

# Лучевая терапия в детской онкологии



СПб ГУЗ «Городской клинический  
онкологический диспансер»  
Заведующий отделением  
радиотерапии  
**С.И.Чикризов**



# Свойства излучения

- Проникающая способность
- Ионизирующее действие – способность вызывать распад нейтральных атомов на положительные и отрицательные заряженные частицы



# Источники ионизирующих излучений

- Рентгеновская трубка
- Радиоактивные нуклиды
- Ускорители заряженных частиц

# Ионизирующее излучение

- Способность ионизировать атомы окружающей среды, в том числе атомы, входящие в состав тела человека
- - квантовые (состоят из фотонов)
- - корпускулярные (состоят из частиц)
- Деление условное



# Квантовое И И

- Тормозное ( в том числе – рентгеновское)
- Гамма- излучение

# Корпускулярное И И

- Электроны
- Протоны
- Нейтроны
- Мезоны и т.д.



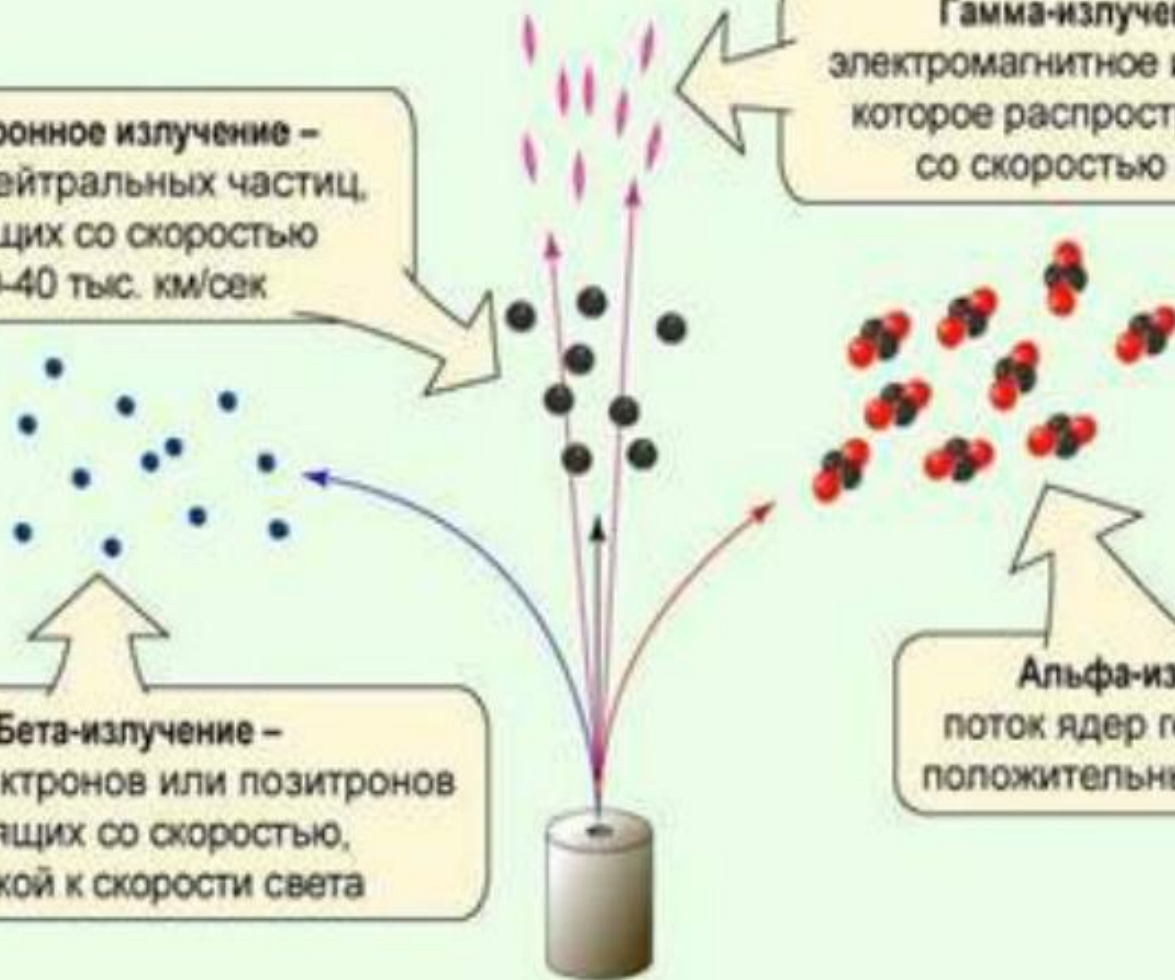
# Виды ионизирующих излучений

Нейтронное излучение –  
поток нейтральных частиц,  
летающих со скоростью  
20-40 тыс. км/сек

