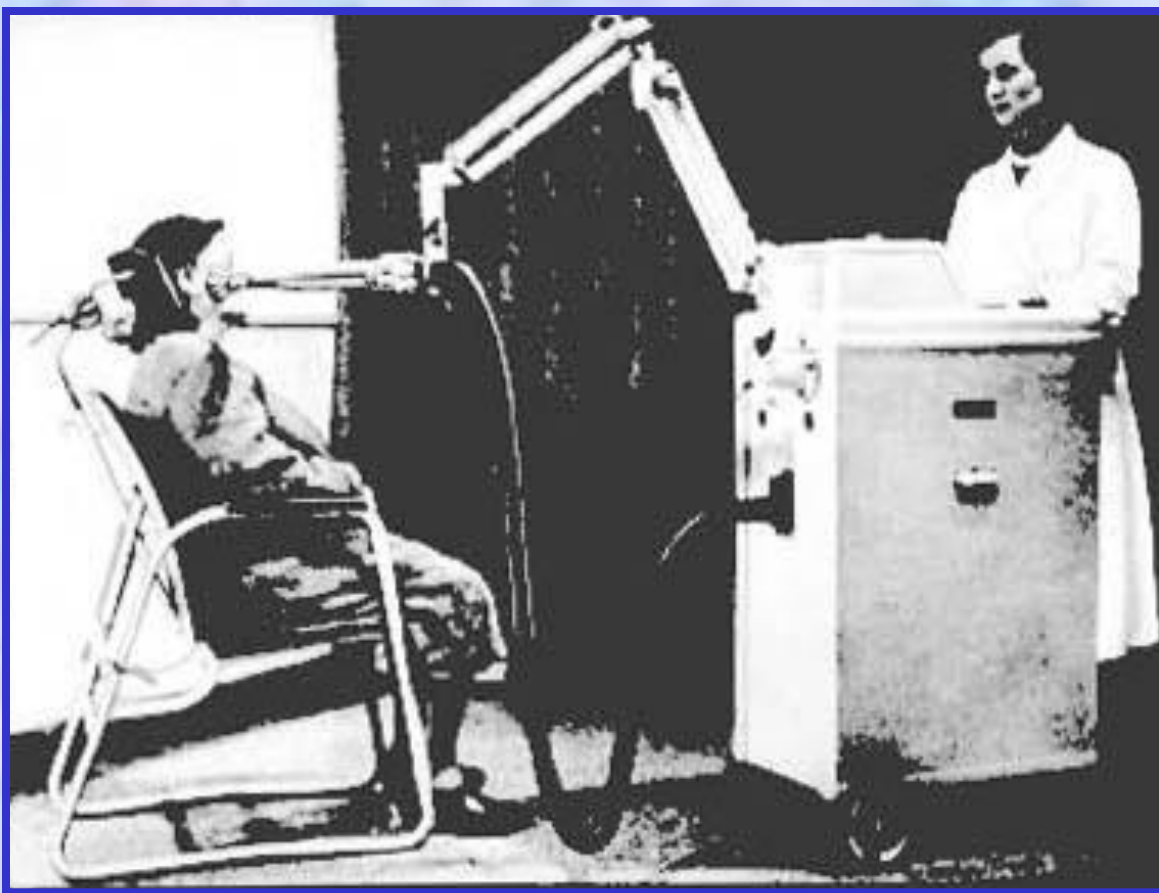




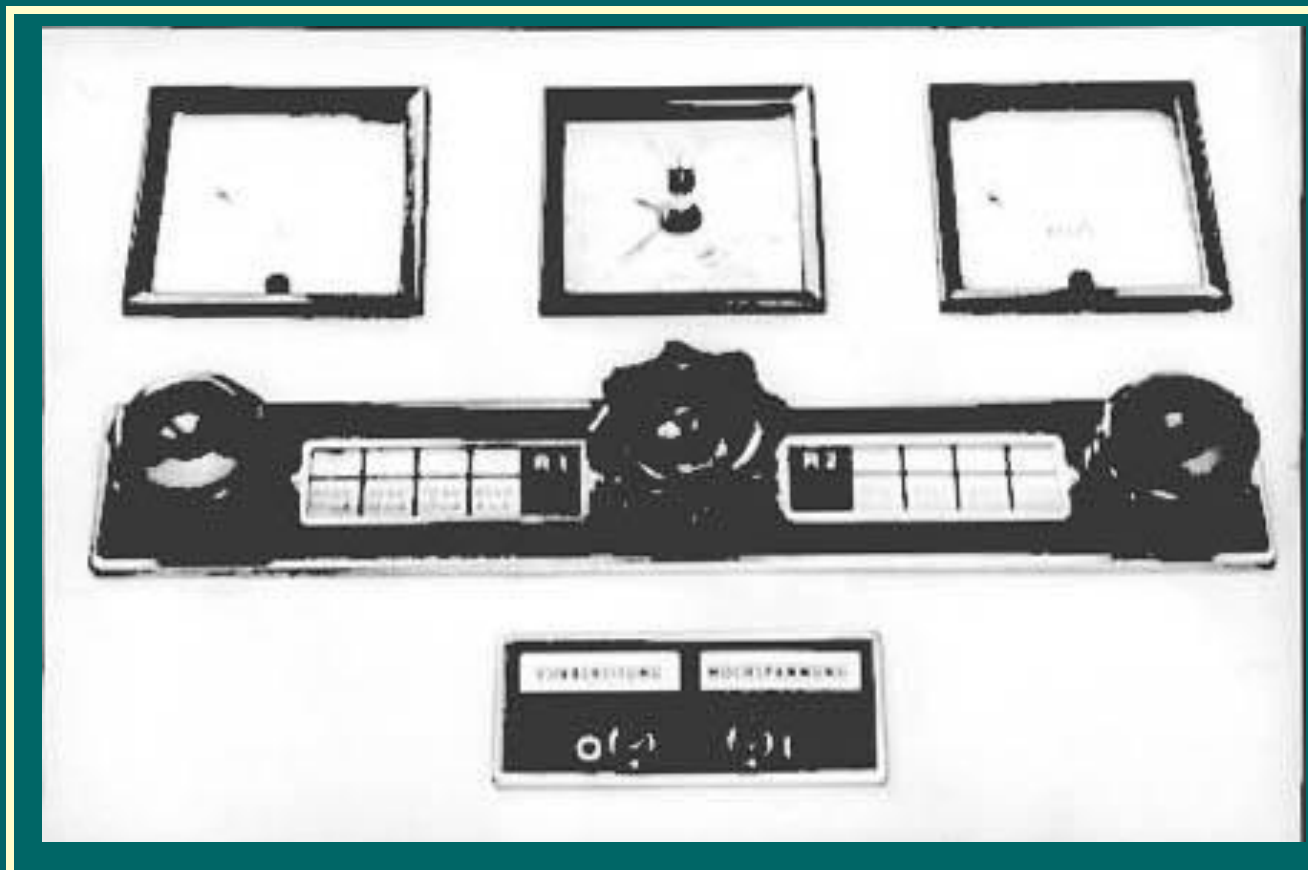
# Близкофокусная рентгенотерапия опухоли кожи лица



# Близкофокусная рентгенотерапия опухоли кожи лица



# Пульт управления аппарата близкофокусной рентгенотерапии



# Аппликационный метод лучевой терапии



При лечении некоторых воспалительных процессов и злокачественных новообразований кожи и слизистой оболочки радиоактивные препараты можно расположить либо непосредственно на поверхности патологического очага, либо отделив их на расстояние от 0,5 до 5,0 см. Такой способ облучения называется **аппликационным**. В зависимости от размеров и глубины поражения используются бета или гамма - излучатели

При аппликационном методе источник излучения представляет собой излучающую поверхность, имеющую различные формы, размеры и кривизну

