

*Лекция*

**ОСНОВЫ  
ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ**

## **ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ —**

*занимается разработкой теории и практики применения ионизирующих излучений для лечения больных с опухолевыми поражениями и некоторыми неонкологическими заболеваниями*



### **ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ —**

*клиническая дисциплина, которая является разделом медицинской радиологии*

*является одним из ведущих методов лечения больных со злокачественными новообразованиями.*

*ЛТ показана и эффективна более чем у 75% больных со злокачественными опухолями.*



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

***Ионизирующими*** называют излучения, которые при взаимодействии со средой, в том числе с тканями живого организма, превращают нейтральные атомы в ионы (частицы, несущие отрицательный или положительный электрический заряд)



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### *Ионизирующие излучения:*

1. **Корпускулярные**
2. **Фотонные (квантовые)**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

*Корпускулярные излучения –  
потоки заряженных частиц*

- ✓  $\alpha$ -частицы
- ✓ протоны
- ✓ электроны
- ✓ нейтроны



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### *Фотонные излучения –*

*потоки квантов, не имеющих заряда*

- ✓  **$\gamma$ -излучение радиоактивных изотопов**
- ✓ **характеристическое и тормозное излучение, генерируемое ускорителями электронов**



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

***Основная цель лучевой терапии –  
облучить опухоль в необходимой дозе  
при максимально возможном щажении  
здоровых тканей организма***



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

*По расположению источника излучения относительно патологического очага различают 2 группы способов облучения:*

- ✓ **Методы дистанционного облучения**
- ✓ **Методы контактного облучения**



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

***Дистанционной ЛТ*** называется лечение, в процессе которого источник излучения находится на расстоянии от 3-5 см до 1 м от поверхности тела пациента



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**Методы дистанционной ЛТ  
определяются видом и качеством ИИ:**

- ✓ **рентгенотерапия**
- ✓  **$\gamma$ -терапия**
- ✓  **$\beta$ -терапия**
- ✓ **ЛТ тормозным рентгеновским  
излучением высокой энергии**
- ✓ **облучение протонами**
- ✓ **облучение нейтронами**



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

*Рентгенотерапия –*

используется Р-излучение низких и средних энергий (40-200кВ)

источником излучения является Р-трубка, находящаяся в Р-аппарате



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ



Стационарный близкофокусный рентген-терапевтический аппарат



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ



Стационарный близкофокусный рентген-терапевтический аппарат



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

*Свойства рентгеновского излучения, которые не позволяют широко использовать Р-терапию для лечения злокачественных опухолей:*

- ✓ **создает максимум поглощенной дозы на поверхности (коже). Величина дозы быстро падает с глубиной**
- ✓ **толерантная доза кожи к Р-излучению небольшая (30-35 Гр)**
- ✓ **большой вклад рассеянного излучения**
- ✓ **небольшая проникающая способность**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

***R-терапия применяется для лечения:***

- ✓ поверхностных новообразований кожи***
- ✓ неопухолевых заболеваний***



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

## Облучение тормозным Р-излучением высокой энергии (25 МэВ)

- ✓ источниками являются линейные ускорители электронов (ЛУЭ), синхротрон, бетатрон.
- ✓ максимум поглощенной дозы находится глубоко в тканях (3-5 см от поверхности)
- ✓ используется для облучения глубоко расположенных опухолей (рак пищевода, ЦНС, мочевого пузыря, легкого и др.)



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

## Облучение быстрыми электронами (20-30МэВ)

- ✓ источники электронов – ЛУЭ, бетатрон
- ✓ максимум поглощенной дозы – на глубине 7-10 см от поверхности. Величина дозы быстро падает с глубиной
- ✓ в основном, используется для лечения опухолей, расположенных рядом с критическими органами (облучение грудной стенки после мастэктомии, задних шейных ЛУ над спинным мозгом, для уменьшения дозы на сердце при облучении загрудинных ЛУ и др.)