Бета-излучение –  
поток электронов или позитронов  
летающих со скоростью,  
близкой к скорости света

Гамма-излучение –  
электромагнитное излучение,  
которое распространяется  
со скоростью света

Альфа-излучение –  
поток ядер гелия с двумя  
положительными зарядами



# Мультидисциплинарный ПОДХОД

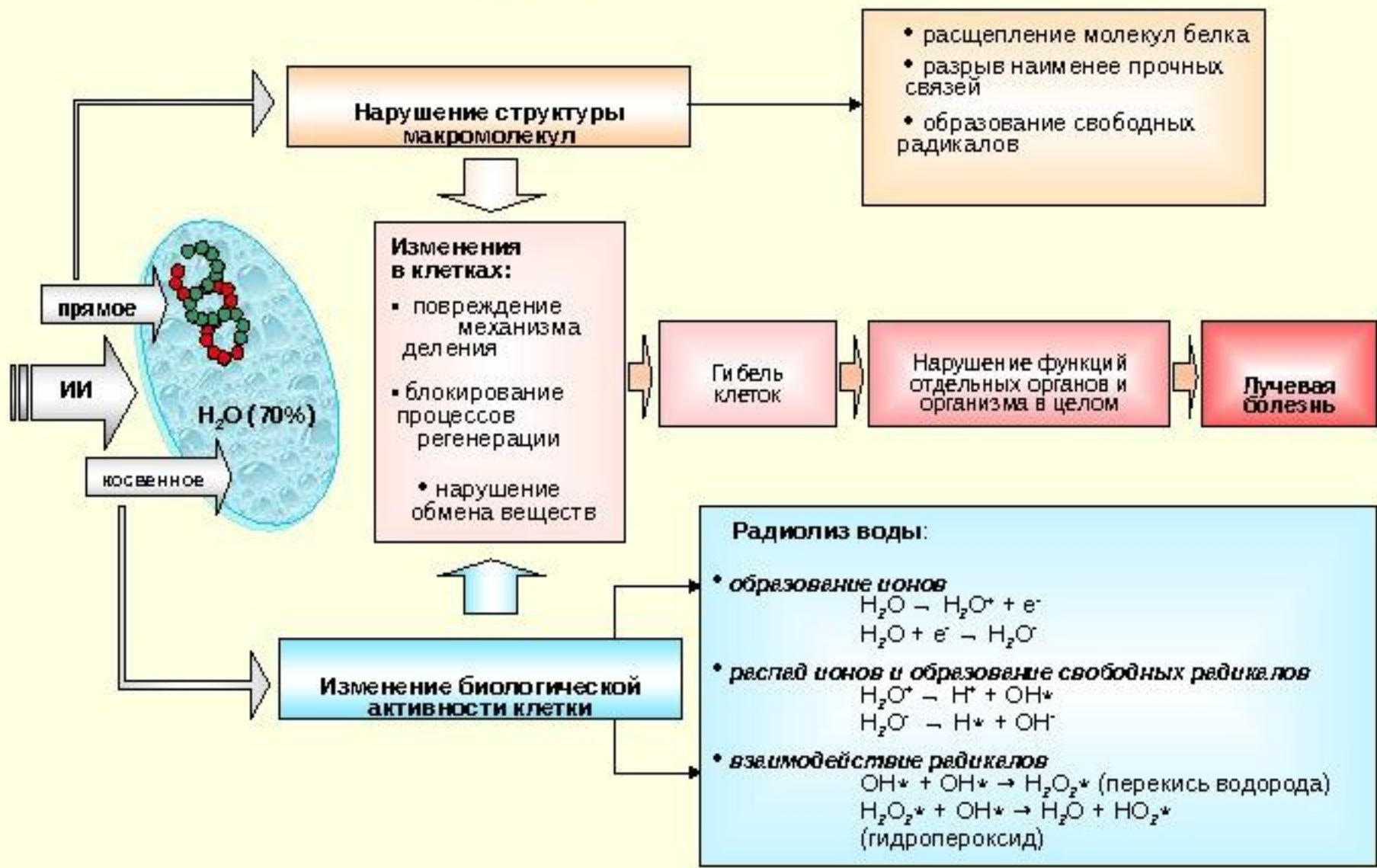
- Хирургия
- Лекарственное лечение (химиотерапия)
- Лучевая терапия
- у большинства больных используется комбинация методов
- 60-70 % больных получают лучевое лечение в комбинации с другими методами или самостоятельно