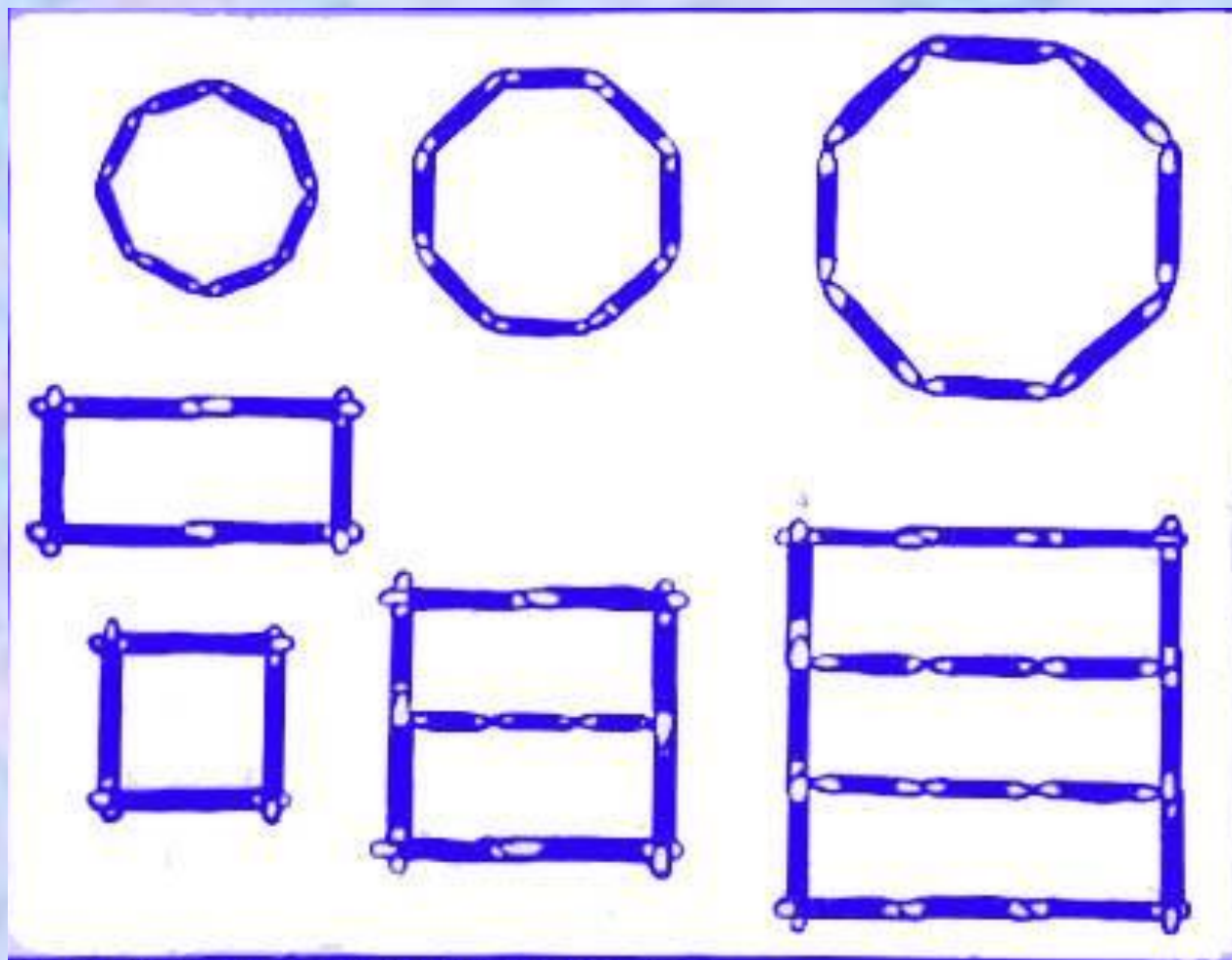
Аппликационная бета - терапия применяется при лечении процессов, распространяющихся в поверхностных слоях (до 4мм ) кожи и слизистой оболочки (капиллярные ангиомы, старческие гиперкератозы, лейкоплакии, эрозии, нейродермиты, злокачественные опухоли и некоторые неопухолевые заболевания глаз)

В настоящее время пользуются готовыми гибкими аппликаторами, упакованными в поливиниловые прозрачные пакеты, содержащие равномерно распределенный в них радионуклид (  $P^{32}$ ,  $Tl^{204}$  ).

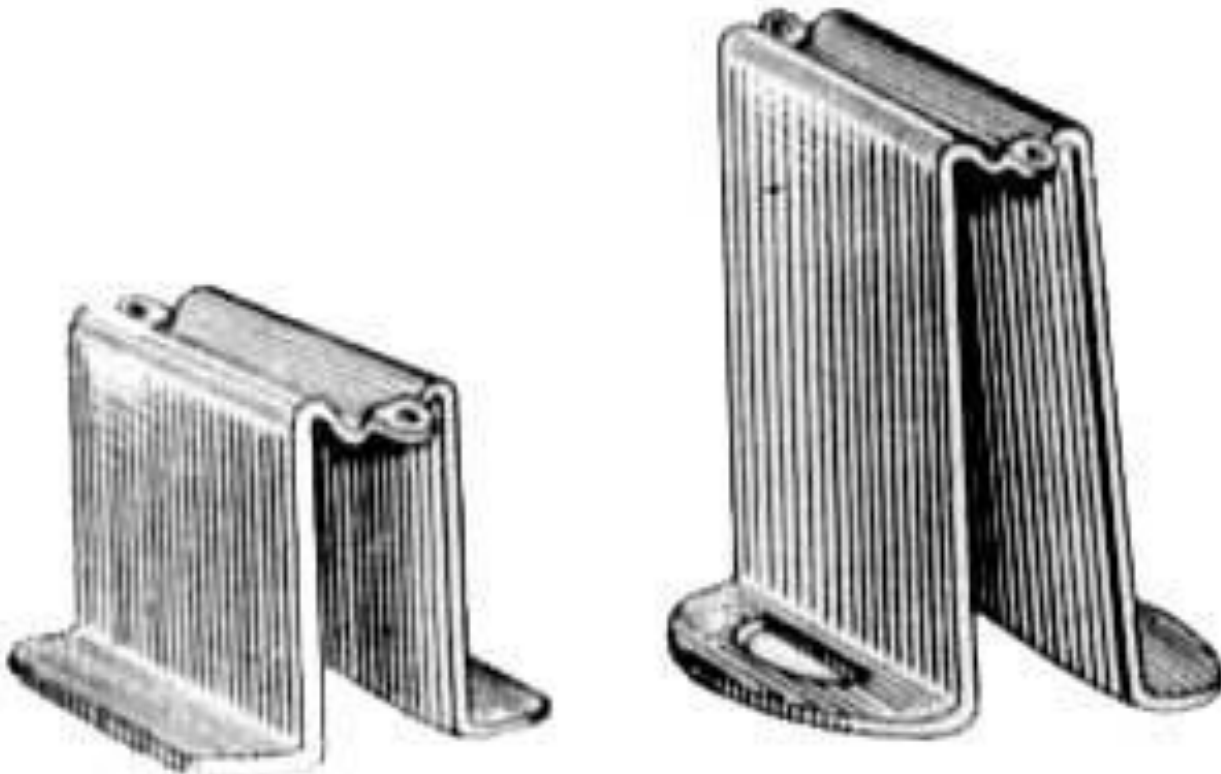
Аппликационная гамма - терапия (радионуклид  $\text{Co}^{60}$ ) применяется в тех случаях, когда патологический очаг располагается на глубине более 4 мм и показана при злокачественных опухолях кожи и слизистой оболочки, рецидивах и метастазах в коже и подкожной клетчатке, расположенных на глубине 2 - 3 см от облучаемой поверхности

Аппликационный метод может применяться протяженно - по - 10 - 12 ч и фракционно - по 3 - 6 ч в сутки