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ



Медицинский линейный ускоритель  
электронов **ЛУЭР-20М**



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### *γ-терапия*

- ✓ **Источник излучения – кобальт 60 (физ. период полураспада 5,3 года; энергия γ-лучей 1,17-1,33 МэВ)**
- ✓ **Максимум поглощенной дозы находится прямо под поверхностными слоями кожи, в дальнейшем величина дозы падает (1см мягких тканей ослабляет γ-лучи Co-60 на 5%)**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ



Аппарат «АГАТ–Р», для проведения  
лучевой терапии



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### **Показания для дистанционной $\gamma$ -терапии:**

- ✓ для лечения с радикальной, паллиативной и симптоматической целью опухолей внутренних органов**
- ✓ может быть использована для облучения поверхностных опухолей (тангенциальное облучение)**
- ✓ для лечения неопухолевых заболеваний**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### Облучение протонами

- ✓ это тяжелые заряженные частицы, которые ускоряются с помощью цикло- и синхроциклотрона
- ✓ энергия излучения от 160 до 1000 МэВ
- ✓ максимум ионизации находится в конце пробега частиц (пик Брегга)
- ✓ применяется для лечения внутричерепных образований и радиорезистентных опухолей небольшого размера
- ✓ можно одномоментно облучать дозами 100-200 Гр



### Облучение нейтронами

- ✓ Проводится в 31 центре в мире, где есть генераторы нейтронов
- ✓ применяется для лечения радиорезистентных опухолей, саркомы костей
- ✓ Терапевтический эффект достигается только ценой лучевых повреждений



### **Дистанционная ЛТ**

**может осуществляться в:**

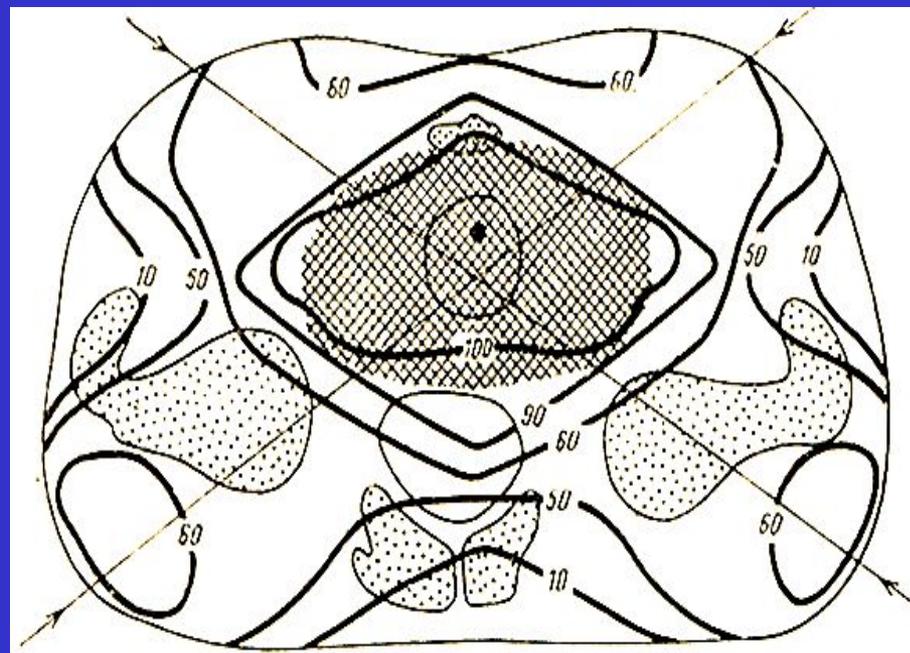
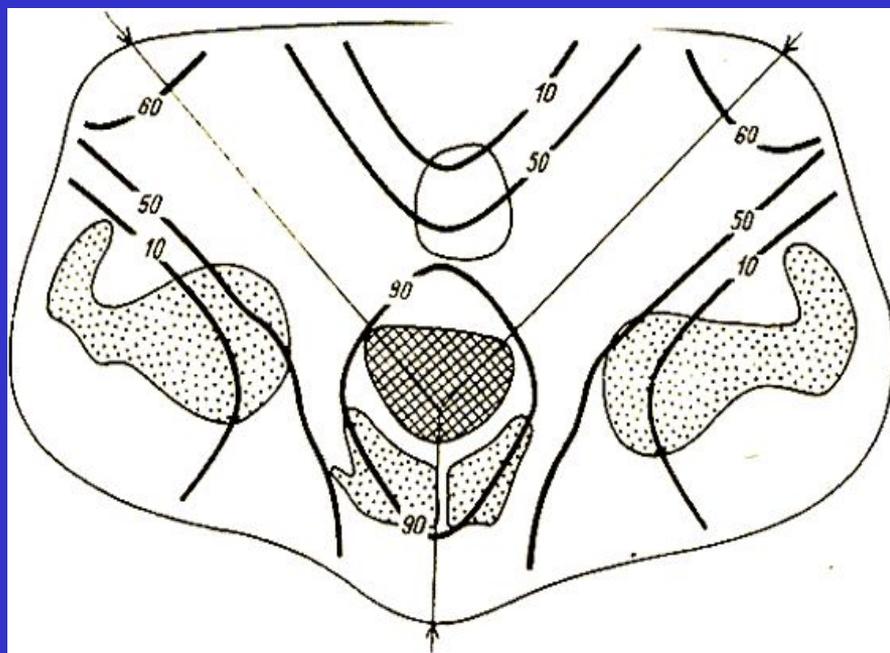
- ✓ статическом режиме (источник излучения и больной неподвижны)**
- ✓ подвижном режиме (источник излучения двигается по дуге относительно тела больного)**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**Статическое облучение может быть одно- и многопольным**

