

# ОСНОВИ РАДИОТЕРАПИЈЕ

# КРАТАК ИСТОРИЈАТ РАДИОТЕРАПИЈЕ

Прва документована примена јонизућег зрачења у радиотерапији-јануар 1896: Емил Грубе (Чикаго) је помоћу рентгенског зрачења третирао рекурентни канцер дојке.

1898. Пјуси: позитивни ефекти примене ЈЗ у третману хипертрихозе и акни

1898. Фројнд: X-зрачење искоришћено у третману бенигних промена (педијатријски невус и *lupus vulgaris*)

1898. Вилијамс X-зрачење искоришћено за третман канцера доње усне.

1900. Увођење мера заштите за особље (оловна заштита) и филтрације зрачења

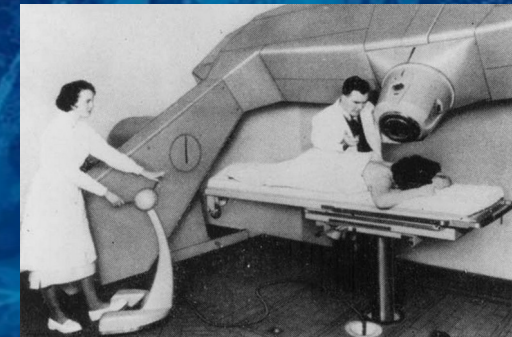
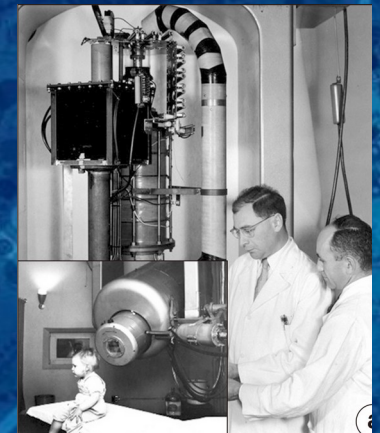
# КРАТАК ИСТОРИЈАТ РАДИОТЕРАПИЈЕ

- 1899. први пут примењен облик фракционисане радиотерапије. Стенбек је применио 100 мањих озрачивања у периоду од 9 месеци у третману ВСС носа. Пацијенткиња је излечена и доживела дубоку старост.
- 1904. Прва документована примена брахитерапије: третман канцера грлића материце убацивањем радијума у шупљину материце
- 1907. Третман ангиома укрштеним сноповима зрачења из радијумског извора



# КРАТАК ИСТОРИЈАТ РАДИОТЕРАПИЈЕ

- 1913. Кулицова развио радиотерапијску Рентгенску цев са већом енергијом. Промовисао примену филтрације снопа зрачења.
- 1920. Телекири терапија из радијумског извора („радијумске бомбе“). Мана дуго време озрачивања.
- 1935. Лондон прва цев за генерисање X-зрачења енергије 600 kV.
- 1933. први клинички 2 MeV Ван дер Граф генератор
- Милард (Philips) први LINAC са двоструком ротацијом (таласовод дужине 1 m, изоцентрично подешавање и 2 MV магнетрон