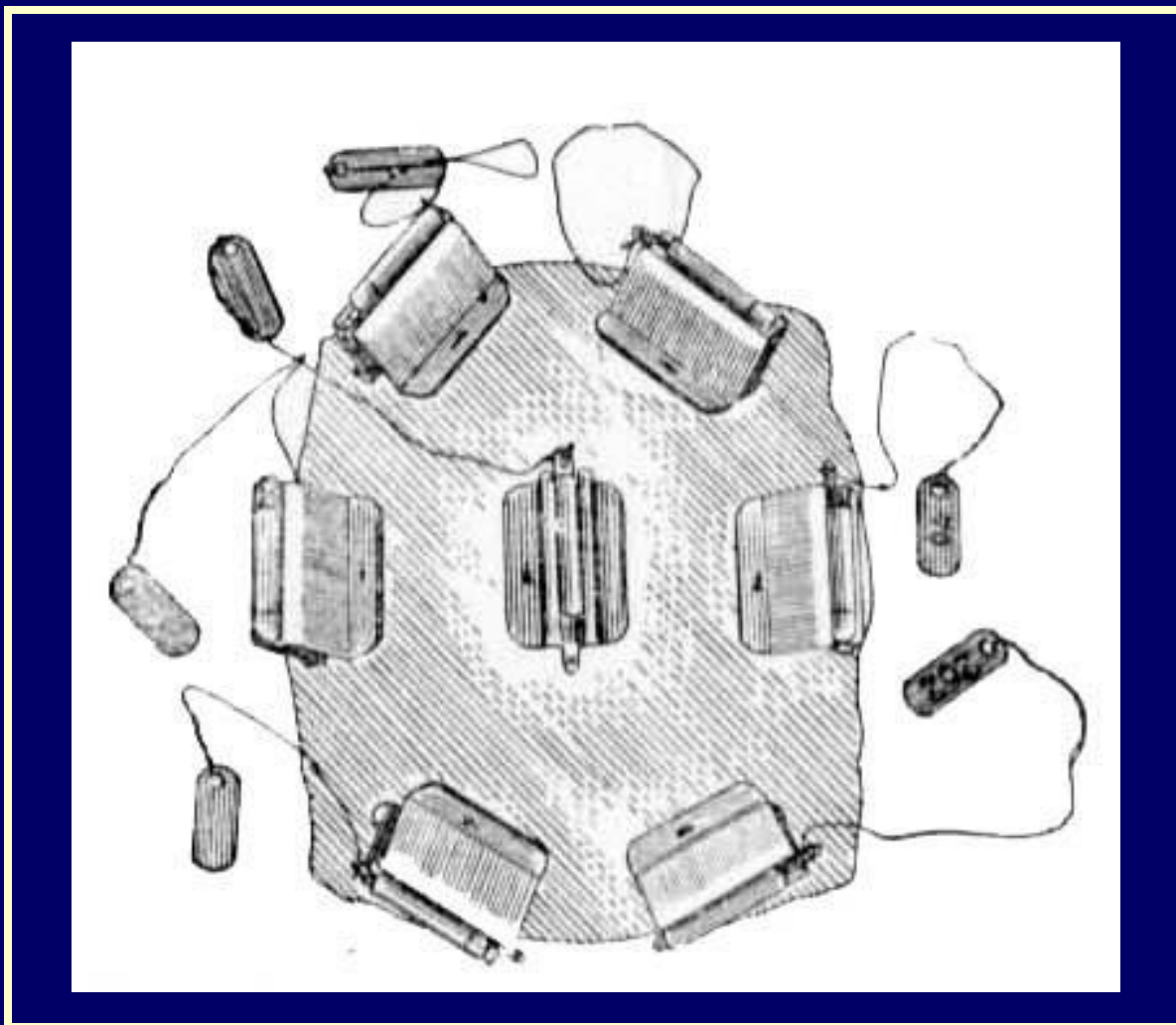
# Принцип расположения препаратов при аппликационной гамматерапии



# Алюминиевые подставки для радиоактивных препаратов при аппликационной гамматерапии

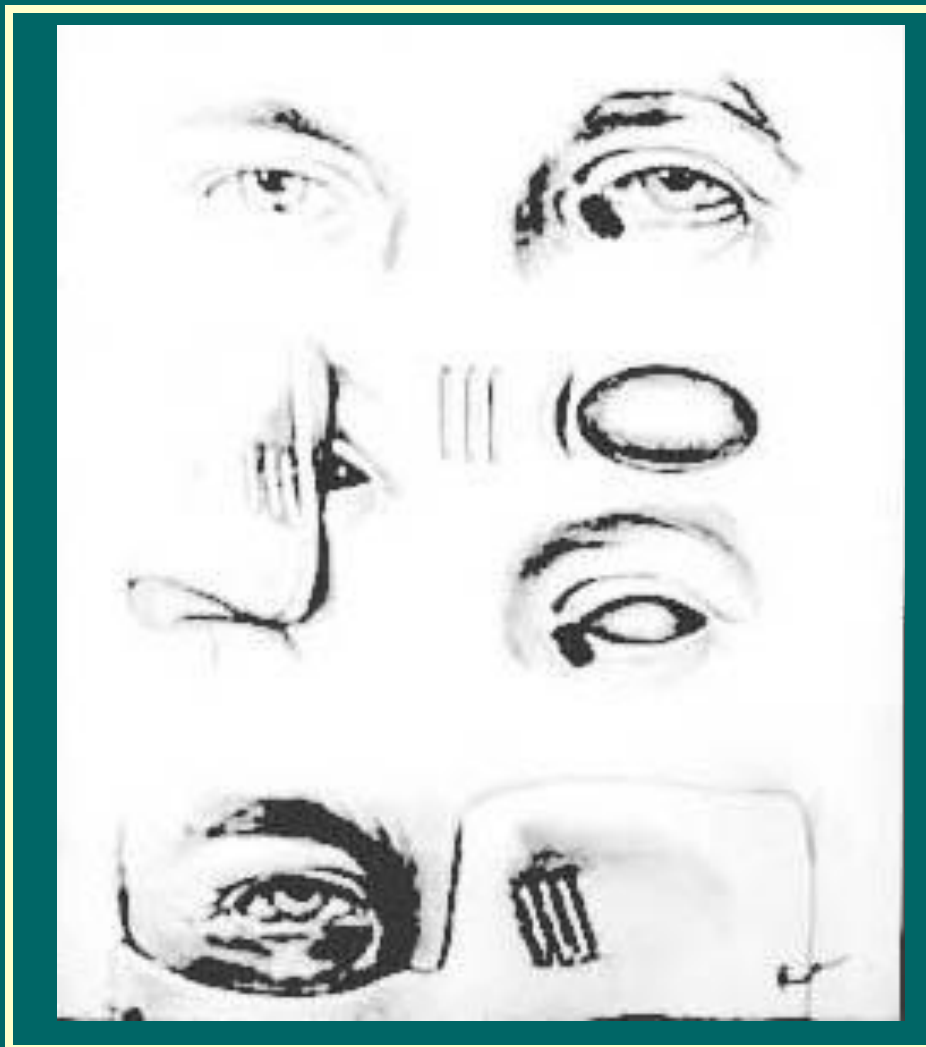


# Общий вид муляжа гамма-аппликатора





Аппликационная гамматерапия  
опухоли слизистой щеки



Аппликационная гамматерапия  
опухоли угла глаза



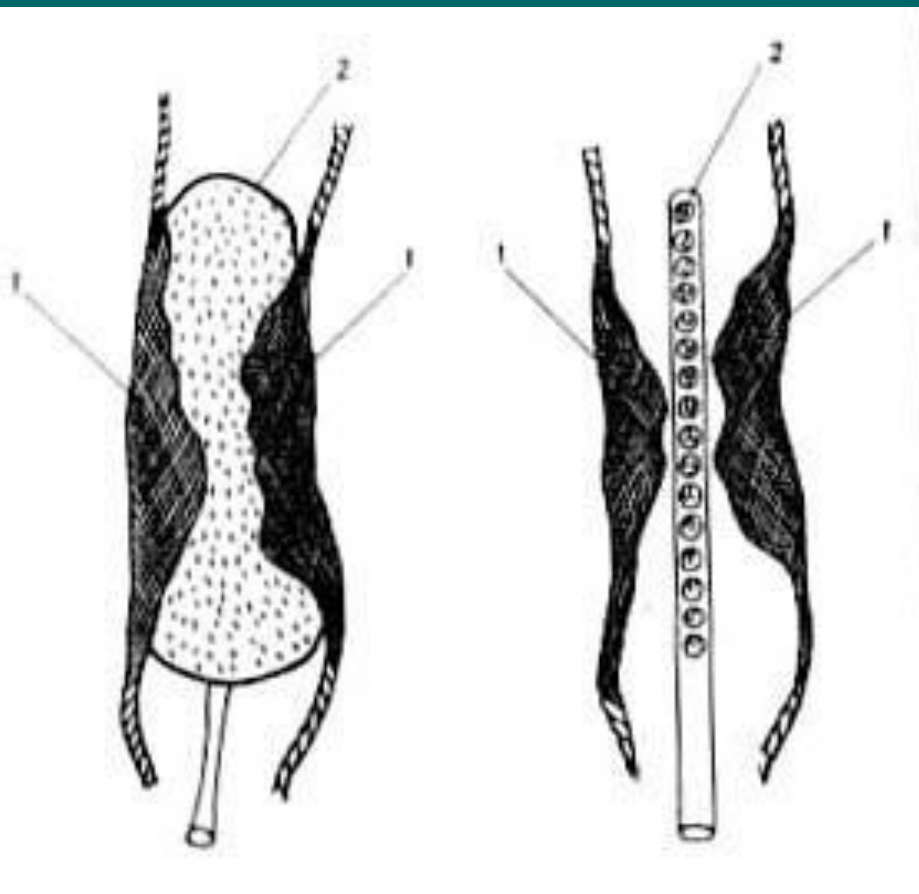
# Внутриполостной метод лучевой терапии

Способ облучения, когда источник облучения вводится непосредственно в полый орган - называется **внутриполостным**