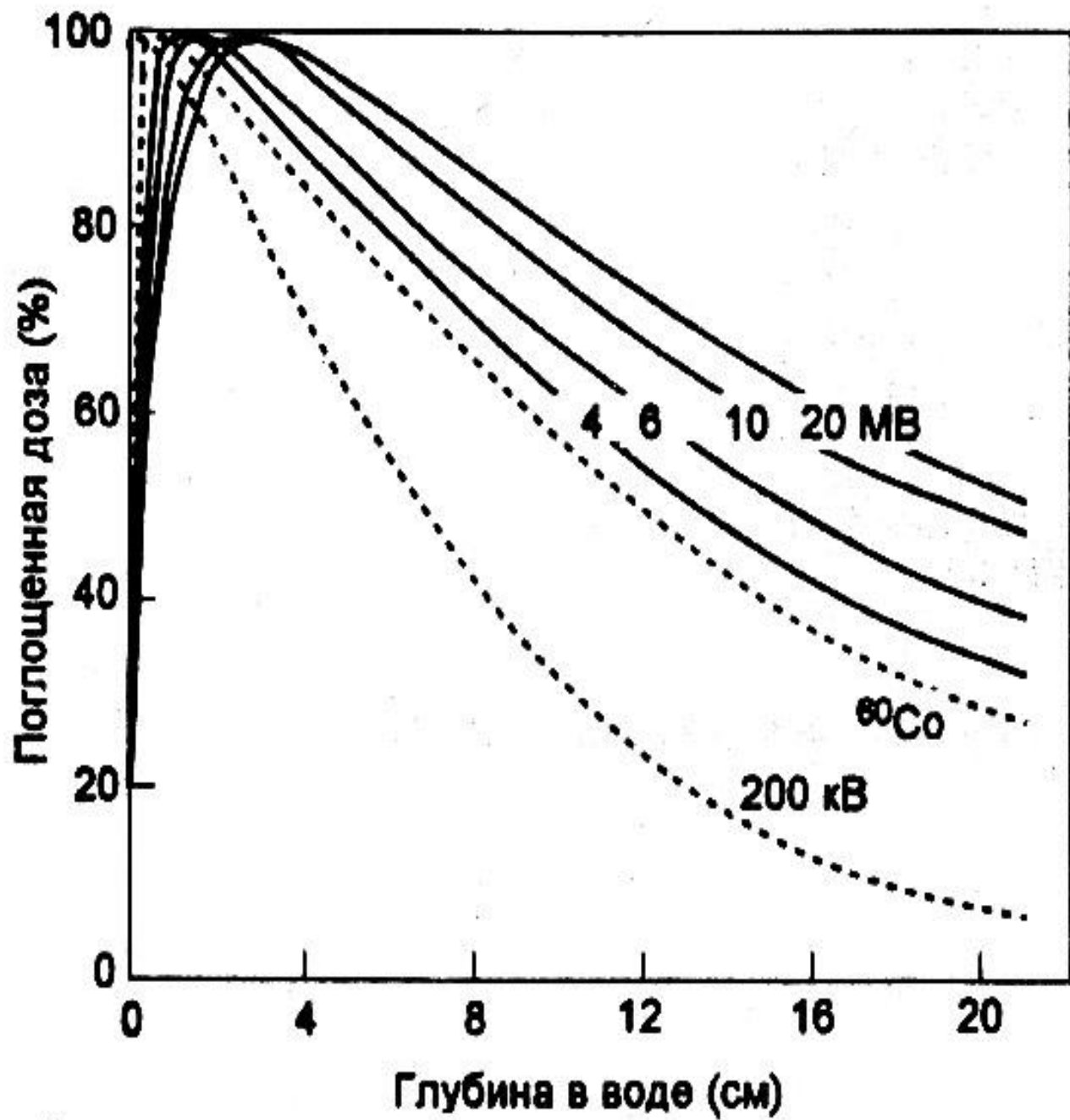
# Взаимодействие И И с веществом

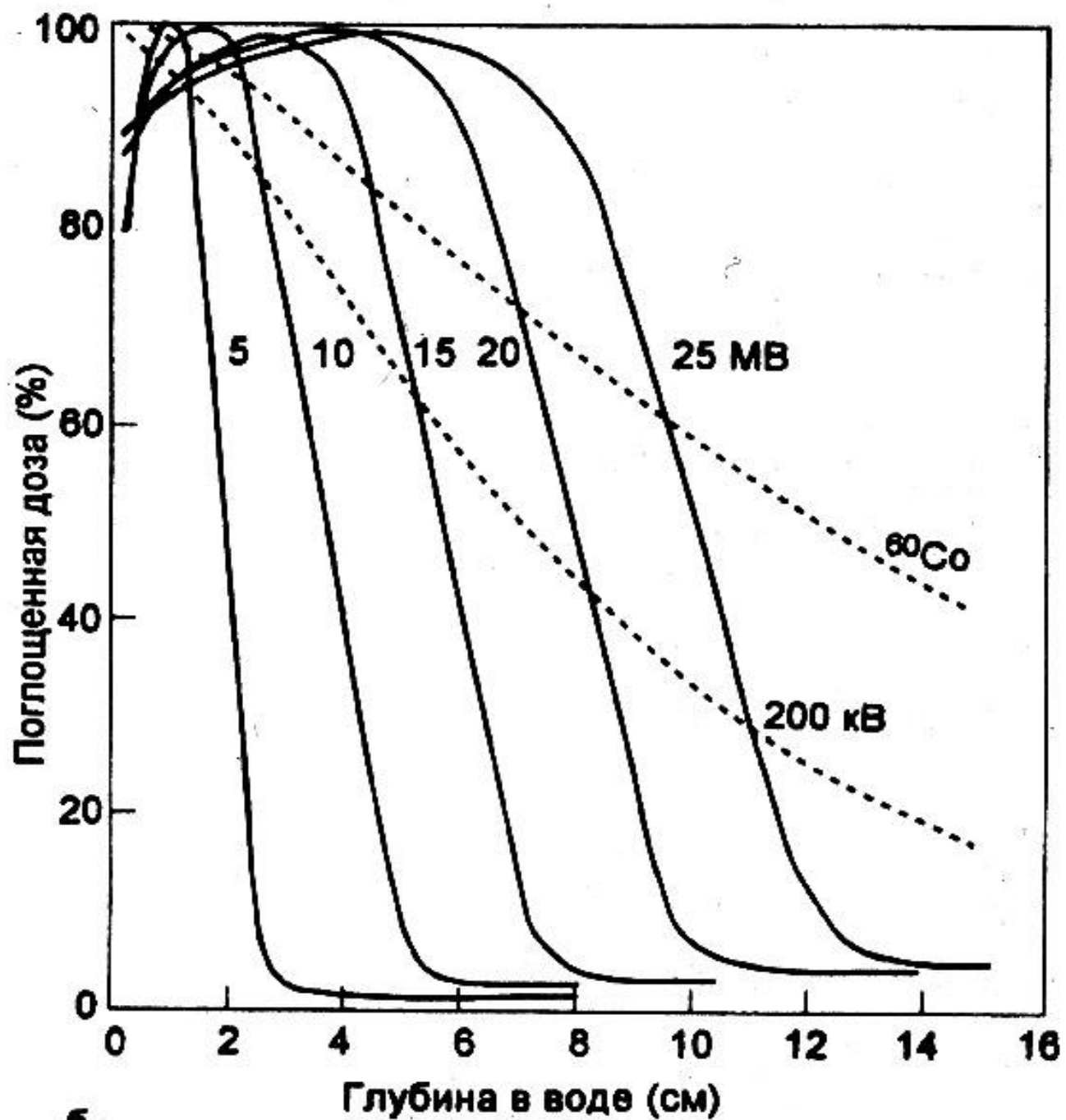
- Все И И действуют в принципе одинаково – передают свою энергию атомам тканей, вызывая их возбуждение и ионизацию.
- Распределение возникающих ионов по пути следования частиц или фотонов зависит от их природы и энергии

# БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ











# доза

- Величина энергии, поглощенной в единице массы вещества
- Доза, отнесенная к единице времени, называется мощность дозы
- Поглощенная доза основная дозиметрическая единица. Отношение средней энергии, передаваемой И И веществу в элементарном объеме, к массе вещества
- 1 Гр (Грей) – 1 дж/кг

# Методы облучения

- Дистанционная лучевая терапия
- Контактная лучевая терапия:
  - - аппликационная
  - - внутриполостная
  - - внутритканевая
  - - введение жидких или коллоидных радионуклидов внутрь



*РИС (Радиологическая информационная система)*

*Диагностика*



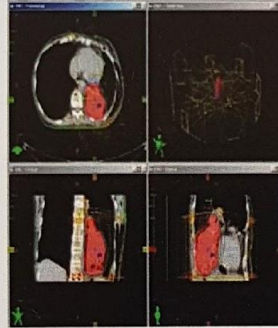
Компьютерная  
томография



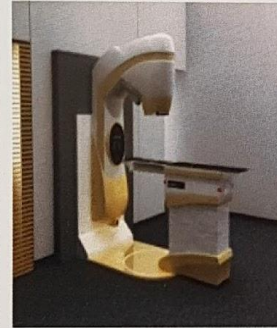
Радионуклидная  
диагностика

*Терапия*

*ИУС (Информационно - управляющая система)*



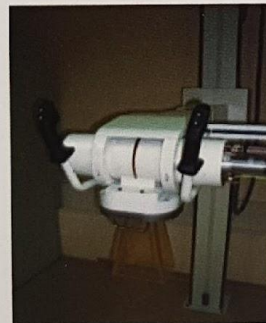
Система  
планирования



Дистанционная  
гамматерапия



Линейный ускоритель  
высоких энергий



Рентгенотерапия



Контактная  
гамматерапия



Линейный ускоритель низких  
энергий

# Цель лечения

- Радикальная
- Паллиативная
- Симптоматическая
- профилактическая



# План лечения

- Клинико-радиобиологическое обоснование
- Дозиметрическое планирование
- Технологическое обеспечение курса лечения

# Предварительный план

- Выбор источника излучения
- Назначение суммарной и разовой дозы
- Расчет длительности курса
- Выбор необходимости использования радиомодификаторов или радиопротекторов



# Предлучевая подготовка

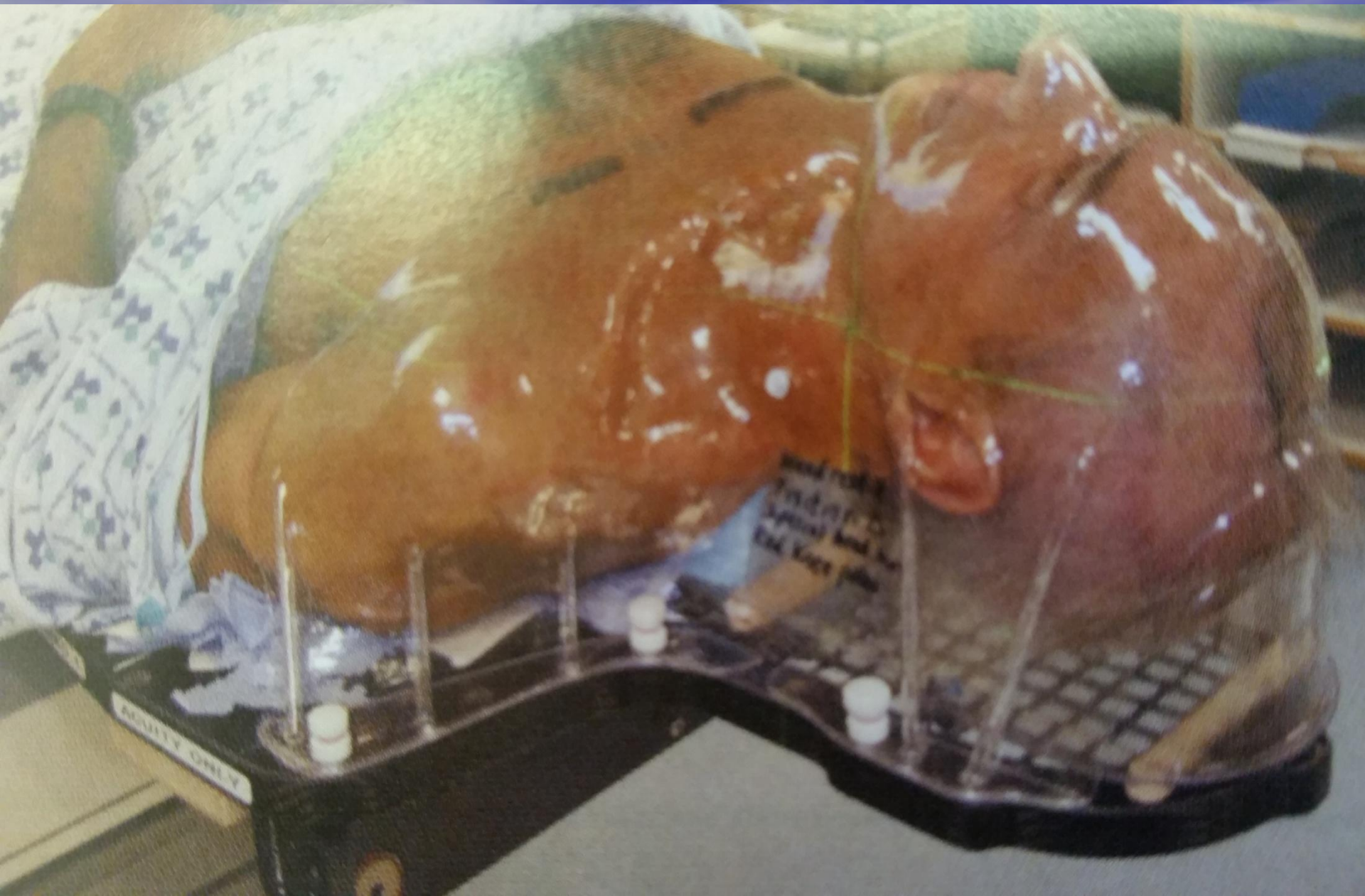
- Выбор фиксирующих приспособлений или дополнительных устройств
- составление анатомо-топографических схем
- Определение «мишени» и критических органов