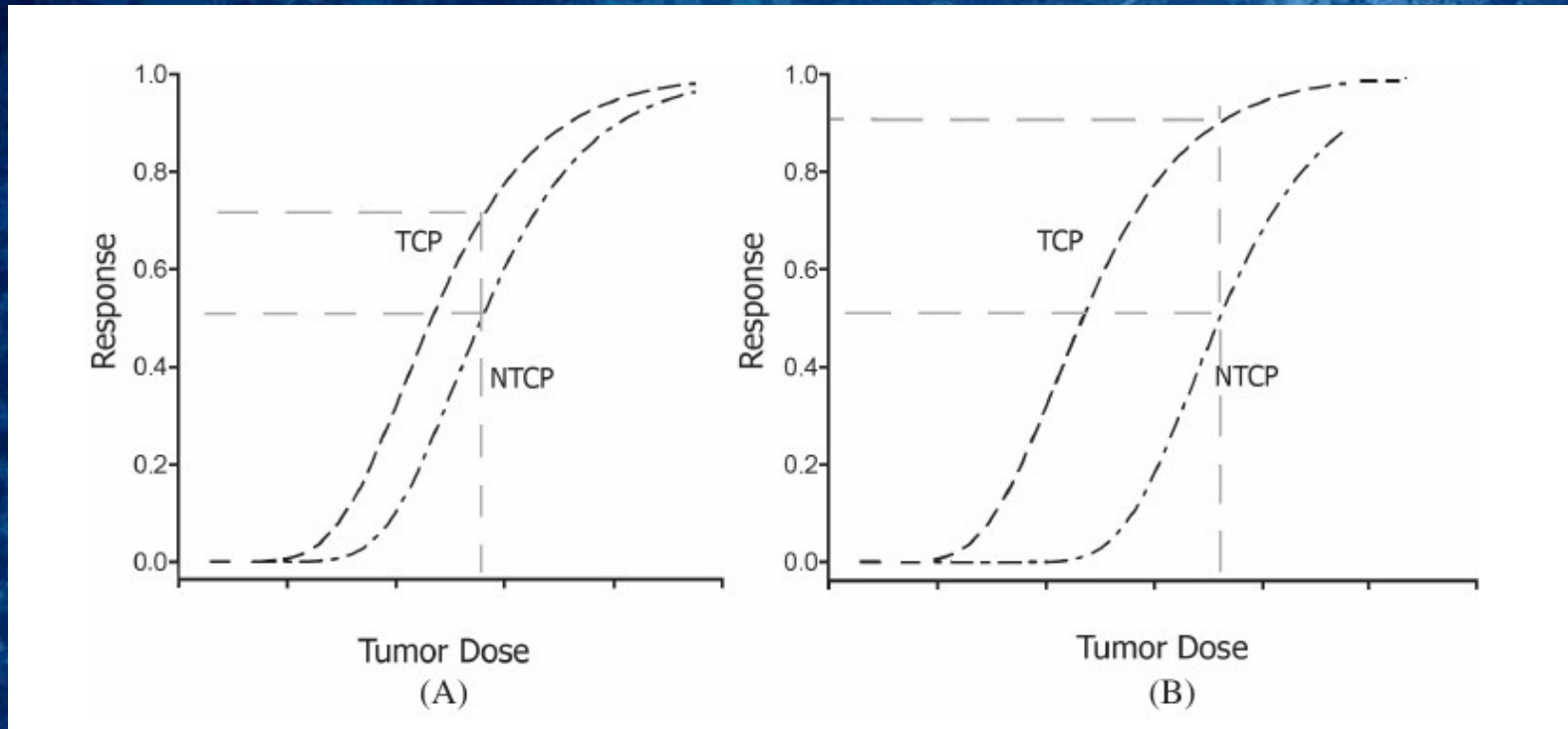


# КРАТАК ИСТОРИЈАТ РАДИОТЕРАПИЈЕ

- 1966. Први уређај са двоструким фотонским снопом (Siemens)
- 
- 1990. Varian уређај за телетерапију
- 
- 1994. Први уређај за томотерапију
- 
-

# Циљ радиотерапије

- Локална контрола тумора и максимално могућа поштеда околног здравог ткива



NTCP -  
вероватноћа  
компликација у  
нормалном  
ткиву

TCP –  
вероватноћа  
компликација  
за тумор

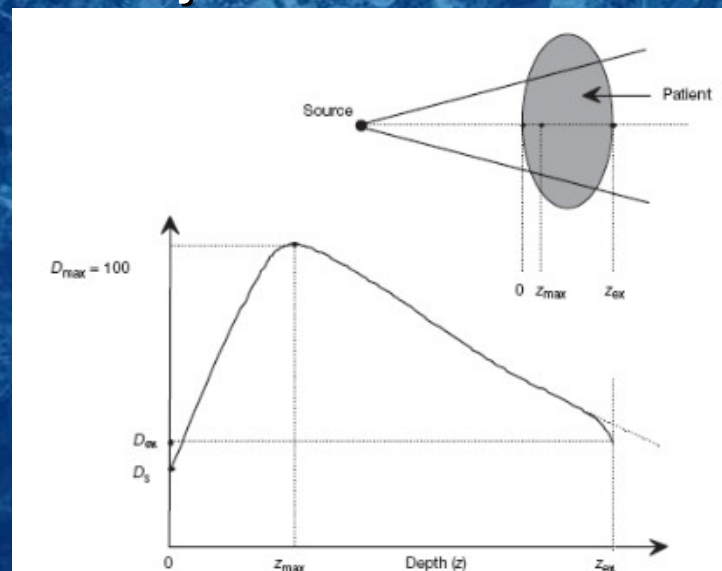
$$S = e^{-\left[\alpha nd + (\alpha nd) \left(\frac{\beta}{\alpha} d\right)\right]} = e^{-\alpha D \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} d\right)}$$

$$TCP = \exp \left\{ -N_0 e^{-\alpha D \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} d\right)} \right\}$$