При лечении злокачественных новообразований полостных органов (пищевода, мочевого пузыря, шейки матки, прямой кишки и других полостных образований) с целью увеличения дозы только в пределах опухоли целесообразно применять **внутриполостной** метод облучения, который можно использовать либо в сочетании с наружным облучением, либо ограничиваться одним **внутриполостным** облучением

Методика подведения дозы  
к опухоли - непрерывное на  
протяжении нескольких суток  
и фракционированное  
облучение

# Расположение внутриполостного линейного и объемного источника излучения по отношению к опухоли



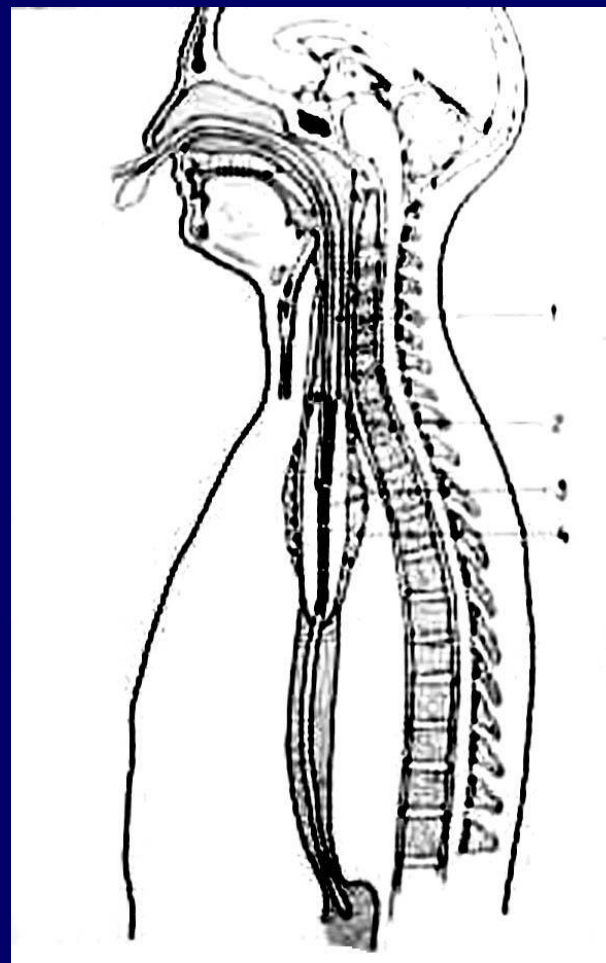
1- опухоль

2- источник  
излучения



# Расположение препаратов в зонде при внутриполостном облучении опухоли пищевода

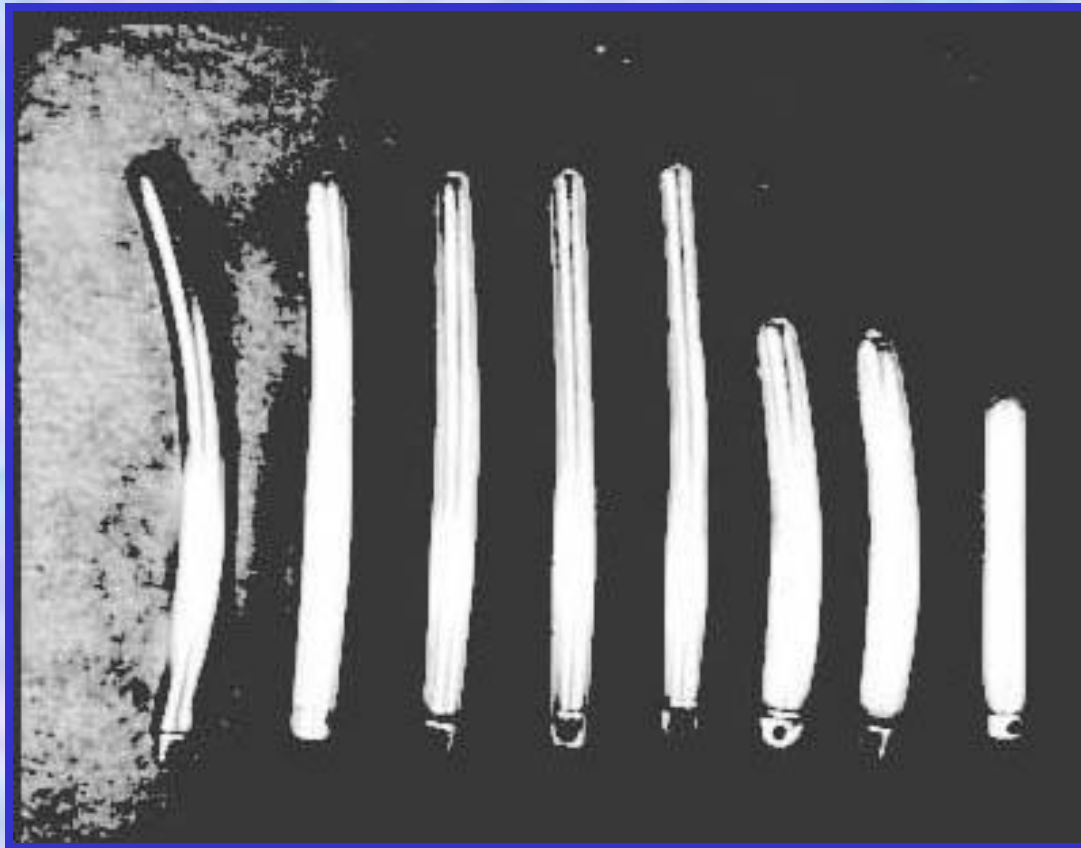
- 1 - резиновый зонд;
- 2 - баллон;
- 3 - радиоактивные препараты;
- 4 - опухоль пищевода



