



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Физические основы лучевой терапии.

Выполнила студентка \_\_\_\_\_

**Лучевая терапия** - это вид лечения, при котором происходит передача энергии ионизирующего излучения в ткани человека, длящаяся доли секунды и приводящая к целой цепи биофизических, функциональных и морфологических изменений в клетках и тканях организма.



**Ионизирующее  
излучение**



**Повреждение  
хромосомного  
аппарата ядра**



**в результате одни клетки погибают, а в  
других влияние лучевой терапии  
ограничивается торможением  
митотической активности.**



# Методы облучения

## Дистанционное

Источник находится на расстоянии от больного, и пучок лучей проходит через поверхность тела.

## Контактное

Источник ионизирующего облучения непосредственно соприкасается с опухолью, т.е. препарат накладывают на пораженный участок, либо вводят в опухоль в виде радиационных игл.

## Статическое

Источник излучения и облучаемый объект на протяжении сеанса лучевой терапии неподвижны.

## Ротационное

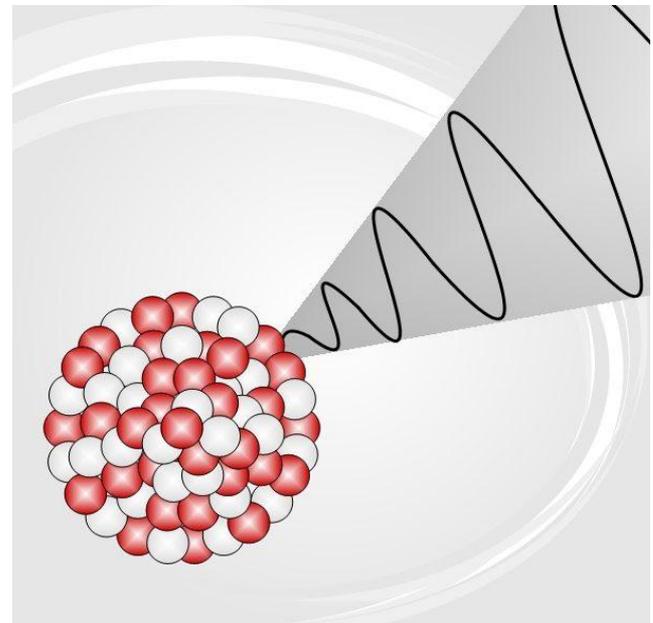
Источник ионизирующего излучения перемещается по окружности вокруг очага поражения.



## Источники излучения

Для дистанционного облучения используют гамма- и рентгеновские лучи, быстрые электроны, протоны и другие радиоактивные частицы, контактное осуществляется с помощью гамма излучения.

Источниками ионизирующего излучения служат гамма- и рентгенотерапевтические установки, бетатроны, медицинские ускорители электронов, ядерные реакторы.



- Наибольшее распространение для лечения злокачественных новообразований получило **гамма-излучение радиоактивным кобальтом (Co)**. Оно дает равномерное облучение костной, жировой, мышечной и других тканей различной плотности.
- **Рентгеновские лучи** характеризуются меньшей проникающей способностью и большим повреждающим действием на кожу. Поэтому рентгенотерапия для лечения глубоко расположенных опухолей не применяется.
- Ее используют в виде **близкофокусной рентгенотерапии** для лечения новообразований поверхности тела.



## Методы дистанционной ЛТ

- **Рентгенотерапия.** Используется рентгеновское излучение низких и средних энергий (40-200 кВ). Источником излучения является рентгеновская (вакуумная) трубка, находящаяся в рентгеновском аппарате (РУМ-17, РУМ-7, РУМ-21). Рентгеновское излучение - это электромагнитные волны (т. е. излучение испускается отдельными порциями - фотонами). Чем меньше длина волны, тем больше энергия фотона. Спектр рентгеновского излучения сплошной, т. е. в пучке энергия фотонов варьирует от нулевой до максимальной.