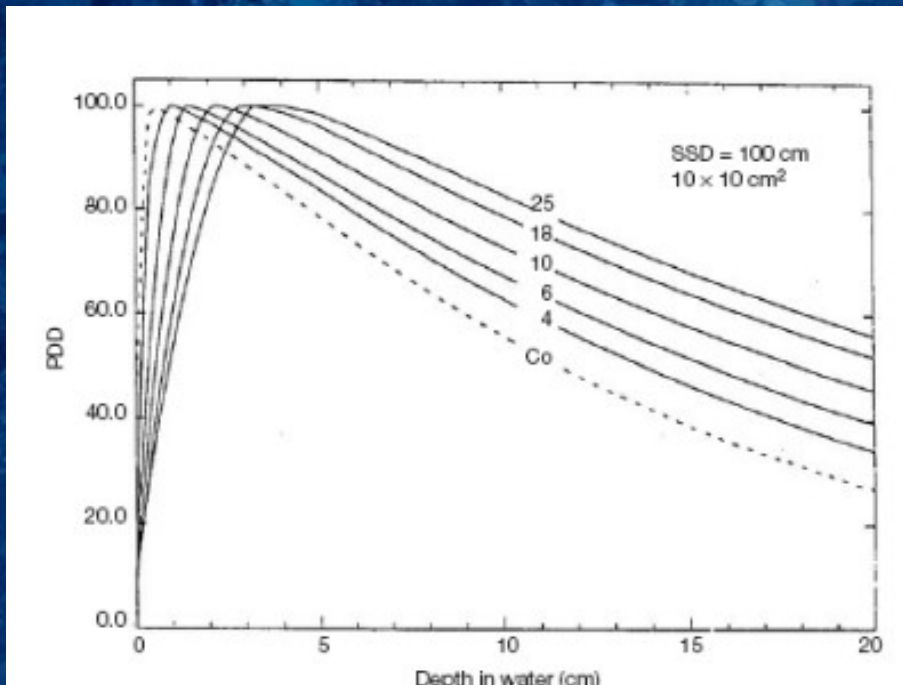
Преживљавање у фракционисаном режиму

# ИЗОТОПСКИ ИЗВОРИ vs генераторски извори зрачења

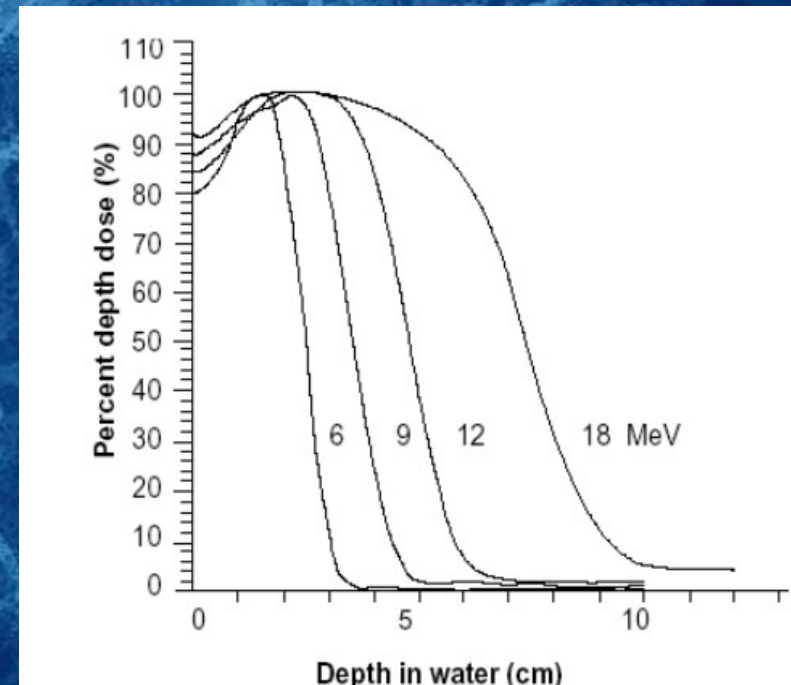
- Најчешће коришћени радиоизотопски извори зрачења:  $^{60}\text{Co}$  (телетерапија)  $^{192}\text{Ir}$  (брахитерапија).
- РИ имају мале енергије зрачења и дистрибуција депозиције енергије (за исту геометрију озрачивања) је непроменљива.
- Генератори зрачења са друге стране дају енергије зрачења до 25 MeV, што омогућава да се максимална депозиција енергије помера ка дубљим слојевима. Тиме се максимално поштеђује здраво ткиво.



- У пракси то значи предају веће енергије тумору и поштеду нормалног ткива које се налази испред тумора