# Рентгенологический контроль за положением источника излучения в пищеводe



# Маточные аппликаторы

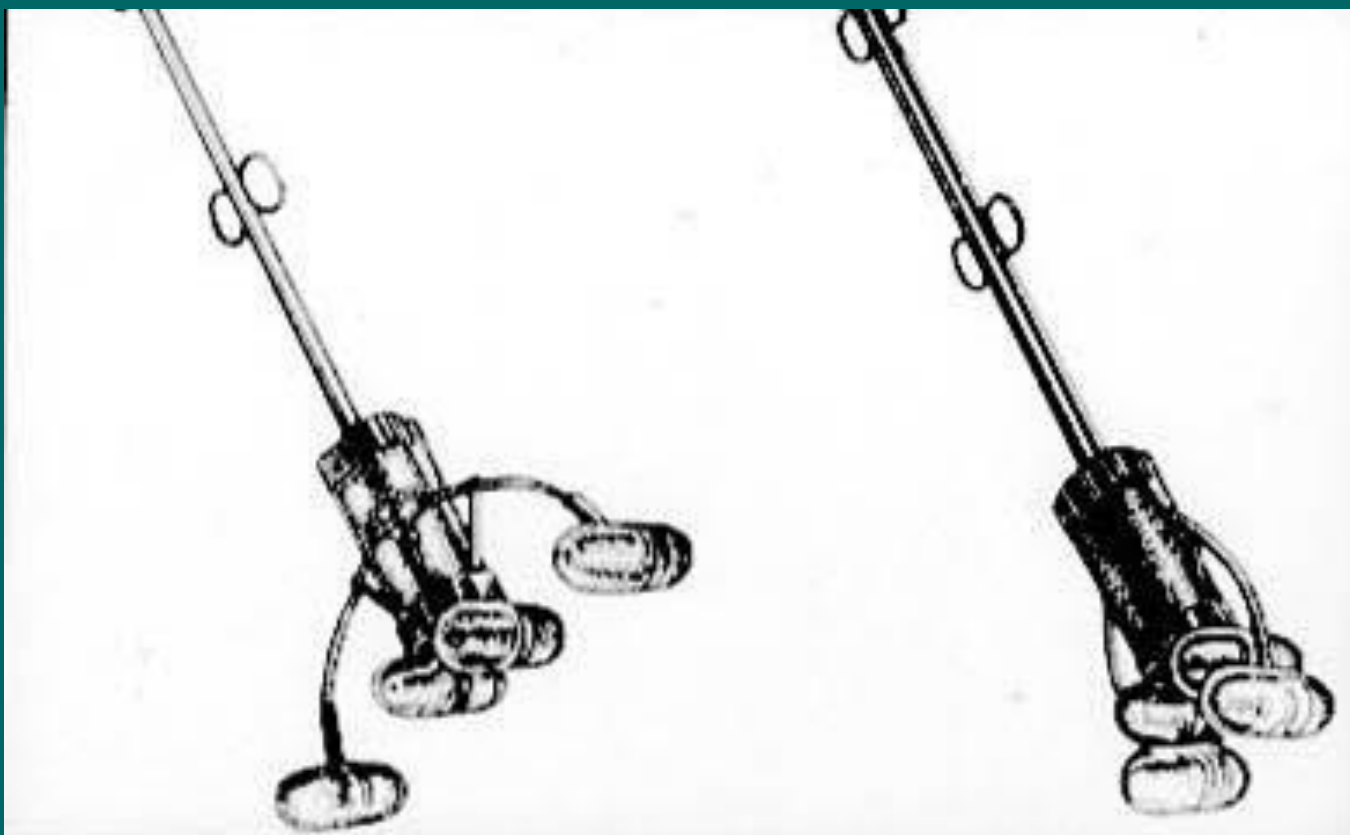




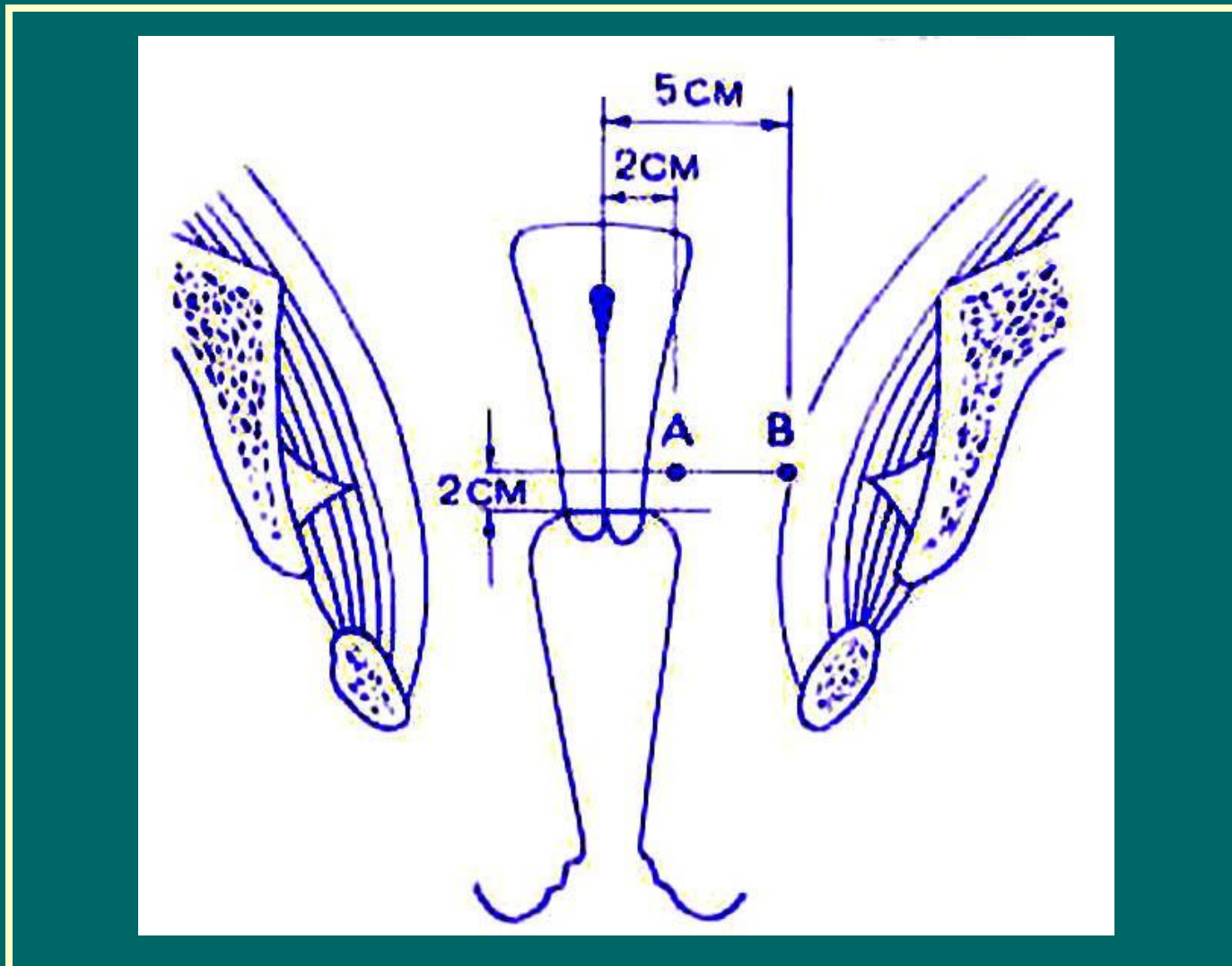
# Кольпостаты для внутриполостного облучения



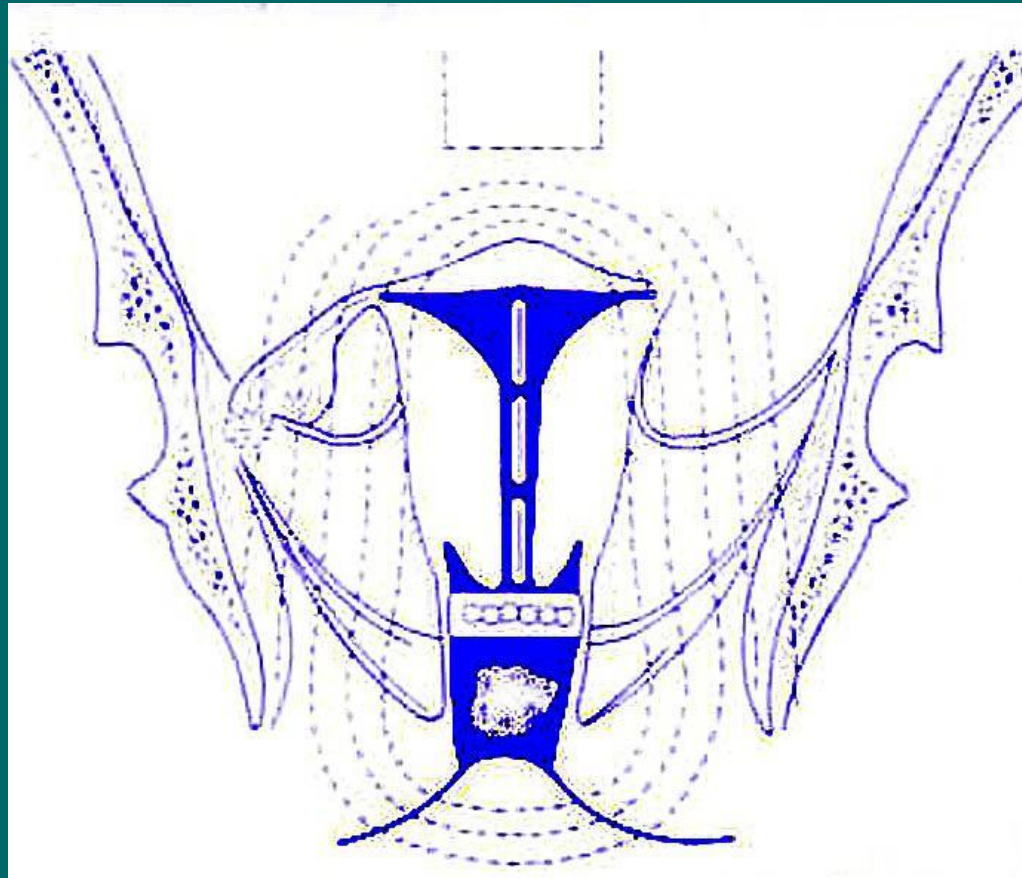
# Кольпостаты для внутриполостного облучения



