



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Радиобиологические основы лучевой терапии.

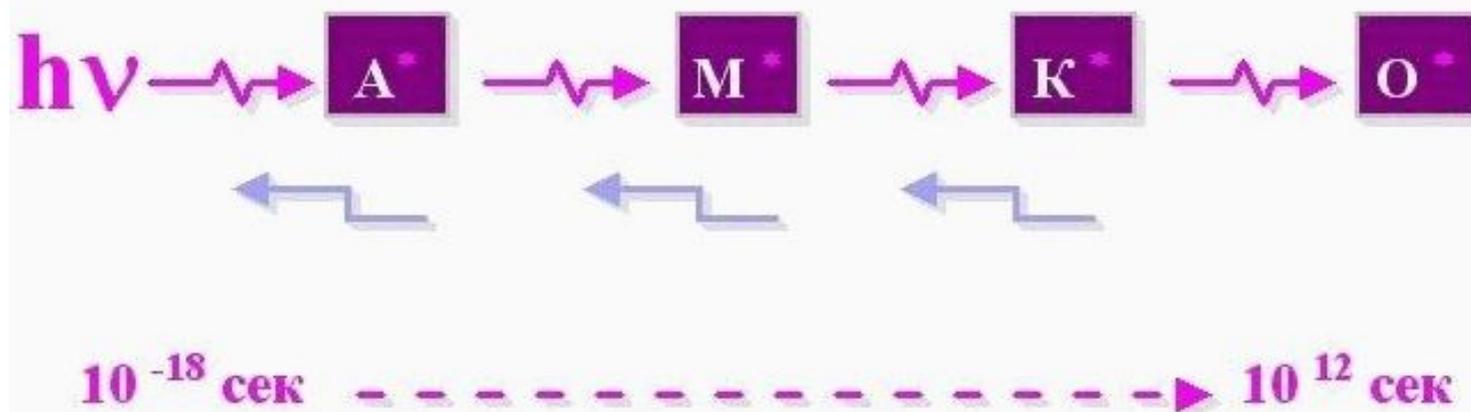
Выполнила студентка \_\_\_\_\_

**Целью лучевой терапии** - является уничтожение клеток, составляющих опухоль.

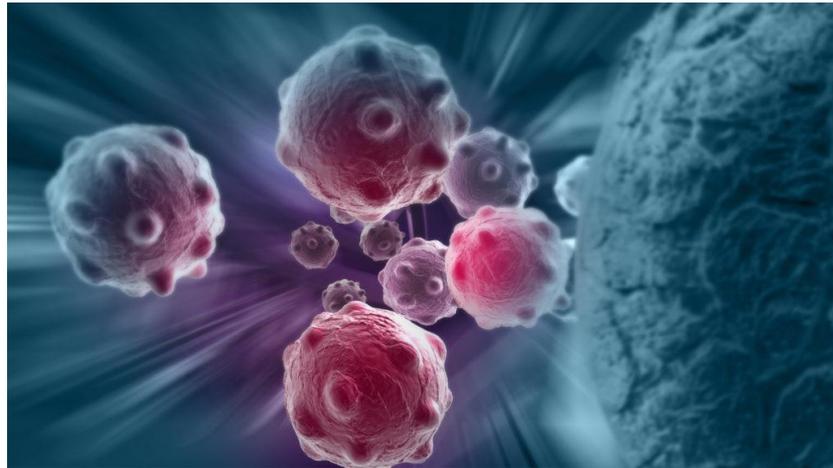


## Радиобиологический эффект

- Формируется после действия облучения последовательно на различных уровнях (атомарном, молекулярном, клеточном, органном).
- Изменения на первых трех уровнях обратимы.