Поље 10x10 cm вода, гама и x-зрачење и акцелератора

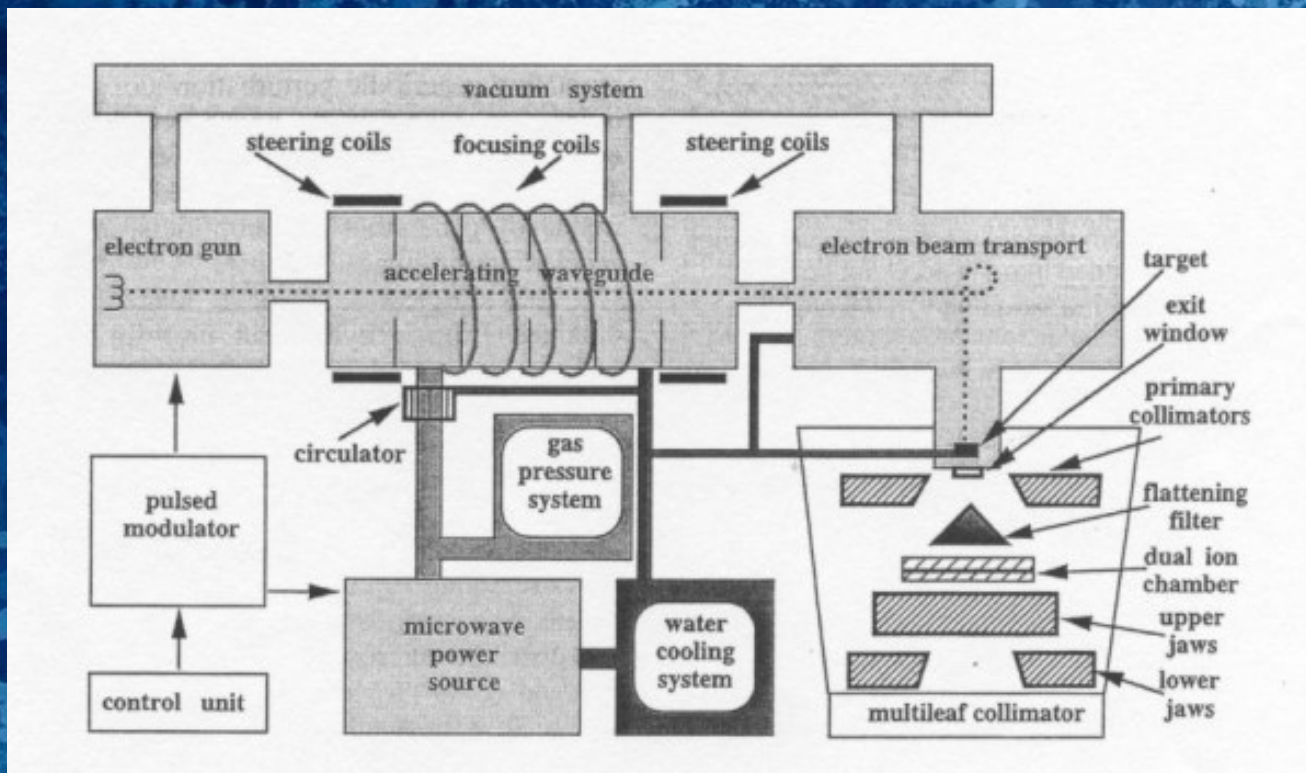


Електронско зрачење л, исти услови



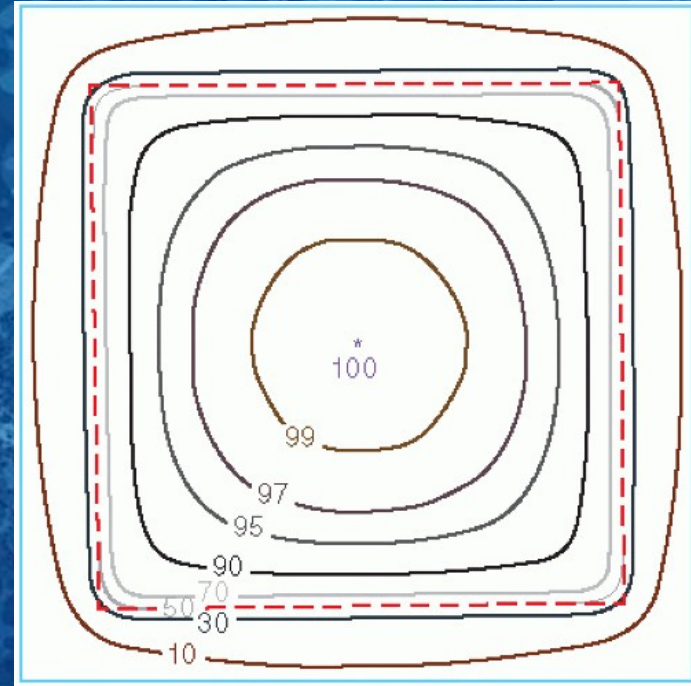
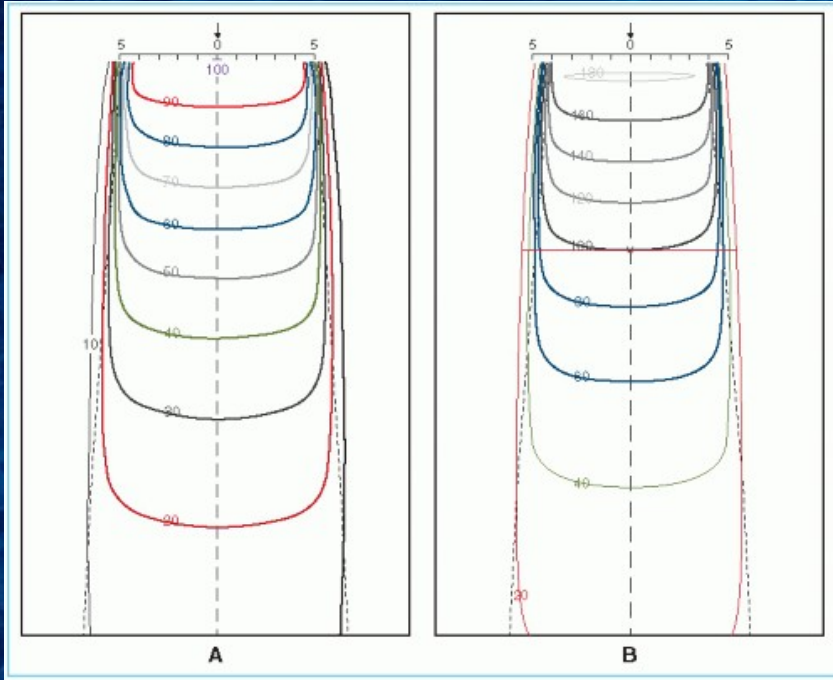
# Терапијски акцелератори

- Раде у пулсном режиму. Електрони се убрзавају спрегнутим дејством микроталсног зрачења и електричног поља

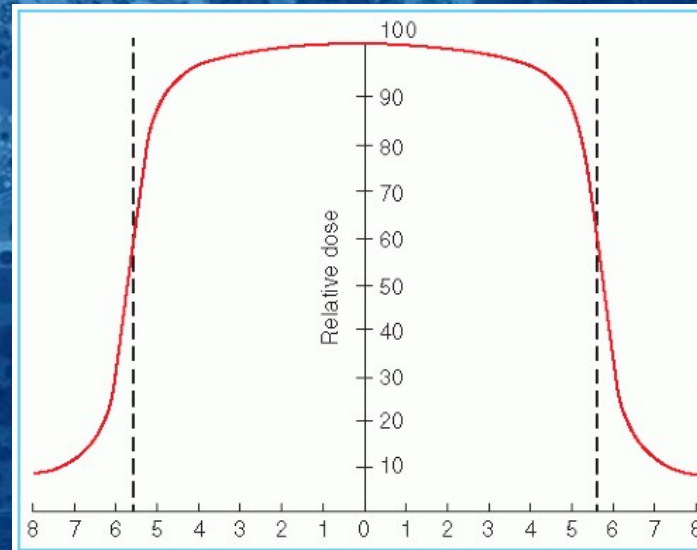


Производе електрона високих енергија. Уколкосу на пут снопа постави мета од волфрама производи се закочно зрачење