Аппарат типа «РУМ-17»



- **Облучение тормозным рентгеновским излучением высокой энергии (25 МэВ).** Источниками этого излучения являются линейные ускорители электронов (ЛУЭ), синхротрон, бетатрон. Максимум поглощенной дозы находится глубоко в тканях (на расстоянии 3-5 см от облучаемой поверхности в зависимости от энергии излучения). Используется для облучения глубоко расположенных опухолей (рак пищевода, центральной нервной системы, мочевого пузыря, легкого и др.)



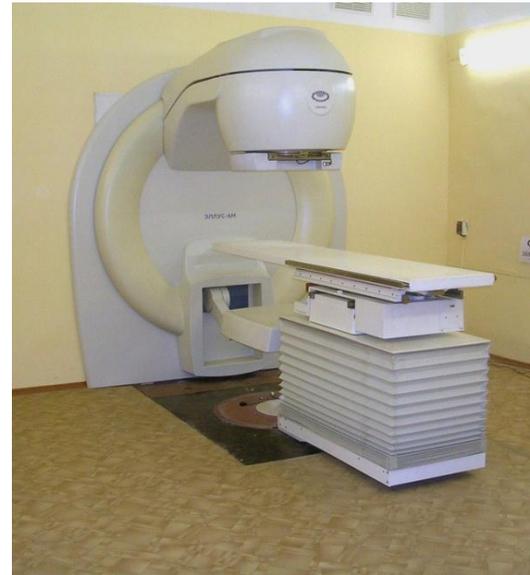
Линейный ускоритель  
ЛУЭР – 20 М



- Облучение быстрыми электронами -  $\beta$ -терапия (20-30 МэВ). Источники электронов - ЛУЭ, бетатрон, микротрон. Максимум поглощенной дозы находится на глубине эффективного пробега электронов (эффективный пробег равен  $1/3$  максимальной энергии), т. е. 7-10 см от облучаемой поверхности тела. Величина дозы быстро падает с глубиной. В основном используется для повторной ЛТ или для лечения опухолей, расположенных рядом с критическими органами.



- **Дистанционная  $\gamma$ -терапия.** В качестве источника излучения используется радионуклид (цезий 137, а в настоящее время преимущественно кобальт 60).
- В нашей стране выпускаются следующие аппараты для  $\gamma$ -терапии: "ЛУЧ-1", "Рокус-М" (ротационно-конвергентная установка), "АГАТ-С" (статический), "АГАТ-Р" (ротационный), "АГАТ-В" (внутриполостной). Более современными являются "АГАТ-Р<sub>1</sub>" и "АГАТ-Р<sub>2</sub>".



- **Облучение протонами.** Это тяжелые заряженные частицы, которые ускоряются с помощью цикло- и синхроциклотрона. Энергия излучения - от 160 до 1000 МэВ. В отличие от фотонных ИИ при облучении протонами максимум ионизации (максимум поглощенной дозы) находится в конце пробега частиц (пик Брегга). Облучение протонами применяется для ЛТ внутричерепных образований небольшого размера, а также для лечения радиорезистентных опухолей с малым диаметром. С помощью протонных пучков удастся одномоментно облучать строго ограниченные объемы тканей дозами 100-200 Гр.
- **Облучение нейтронами.** Проводится в 31 центре в мире, где есть генераторы нейтронов. Применяется для ЛТ радиорезистентных опухолей, саркомы костей, мягких тканей. Терапевтический эффект достигается только ценой лучевых повреждений.