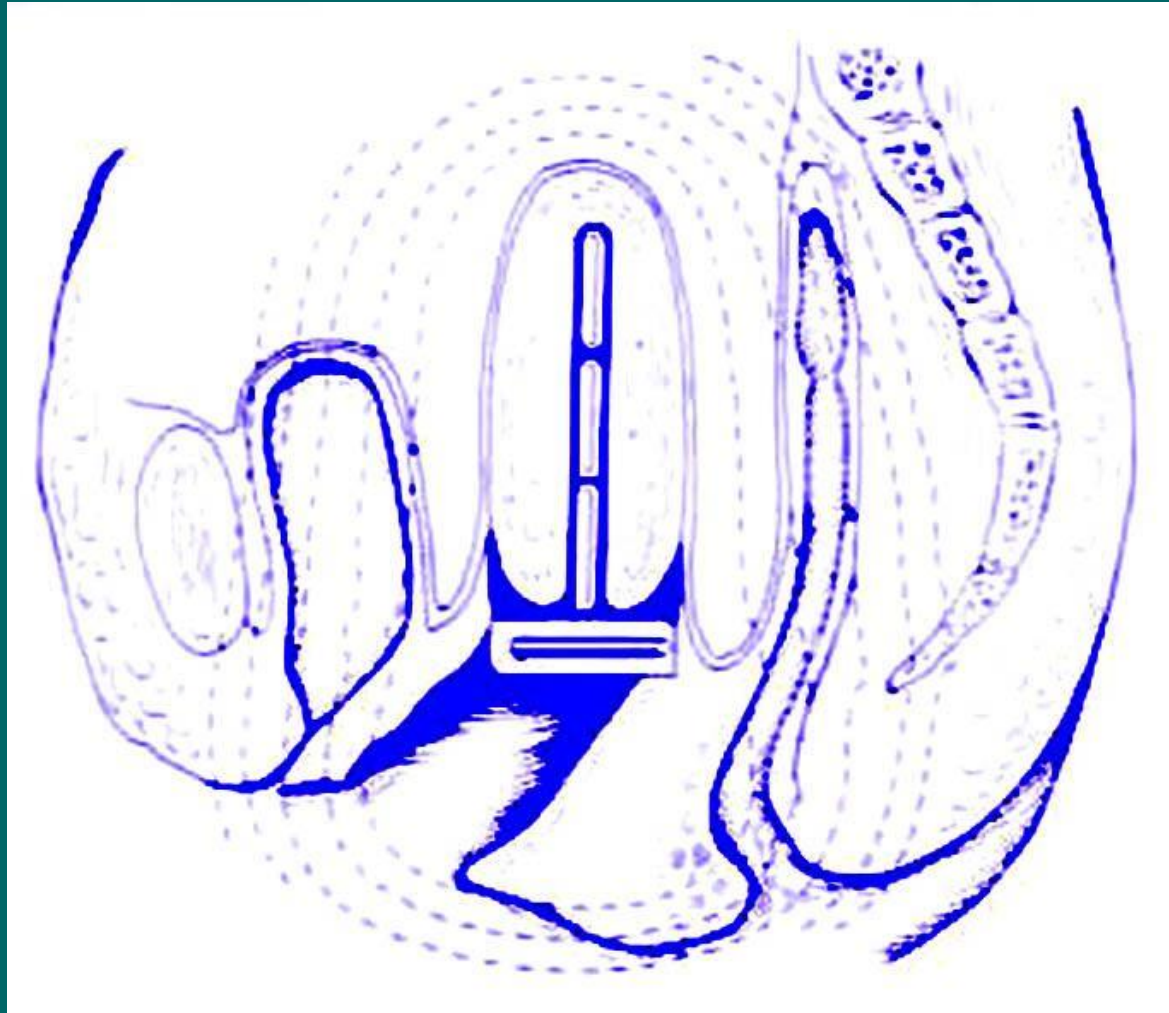
# Схема расположения точек А и В в малом тазу (фронтальный срез)



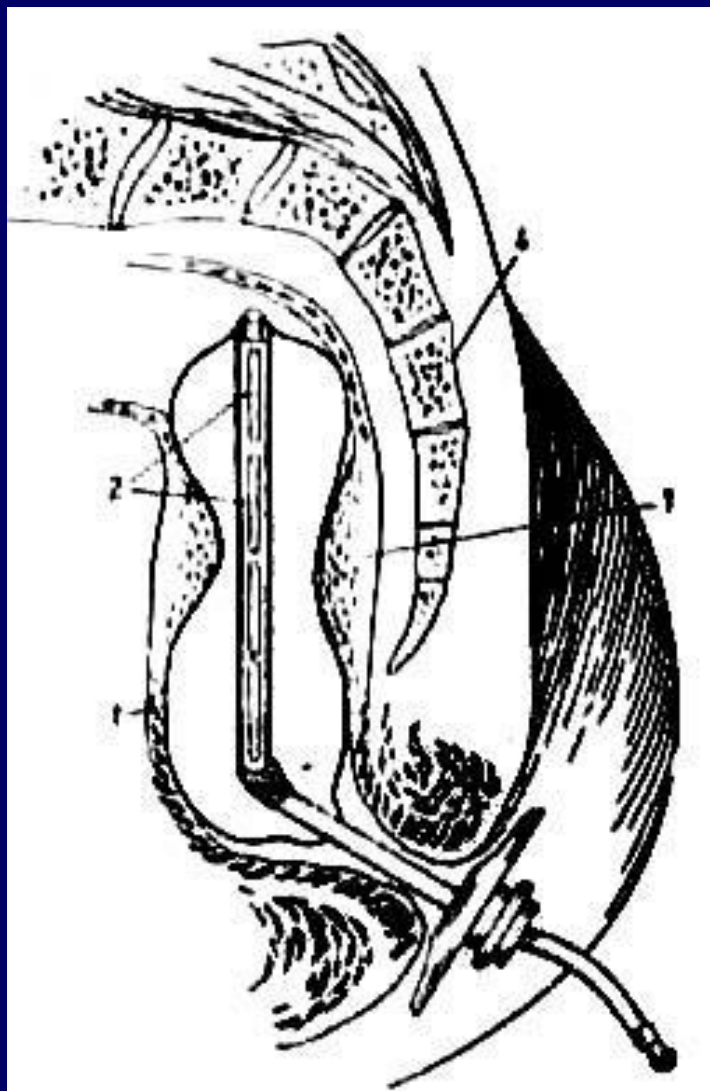
# Расположение препаратов в шейке и полости матки (фронтальный срез)



# Расположение препаратов в шейке и полости матки



# Схема внутриволостной гамматерапии по поводу рака прямой кишки



1 - баллон;

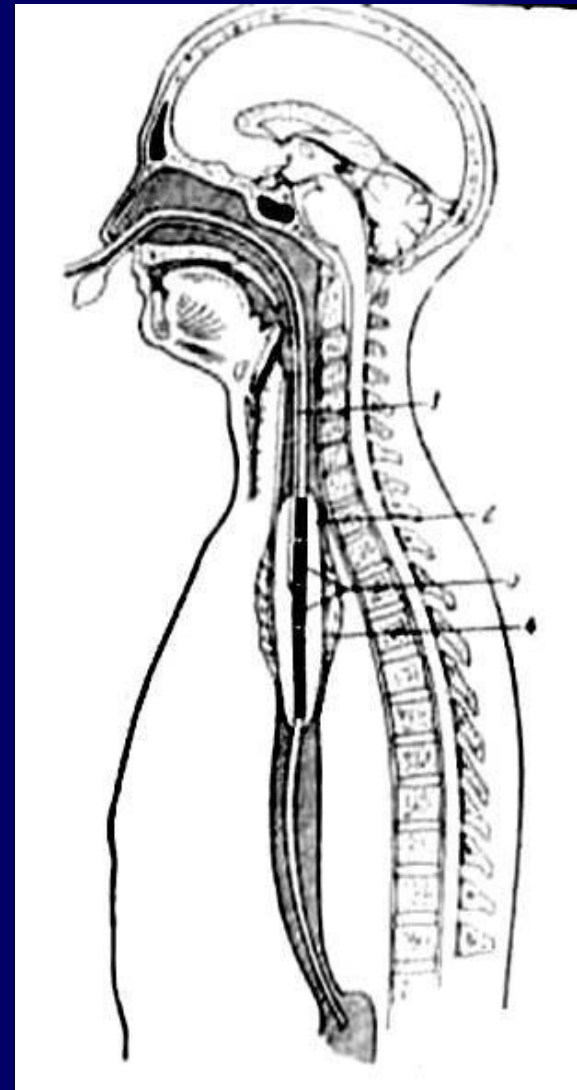
2 - радиоактивные  
препараты;