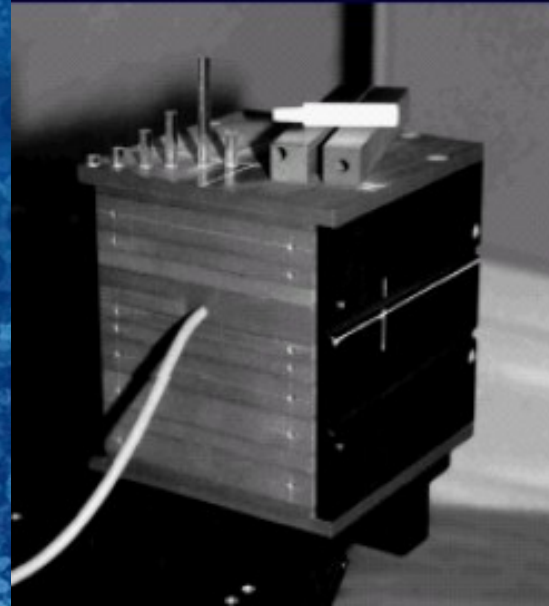
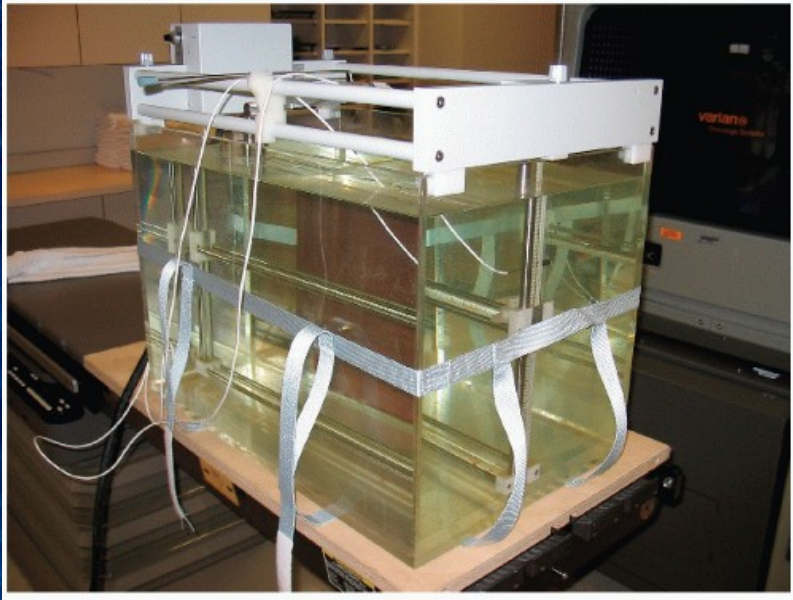
# Изодозна распредела



STR (ФКД) = 80 cm  
Поље 10x10 cm



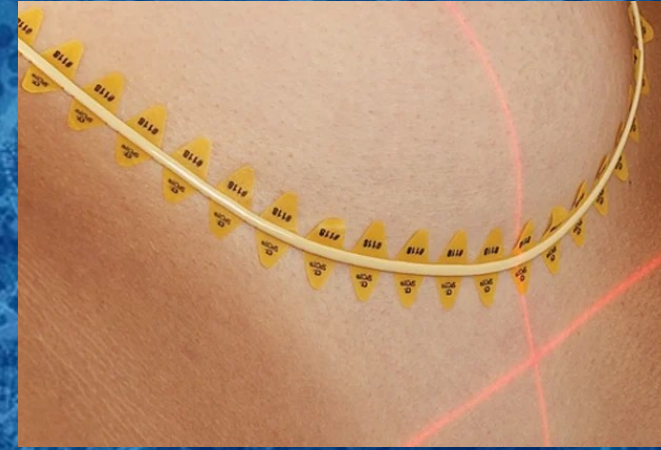
# Одређивање изодозне расподеле



Мерења се врше постављањем јонизационе коморе или радиохромних филмова на различите позиције у фантомима

# Реализација радиотерапије

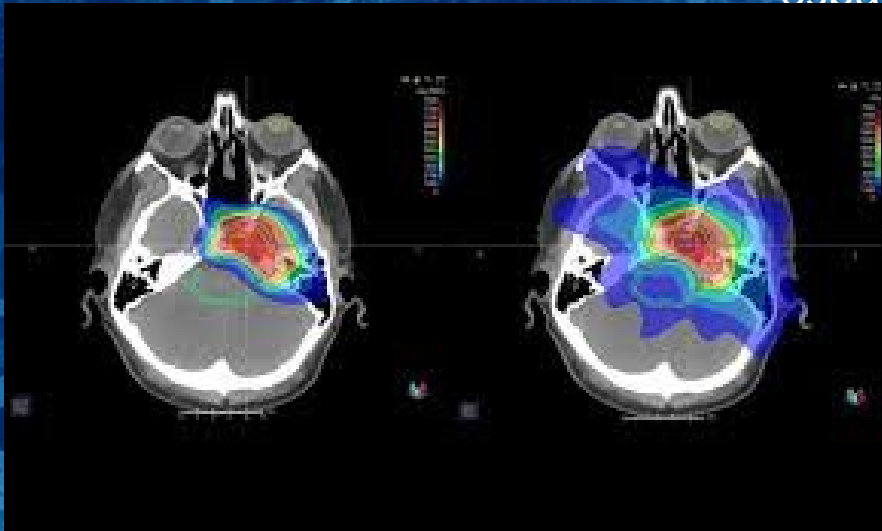
1. Добијање анатомских (и у неким случајевима функционалних) снимака тумора помоћу рентгена, СТ или МРИ. Потврђена дијагноза тумора
2. Локализација патологије на имиџима и њено опцртавање
3. Планирање радиотерапије
  1. Геометрија озрачивања, фракционисање дозе. Компјутерска симулација плана радиотерапије
4. Озрачивање