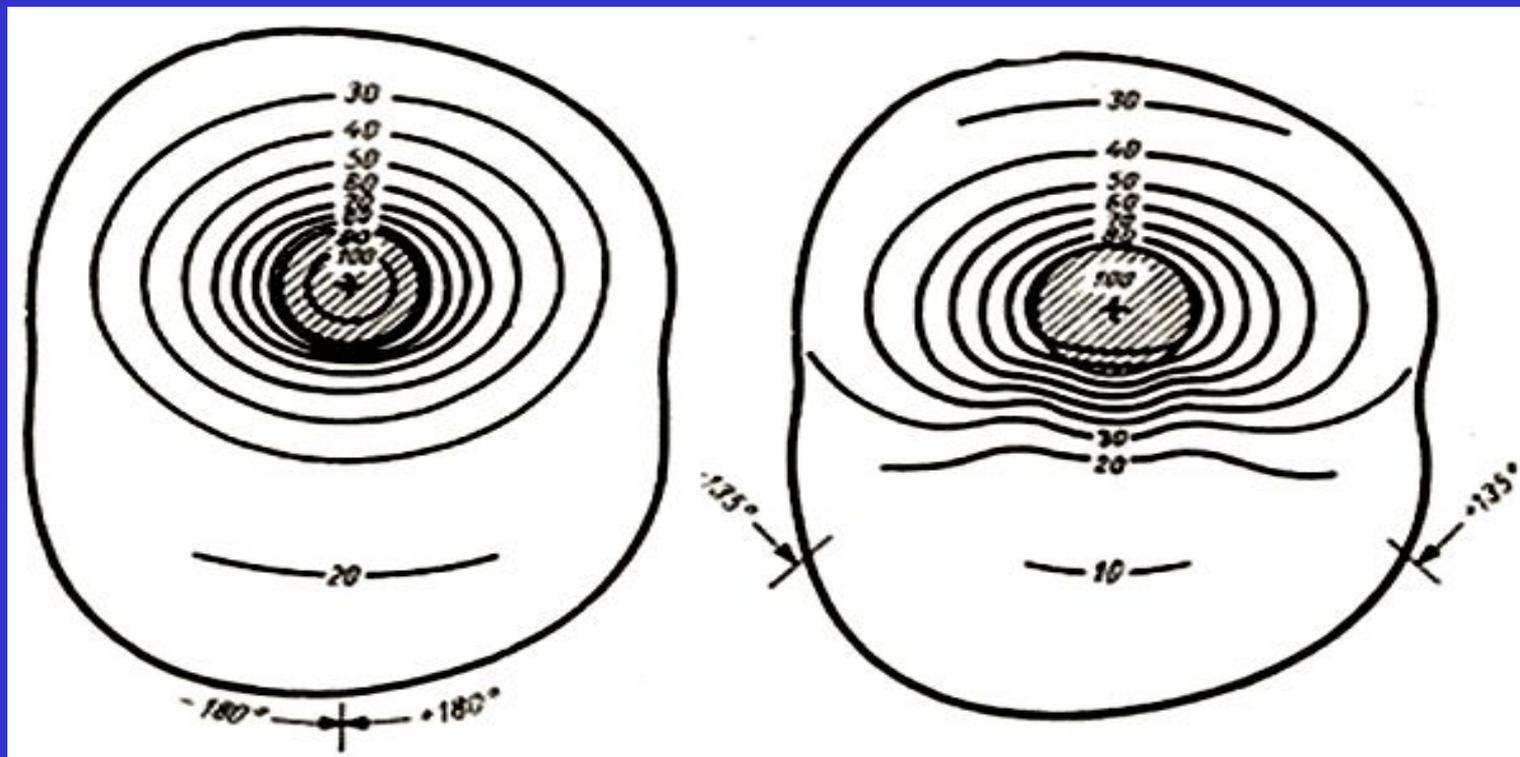




## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

- ✓ Круговое облучение (угол вращения  $360^\circ$ )
- ✓ Маятниковое или секторное (угол качания меньше  $360^\circ$ )