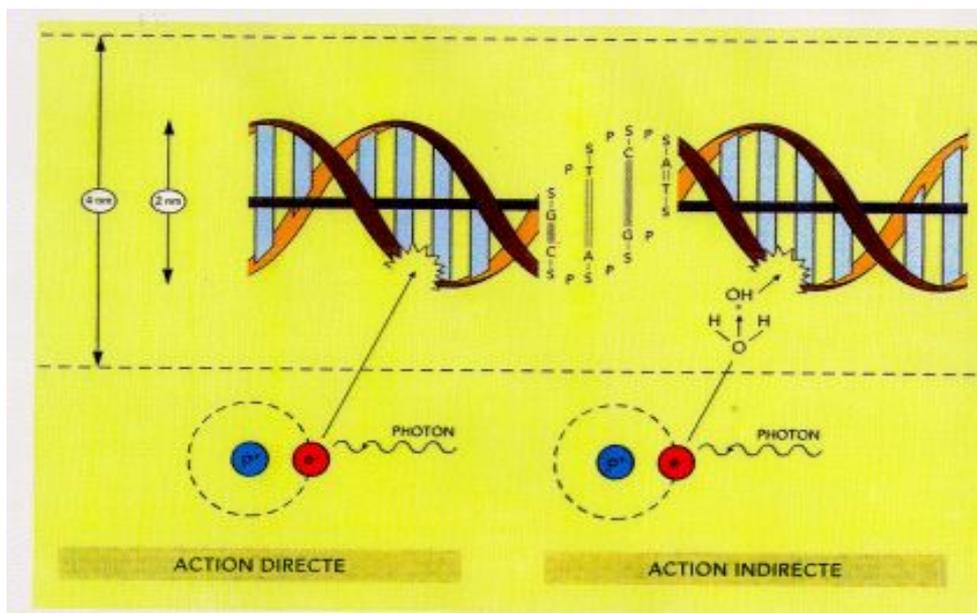
- Ионизирующее излучение взаимодействует с молекулами воды, формируя пероксиды и свободные радикалы поэтому чем более активны метаболические процессы в клетке, тем более сильное повреждающее воздействие оказывает на неё радиация
- Опухолевые клетки являются активно делящимися и быстро растущими.
- Чем опухолевые клетки более активны, тем больше повреждающее действие излучения.



В основе первичных радиационно-химических изменений молекул лежат два механизма:

- Прямое действие, когда молекула повреждается при непосредственном взаимодействии с облучением.
- Непрямое действие, когда молекула получает энергию путем передачи от другой молекулы

Поражающее действие зависит от проникающей способности, количества поглощенной энергии и ее распределения.



## Особенности биологического действия ионизирующего излучения

- Отсутствие химической тропности, т.е. избирательного действия. ИИ может взаимодействовать с любыми атомами и молекулами.
- Мгновенное поглощение энергии ИИ атомами и молекулами.
- Обязательная деструкция атомов и молекул после поглощения энергии.
- Одновременность действия на разные структуры организма (клетки, ткани, органы), что обусловлено проникающей способностью ИИ.
- Исключительным несоответствием между крайне низкой величиной поглощенной энергии и чрезвычайно выраженной реакцией биологических объектов на облучение.



## Выделяют 5 R (R) лучевой терапии

- Радиочувствительность (Radiosensitivity)
- Репарация (Repair)
- Репопуляция (Repopulation)
- Распределение (Redistribution)
- Реоксигенация (Reoxygenation)



## Исходная радиочувствительность опухоли

- Радиочувствительные опухоли - они после облучения исчезают полностью без некроза окружающей соединительной ткани
- Радиорезистентные опухоли – не резорбируются при дозах, разрушающих соединительную ткань

Радиочувствительность опухоли зависит от:

- ее гистологического строения
- дифференцировки опухолевых клеток
- количества пролиферирующих клеток
- длительности митотического цикла
- кровоснабжения
- насыщения кислородом
- характера роста
- размеров опухоли



# Репарация

Репарация - исправление поврежденной ДНК

**Быстрорепазирующие опухоли**

**Медленнорепазирующие опухоли**

- Скорость репарации разных тканей и разных опухолей не одинакова
- Эффективность репарации уменьшается при фракционировании дозы (когда общая доза излучения разделена на несколько меньших доз в течение нескольких дней)