СТ планер/симулатор служи за прецизно 3D локализовање патологије и околних структура

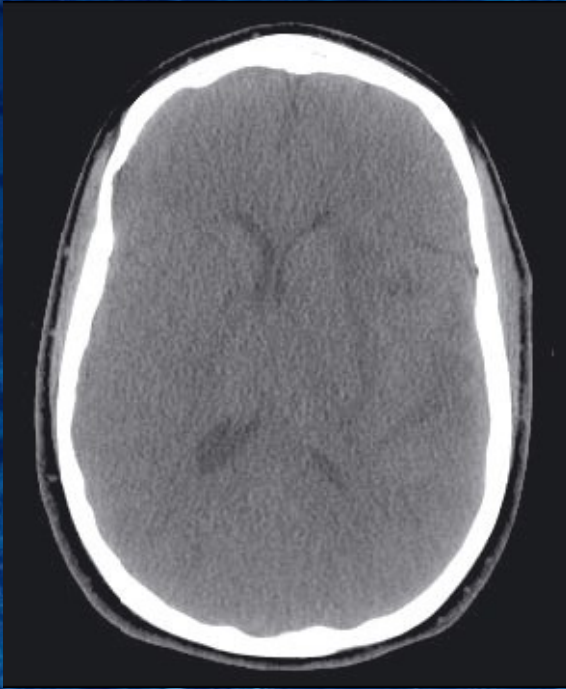
Анатомски регион од интереса се при снимању имобилизује, да би се избегло померење пацијената и поставили маркери зоне коју треба озрачивати

Маркери на кожи



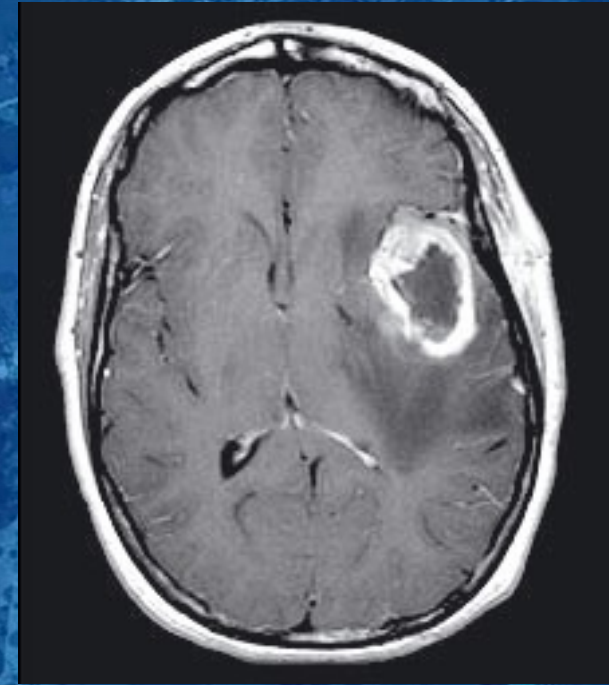
Дигитално реконструисани радиограм добијен СТ симулатором служи за планирање радиотерапије

# Проблеми...лош мекоткивни контраст СТ



СТ

Одлична визуелизација коштаних структура  
Не постоји контраст између мекоткивних структура



MRI

Одличан мекоткивни контраст  
Не визуелизују се коштане структуре

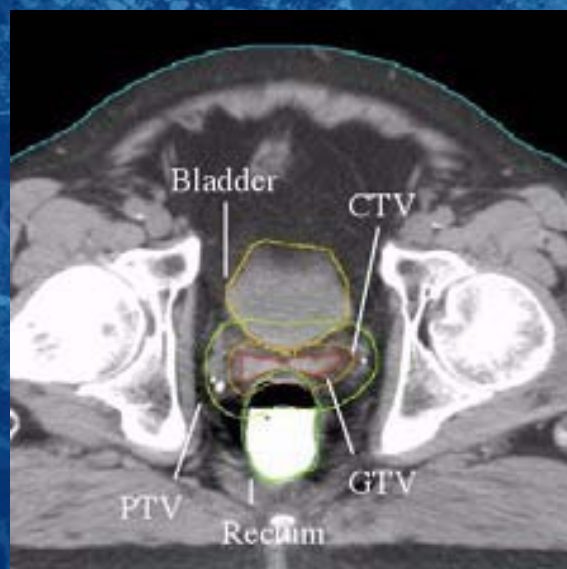
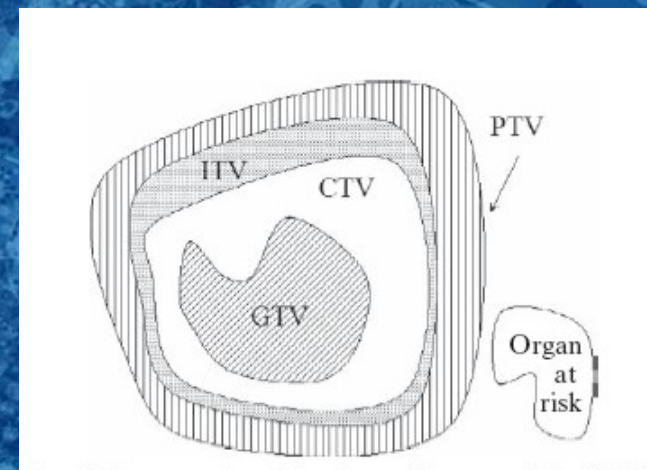
# Решење: корегистрација МР и СТ