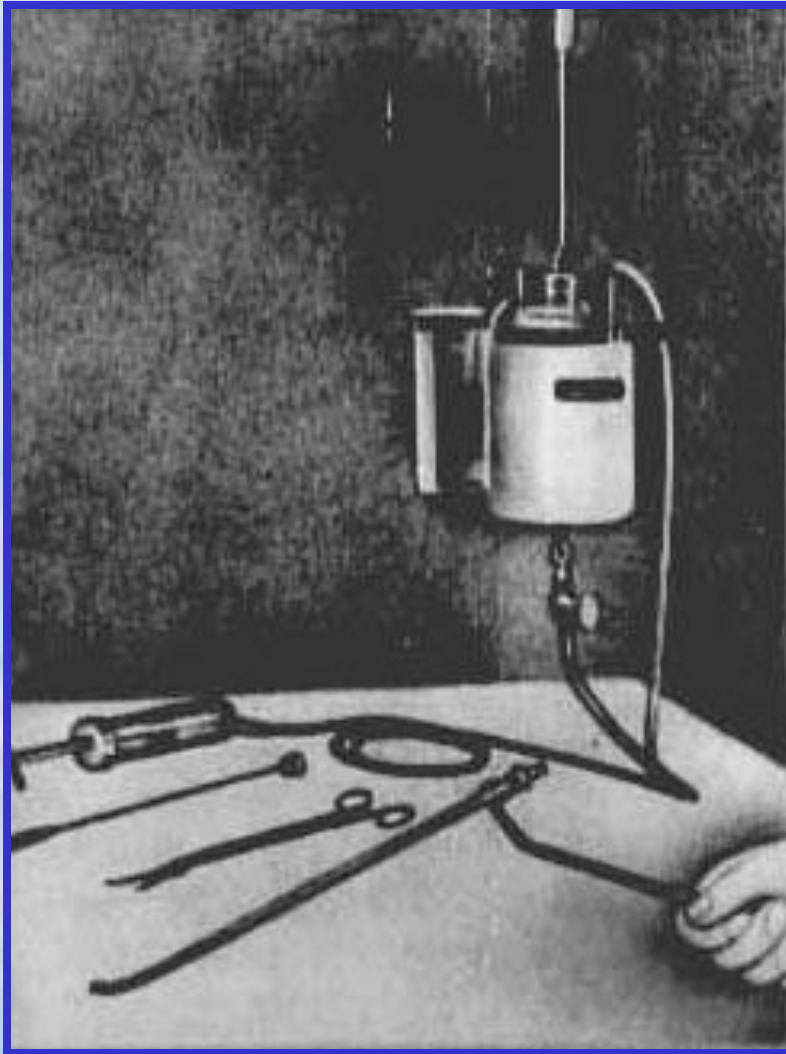
3 - опухоль прямой  
кишки;

4 - позвоночник

# Схема внутриволостной гамматерапии по поводу рака пищевода

- 1 - зонд;
- 2 - баллон;
- 3 - радиоактивные препараты;
- 4 - опухоль пищевода

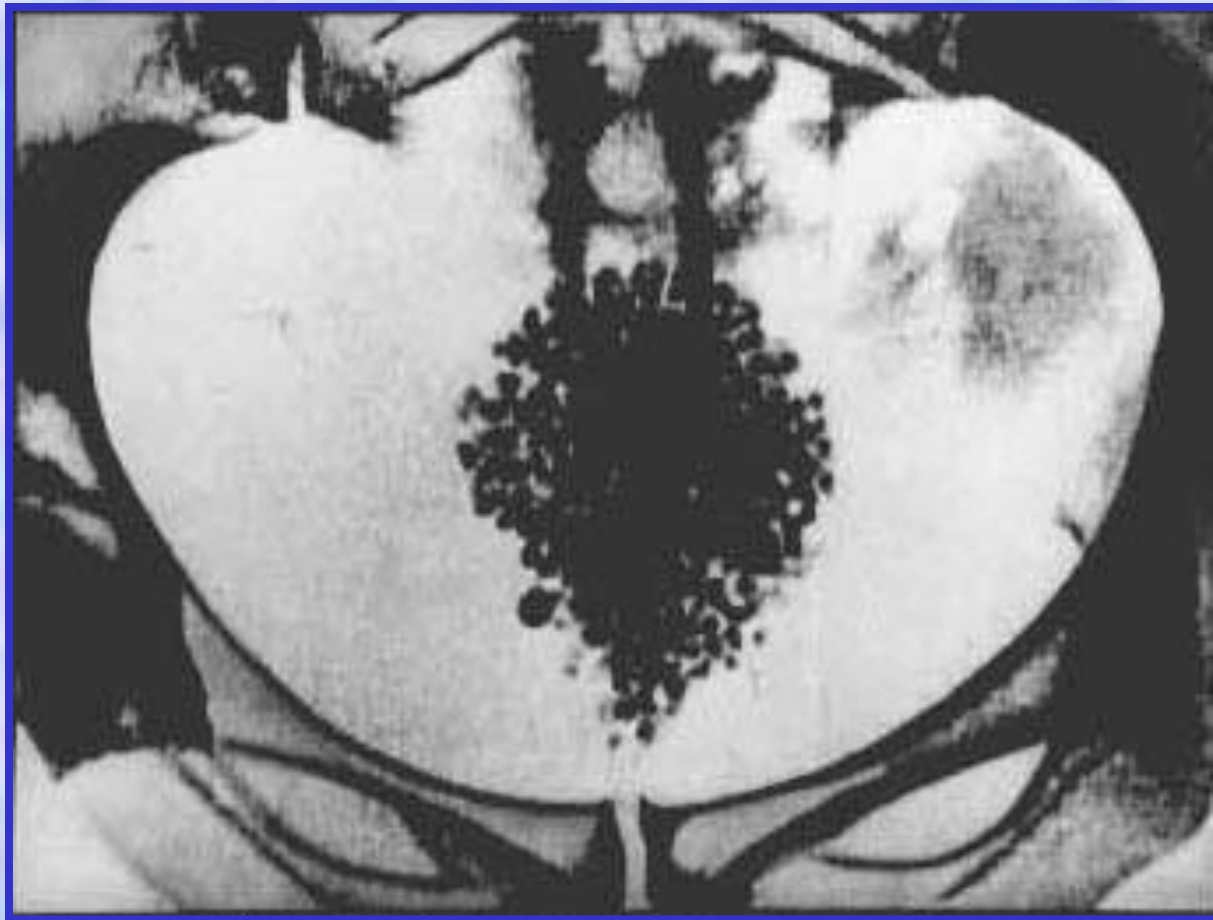




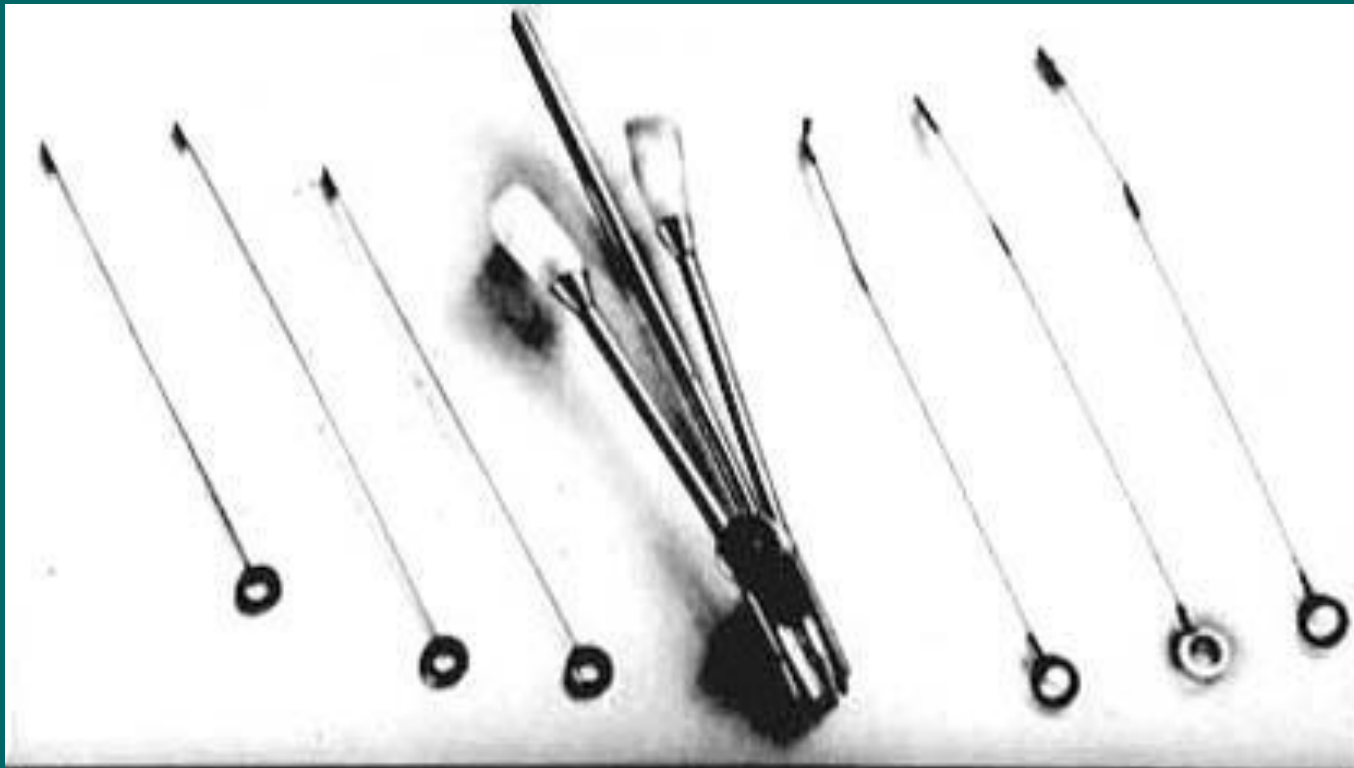
Аппарат  
для  
введения  
макро-  
суспензии