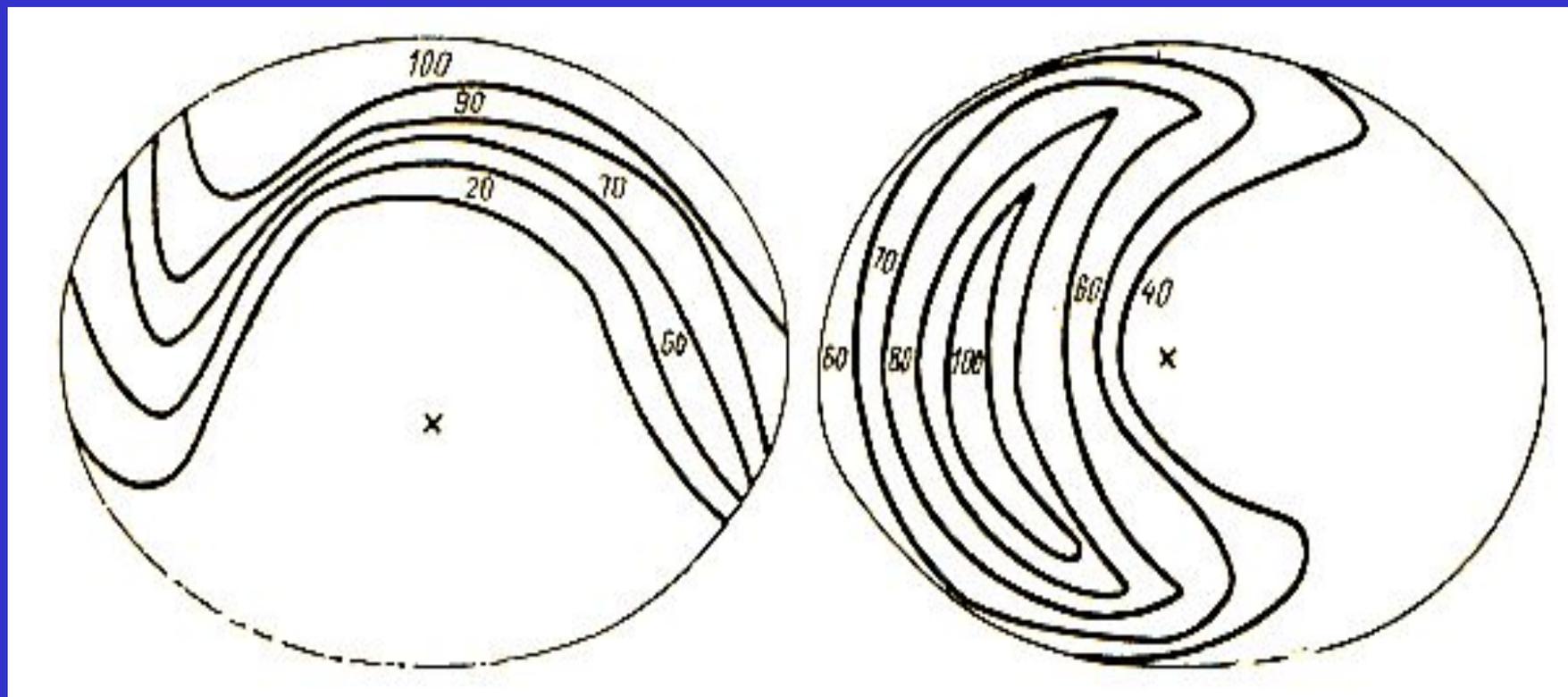




# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

✓ **Эксцентрическое (шелевидное) облучение**  
(радиус качания составляет с центральным лучом определенный угол отклонения)





# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**Контактные методы облучения  
(источник ИИ находится на расстоянии  
менее 30 см от облучаемого объекта)**

- ✓ **Аппликационная ЛТ**
- ✓ **Внутриполостное облучение**
- ✓ **Внутриканевая ЛТ**

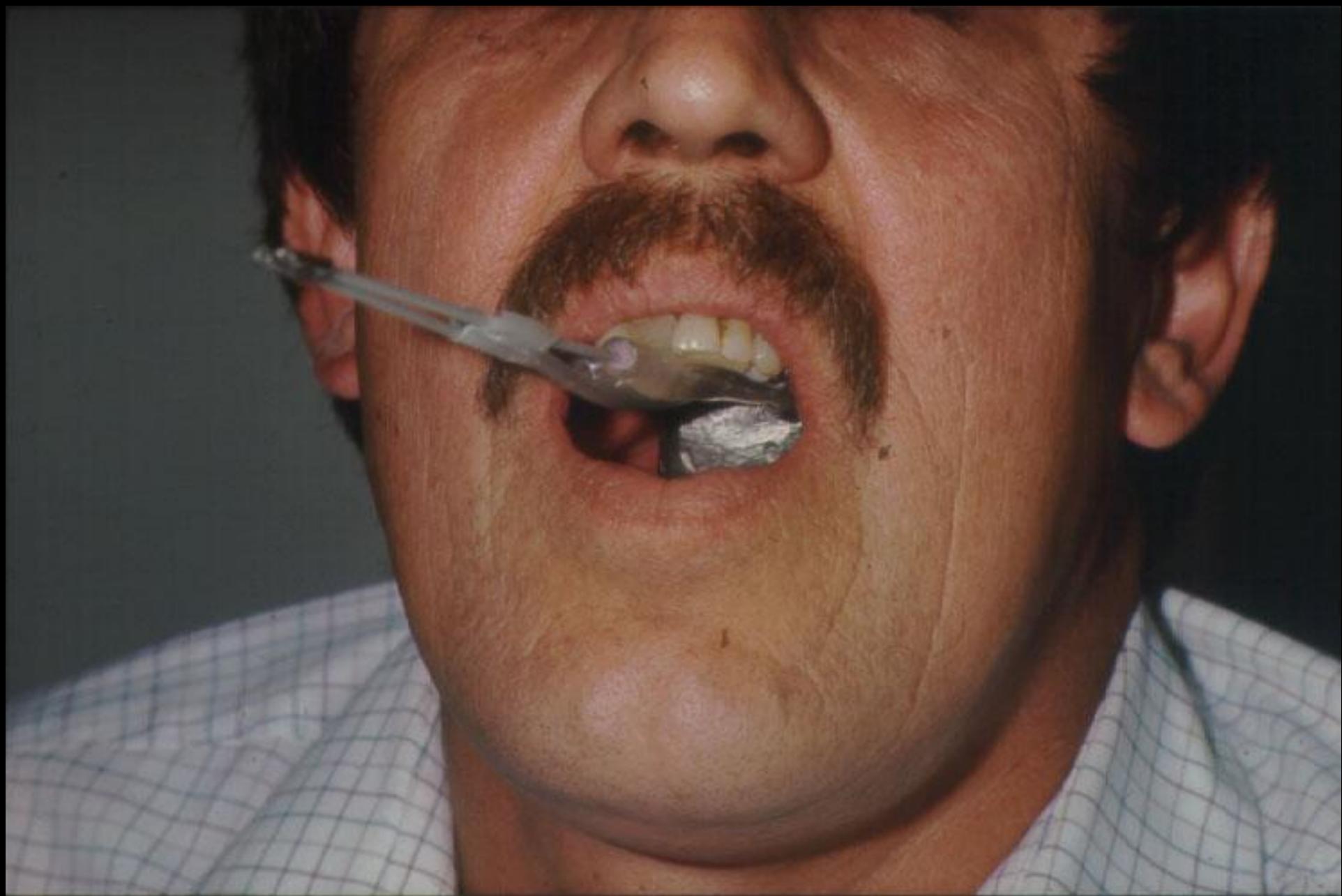


## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**При аппликационной ЛТ источники ИИ помещаются непосредственно на поверхности тела больного без нарушения целостности тканей**

- ✓β-аппликаторы, содержащие  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  (лечение офтальмологических заболеваний)**
- ✓γ-аппликаторы, содержащие препараты  $Co^{60}$  (лечение рака кожи, губы, слизистой полости рта)**





# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### *Внутриполостное облучение*

производят путем введения источника излучения в естественные полости (полость рта, матки, пищевод, прямая кишка)



### *Внутриполостное облучение*

Используются шланговые аппараты, позволяющие автоматизированным способом размещать источники вблизи опухоли и осуществлять ее прицельное облучение

- ✓ «Агат-В», «Агат-ВУ» - источник  $\text{Co}^{60}$
- ✓ «Селектрон» - источник  $\text{Cs}^{137}$
- ✓ «Анет-В» и др.