- Корегистрација снимака обезбеђује да се границе и структура патологије тачно пренесе на ДРР



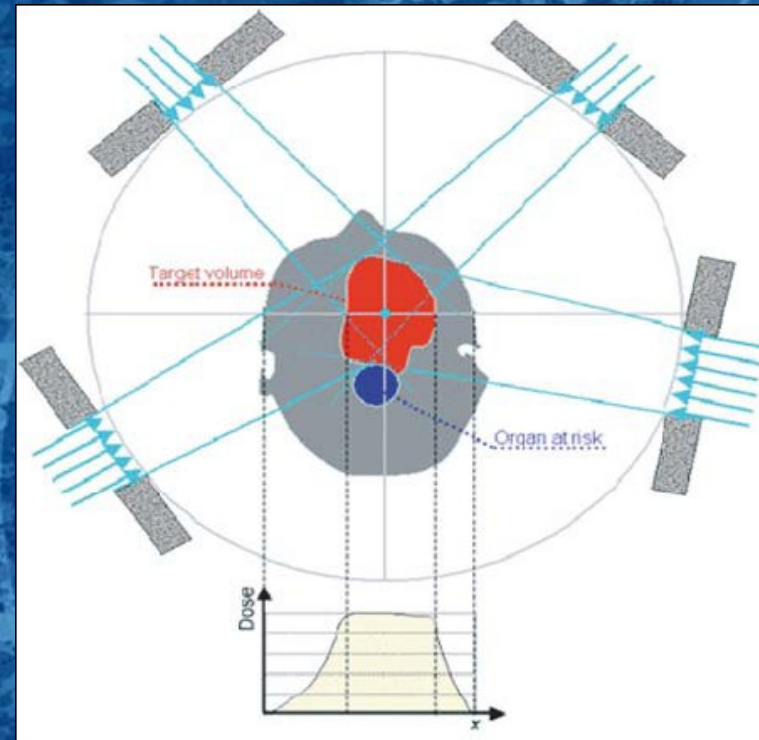
# Дефинисање мете

- GTV – укупан волумен тумора
- CTV – волумен клиничке мете
- ITV – запремина унутрашње мете
- PTV -волумен планиране мете





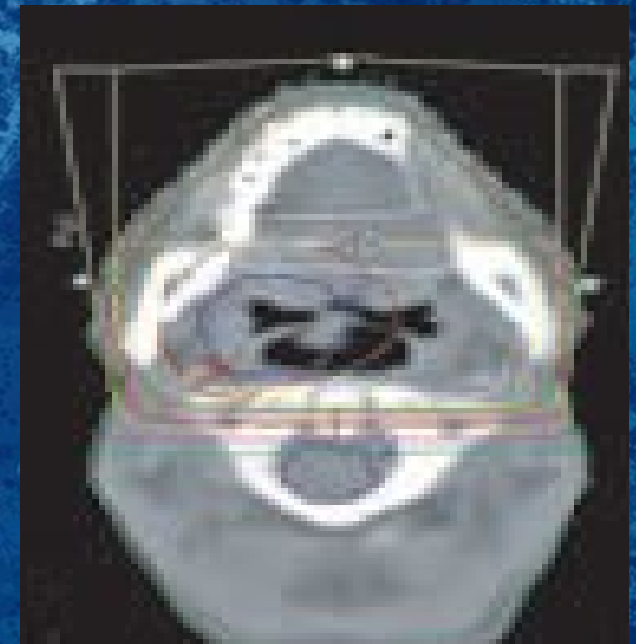
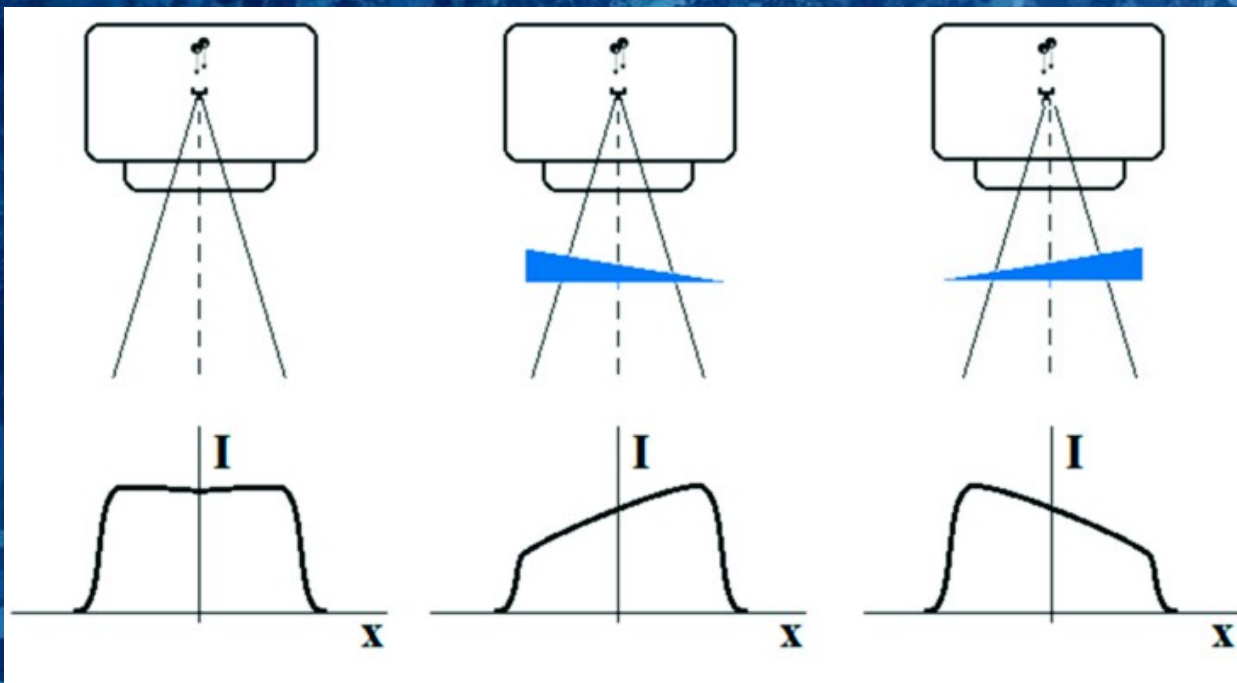
# Конформална терапија