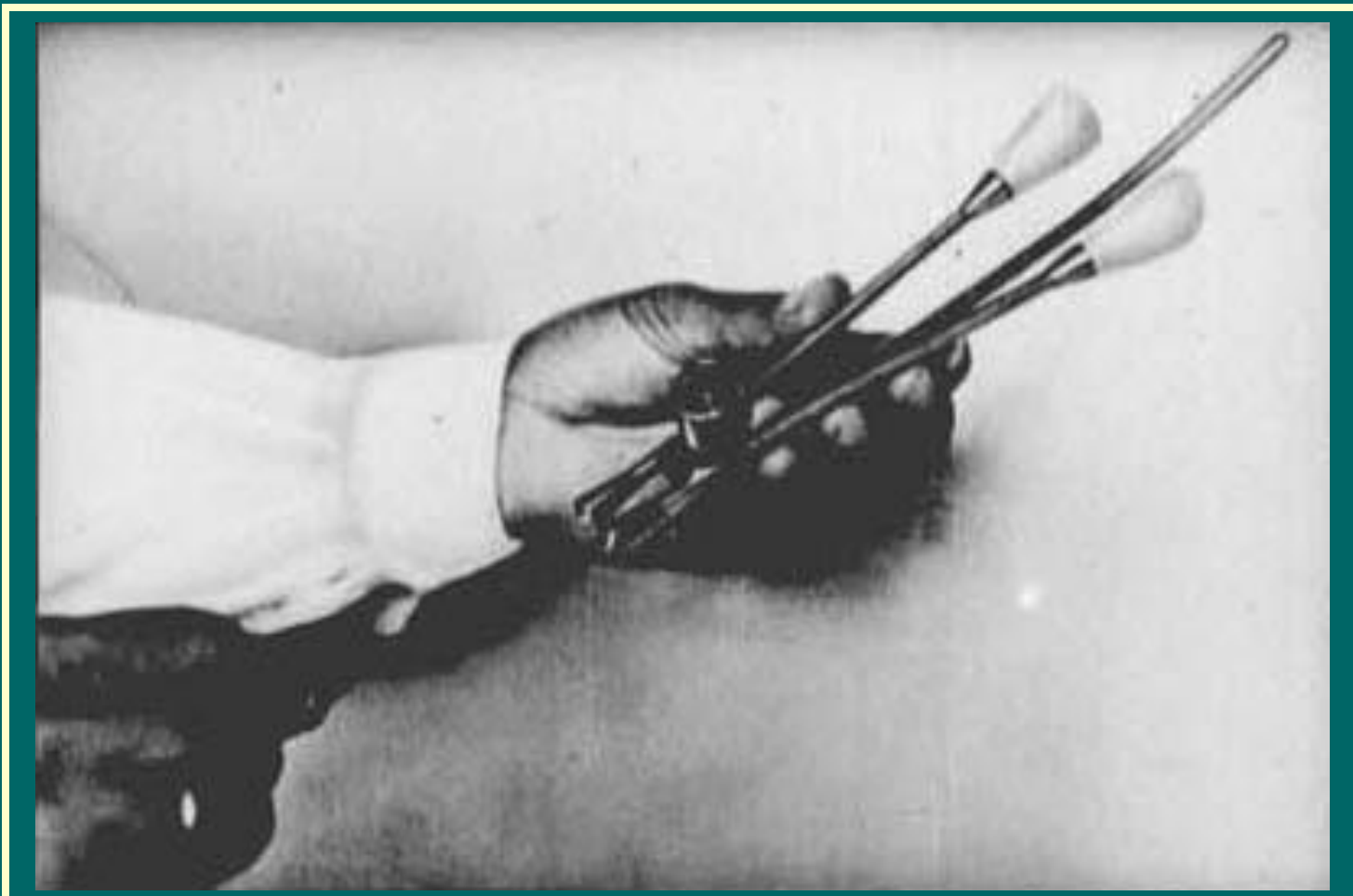
# Резиновый баллон с макросуспензией кобальта в полости мочевого пузыря



Инструменты для внутриполостного  
облучения по принципу  
последовательного введения  
аппликатора и источника излучения



Инструменты для внутрисполостного  
облучения по принципу  
последовательного введения  
аппликатора и источника излучения



# Внутриканальной метод лучевой терапии

При внутритканевом облучении радионуклидные препараты вводятся в опухоль и вокруг нее. Показан при лечении хорошо ограниченных опухолей диаметром не более 5 см и не склонных к широкой инвазии окружающих тканей, а также при наличии опухолей подвижных органов (рак кожи, губы, языка, века, рецидивы после лучевого и хирургического лечения рака различных локализаций)

Введение в опухоль радионуклида производится в операционной с соблюдением всех правил асептики

Радиохирургический метод заключается в хирургическом удалении опухоли по общепринятому способу с последующим введением радионуклида в ткани ложа опухоли

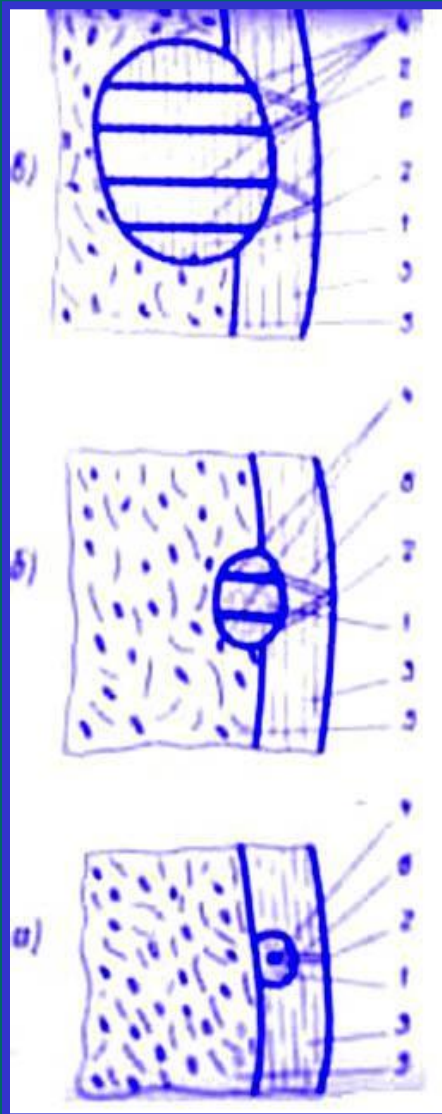
# Радиохирургический метод

является разновидностью внутритканевого облучения

Сущность его заключается в образовании доступа к опухоли и воздействии на нее радиоактивными препаратами или в облучении радиоактивными веществами ложа опухоли после ее удаления

При радиохирургическом лечении можно использовать гамма- и бетаизлучающие радиоактивные вещества

## Количество инъекций в зависимости от размеров опухоли



Расположение радиоактивной жидкости  
в метастатических опухолях различных  
размеров

- 1 - опухоль;
- 2 - место прокола кожи;
- 3 - кожа;
- 4 - радиоактивный раствор;
- 5 - подкожножировая клетчатка;
- 6 - направление иглы

**Диаметр опухоли:**

- а) до 1 см;
- б) до 2 см;
- в) 4 см



# Набор инструментов для внедрения радиоактивных бус кобальта



Спаренные полые иглы для  
внутриканевого облучения по  
принципу последовательного введения  
аппликатора и источника излучения



# Метод избирательного накопления ИЗОТОПОВ В ТКАНЯХ

Избирательное поглощение органами и тканями организма некоторых химических соединений послужили основанием для применения радионуклидов с лечебной целью

Метод избирательного накопления изотопов в тканях или внутреннее облучение осуществляется введением радионуклида в организм внутривенно, внутриартериально и через пищеварительный тракт

В настоящее время для внутреннего облучения используются коллоидные растворы:

**радиоактивного фосфора - $P^{32}$ , иода -  $J^{131}$ ,  
золота -  $Au^{198}$**