Bitte  
Zutritt vermeiden









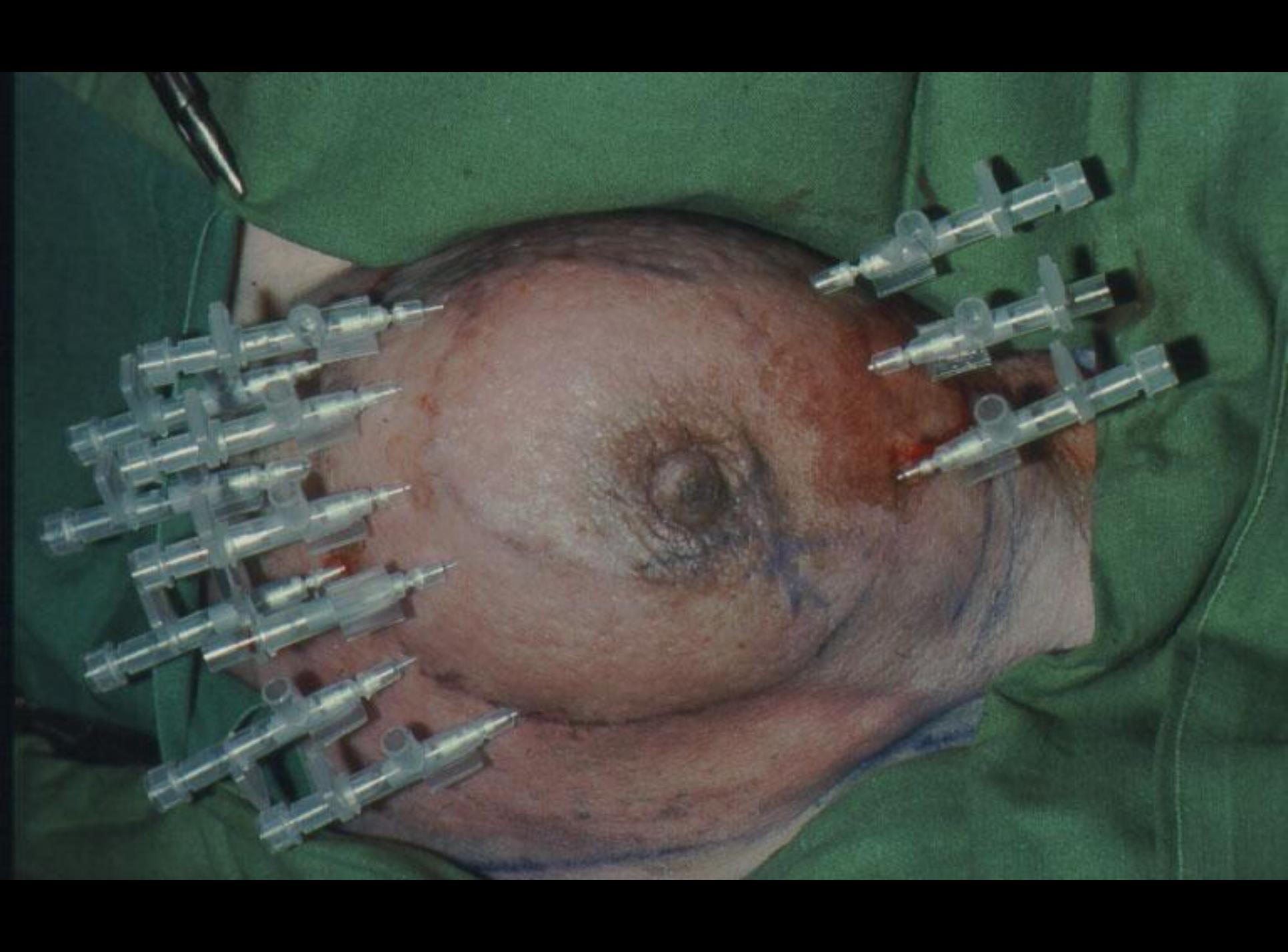
# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