## Методы контактной ЛТ

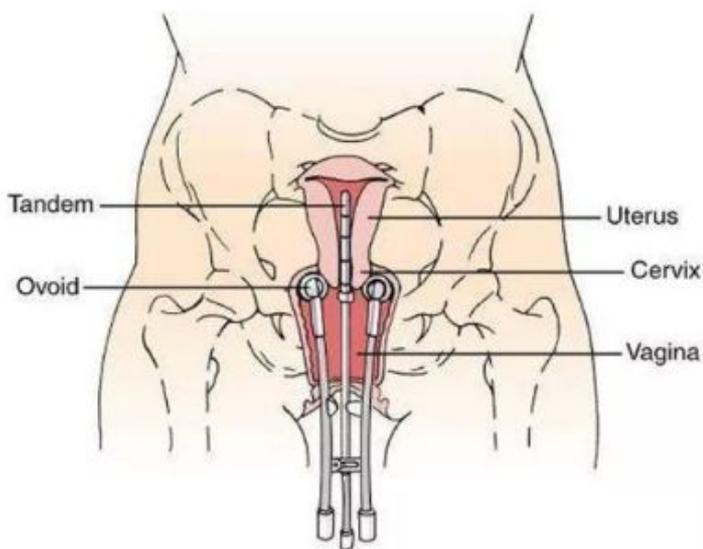
- **Аппликационная ЛТ.** Источники излучения помещаются непосредственно на поверхности тела больного без нарушения целостности тканей. Источник излучения представляет собой излучающую поверхность, имеющую различные формы, размеры и кривизну. В настоящее время используются  $\beta$ -аппликаторы, содержащие  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Y}^{90}$ ,  $\gamma$ -аппликаторы содержат препараты  $\text{Co}^{60}$ . Аппликационная ЛТ выполняется в течение 5-10 дней, причем ежедневные процедуры проводятся в течение нескольких часов.



# Методы контактной ЛТ

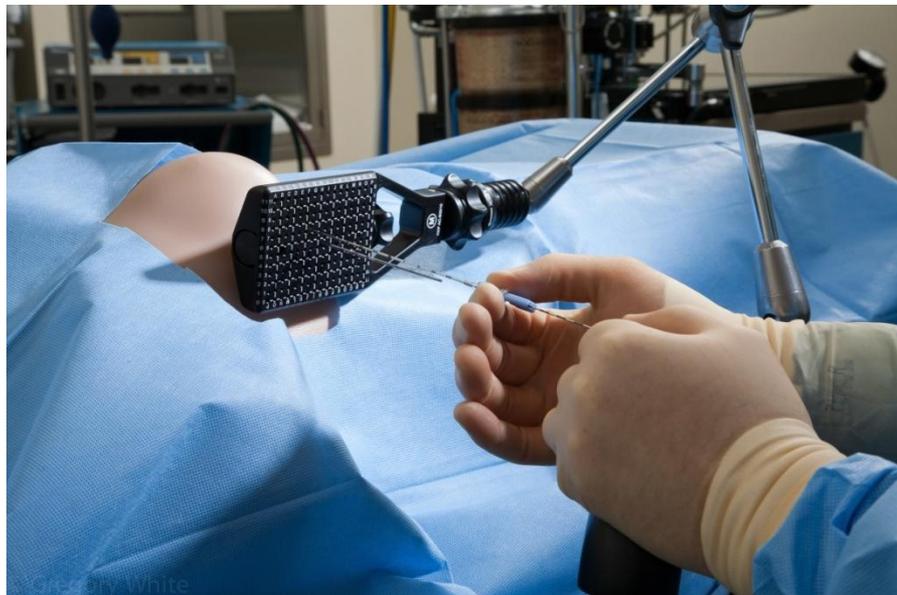
**Внутриполостной метод облучения** предназначен для подведения высокой поглощенной дозы к опухоли, расположенной в стенке полого органа, при максимальном щажении окружающих тканей.

## Внутриполостная лучевая терапия



## Методы контактной ЛТ

**Внутриканальное облучение.** В этом случае радиоактивный препарат вводят непосредственно в ткань опухоли. Облучение ее происходит непрерывно, вследствие чего его воздействию подвергаются опухолевые клетки во все фазы клеточного цикла. Для постоянной имплантации используют радионуклиды с коротким периодом полураспада –  $^{198}\text{Au}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{125}\text{I}$ , обладающие сравнительно низкой энергией излучения.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Спасибо за внимание!

[www.mrsu.ru](http://www.mrsu.ru)