Тумору се предаје максимална доза, док околно ткиво ефективно прими много мању дозу

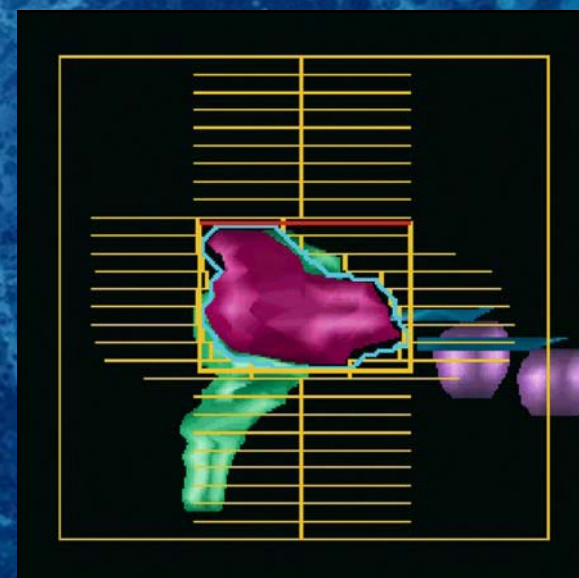
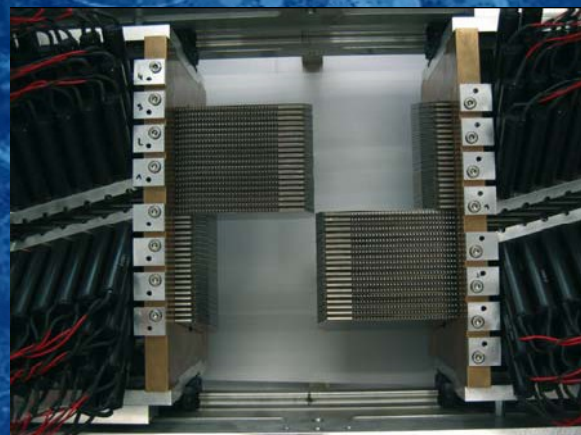
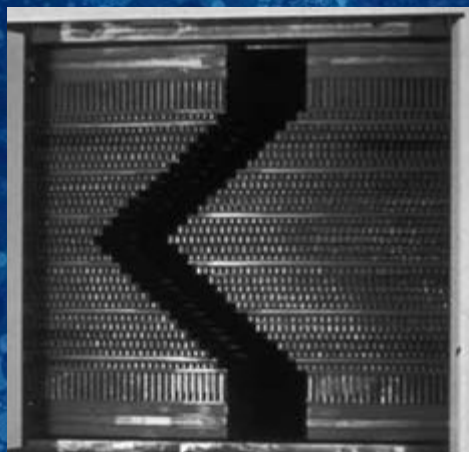
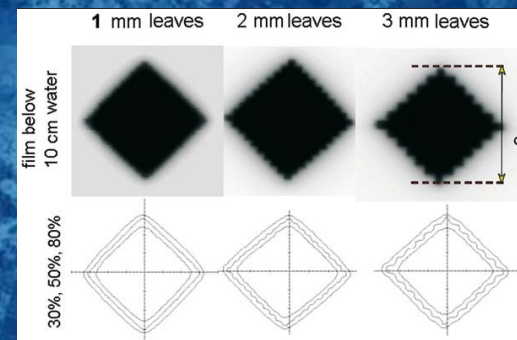
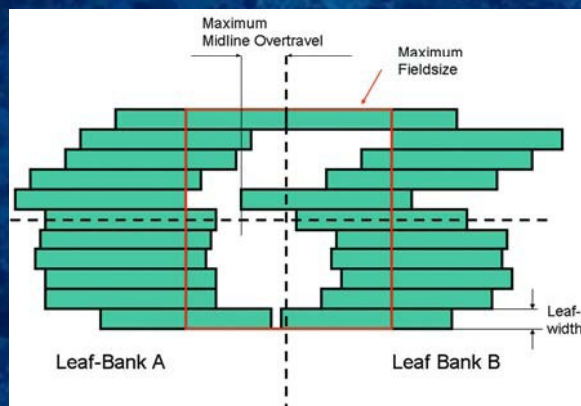
# Шта ако анатомски регион који се третира има неравну површину?

- Користе се филтри за корекцију, најчешће тзв. клинасти филтер за профилисање изодозне расподеле



# ПРОФИЛИСАЊЕ ЗРАЧНОГ ПОЉА ПОМОЋУ ВИШЕФОЛИЈСКИХ ФИЛТЕРА

Зрачно поље не мора бити правоугаоно!



# Томотерапија

- Комбинује симултану визуелизацију патологије и њен третман