### *Внутриканевая ЛТ*

**Введение непосредственно в опухоль или размещение на ее поверхности игл, гранул, проволоки, содержащих радиоактивные источники**





## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

## Способы модификации радиочувствительности

Применяются для повышения эффективности лучевой терапии

- ✓ Оксигенотерапия (использование кислородной маски во время сеанса облучения)
- ✓ Оксигенорадиотерапия (в барокамере)
- ✓ Гипоксирадиотерапия (вдыхание гипокси-ческой газовой смеси)
- ✓ Терморрадиотерапия (применение СВЧ или введение пирогенала)
- ✓ Гипергликемия (введение больших доз глюкозы)



### *Виды лучевого лечения*

- ✓ **Радикальное – излечение**  
*(облучение первичной опухоли и зон лимфогенного метастазирования)*
- ✓ **Паллиативное – продление жизни**  
*(приостановить рост опухоли, уменьшить ее в размерах)*
- ✓ **Симптоматическое - устранение отдельных симптомов, отягощающих состояние больного**  
*(боль, синдром сдавления верхней полой вены)*



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

*ЛТ может применяться как:*

- ✓ Самостоятельный метод лечения
- ✓ В комбинации с операцией, химио- и гормонотерапией
- ✓ Сочетанная ЛТ – сочетание двух или более методов ЛТ (дистанционная+внутриполостная)



### **Варианты ЛТ в комбинации с оперативным вмешательством:**

#### **1. Предоперационная ЛТ**

##### **Задачи:**

- ✓ **Разрушение радиочувствительных и понижение жизнеспособности оставшихся опухолевых клеток**
- ✓ **Устранение воспалительных явлений в опухоли и вокруг нее**
- ✓ **Облитерация мелких сосудов, ведущая к уменьшению опасности метастазирования**



### *Варианты ЛТ в комбинации с оперативным вмешательством:*

#### 2. Интраоперационное облучение

*В процессе операции на ложе опухоли одномоментно подводится доза 15-20 Гр (предпочтительнее быстрых электронов)*

#### 3. Послеоперационная ЛТ

*Цель: уменьшить риск возникновения локального, регионарного рецидива, отдаленных метастазов*



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

*Показания к ЛТ опухолевых заболеваний:*

- наличие гистологически верифицированной злокачественной опухоли



### **Противопоказания к ЛТ опухолевых заболеваний:**

- ✓ **Раковая кахексия**
- ✓ **Лучевая болезнь**
- ✓ **Декомпенсированные заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной систем, печени, почек**
- ✓ **Психические заболевания**
- ✓ **Туберкулез**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

---

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**Лучевая терапия при лечении  
неопухолевых заболеваний  
используется при отсутствии эффекта  
от других лечебных мероприятий**



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

## ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**Эффективность ЛТ неопухолевых заболеваний объясняется следующими радиационными эффектами:**

- ✓ **противовоспалительный**
- ✓ **анальгезирующий**
- ✓ **десенсибилизирующий**
- ✓ **антиспастический**
- ✓ **антисекреторный**



### **Противопоказания к ЛТ неопухолевых заболеваний:**

- ✓ **Общее тяжелое состояние больного**
- ✓ **Лучевая болезнь в анамнезе**
- ✓ **Лейкопения, тромбоцитопения, выраженная анемия**
- ✓ **Туберкулез**
- ✓ **Психические заболевания с потерей ориентации во времени и пространстве**
- ✓ **Беременность и детский возраст**



## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАДИОЛОГИИ

### ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

## Показания к ЛТ неопухолевых заболеваний:

- ✓ Воспалительные (в т.ч. гнойные) заболевания хирургического профиля (фурункулы, карбункулы, абсцессы, флегмоны, панариции)
- ✓ Дегенеративно-дистрофические заболевания костно-суставного аппарата (артрозы, остеохондрозы, бурситы, РА)
- ✓ Воспалительные заболевания нервной системы (невриты, невралгии, плекситы)
- ✓ Дерматология (хр. дерматозы, келлоидные рубцы и др.)
- ✓ Офтальмология (кератиты, отечный экзофтальм и др.)