# Репопуляризация

Гибель клеток в  
результате ИИ



процесс ускоренного размножения  
оставшихся клеток



увеличение пролиферативного пула и  
сокращение клеточного цикла

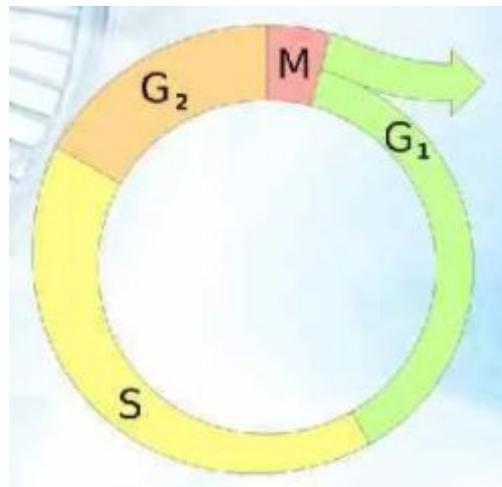


восстановление первоначального  
объема опухоли



## Распределение.

- Поскольку раковые клетки находятся в различных фазах клеточного цикла, использование фракционированных доз дает большую вероятность того, что данная клетка будет облучена в тот момент, когда она является наиболее уязвимой.
- Наибольшая радиочувствительность клетки в фазе митоза, а также в предсинтетическом периоде (G<sub>1</sub>).



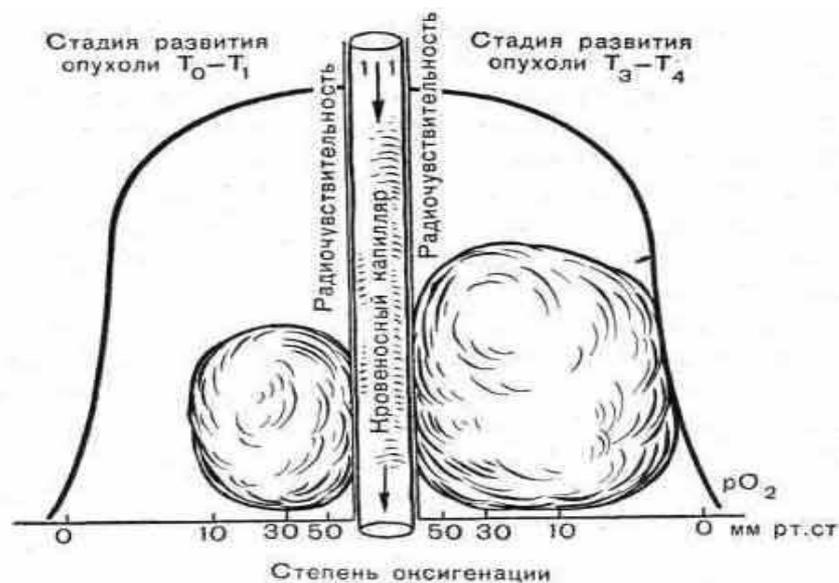
## Реоксигенация.

- Реоксигенация – это комплексный процесс, связанный с гибелью части опухолевой популяции и включающий такие факторы, как увеличение кровотока вследствие уменьшения давления ткани на вены и лимфатические протоки, повышение давления плазмы между капиллярами и возрастание плотности капиллярной сети.



## Кислородный эффект.

- Кислородный эффект - явление, при котором уменьшение содержания кислорода в среде сопровождается ослаблением лучевого поражения, а увеличение содержания кислорода до определенного предела усиливает эффект облучения.
- Коэффициент кислородного усиления колеблется в диапазоне от 1 до 3.
- Этот эффект объясняется взаимодействием кислорода с первичными продуктами радиолитического распада воды, что приводит к появлению супероксидного анион-радикала  $O_2^-$  и гидроперекисного радикала  $HO_2^-$ .



## Степень оксигенации.

- T0 – T1 – ранние стадии развития первичной опухоли, когда рост ее стромы и питающих сосудов идет параллельно. Все опухолевые клетки в этот период хорошо снабжаются кровью и по концентрации кислорода в них (по оксигенации) мало отличаются от нормальной ткани. Такую опухоль можно рассматривать как хорошо оксигенированную, и клеточная радиочувствительность ее близка к максимальной.
- T3 – T4 – поздние стадии развития первичной опухоли, когда нарушается пропорциональность между увеличивающейся массой опухолевой ткани и питающей ее стромой. Ослабление кровоснабжения опухоли ведет к снижению ее оксигенации. Появляются участки опухоли, в которых напряжение кислорода близко к нулю





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Спасибо за внимание!

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