Head rest  
Tongue  
Special head  
Ear, Eye, etc.

ADULTS ONLY

# Расчет плана лечения

- Дозиметрическое планирование совместно с медицинским физиком
- Экспорт плана и сопряжение его с аппаратом



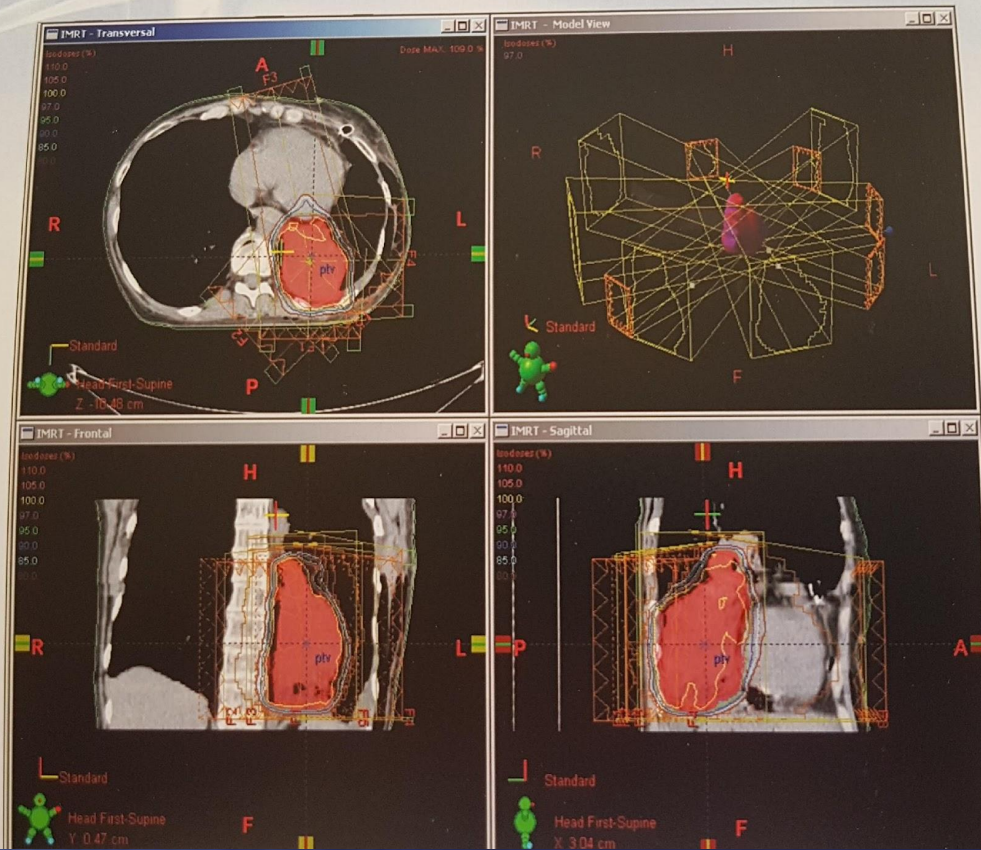
ского  
позволяет:

лью защиты

ния и  
ия для  
кого очага

ия позволяет  
озы  
здаёт  
го лечения

ля  
ого методов



- Радиочувствительность отдельных тканей прямо пропорциональна митотической активности и обратно пропорциональна степени дифференциации клеток (закон Бергонье и Трибондо).

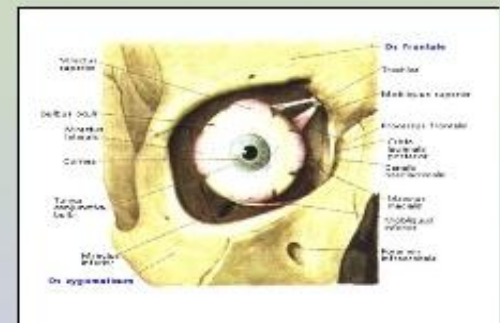
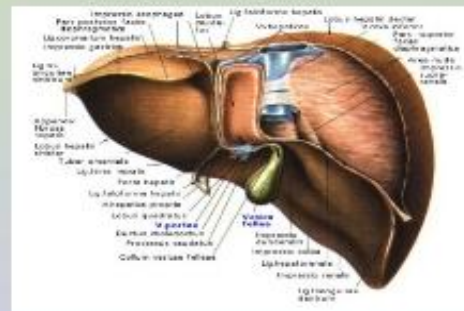
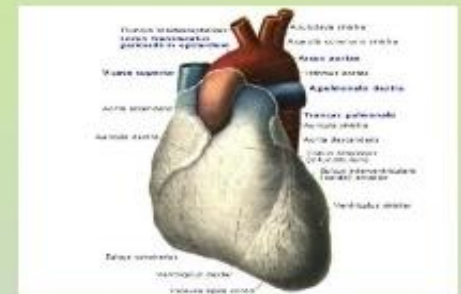
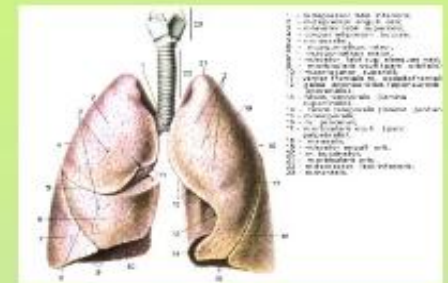
Наиболее высокая радиочувствительность:

- лимфоидная и миелоидная ткани
- эпителий
- секреторные клетки ЖКТ и эндокринных желез
- соединительная, мышечная, хрящевая, костная, нервная ткани.



# Радиочувствительность клеток к излучению

Орган	Допустимая доза
Красный костный мозг	0,5-1 Гр
Хрусталик глаза	1-3 Гр
Почки	23 Гр
Печень	40 Гр
Мочевой пузырь	55 Гр
Зрелая хрящевая ткань	>70 Гр
Кожа и её производные	10 Гр
Семенники	2-4 Гр
Яичники	2,5-6 Гр





### Чувствительность

- Высокая
- Средняя



## **Радиочувствительность некоторых опухолей**

**Высокая:** лимфома, семинома, дисгерминома (вид ткани: лимфоидная, костный мозг, сперматогенный эпителий, эпителий фолликулов яичка).

**Относительно высокая:** плоскоклеточный рак гортани, глотки, мочевого пузыря, кожи, шейки матки, аденокарциномы ЖКТ (вид ткани: эпителий ротоглотки, слюнных желез, мочевого пузыря, желез желудка, толстой кишки, молочной железы).

**Средняя:** сосудистые и соединительнотканые элементы всех опухолей (вид ткани: интестициальная соединит, нейроглиальная, богатая сосудами, растущая хрящева и костная).

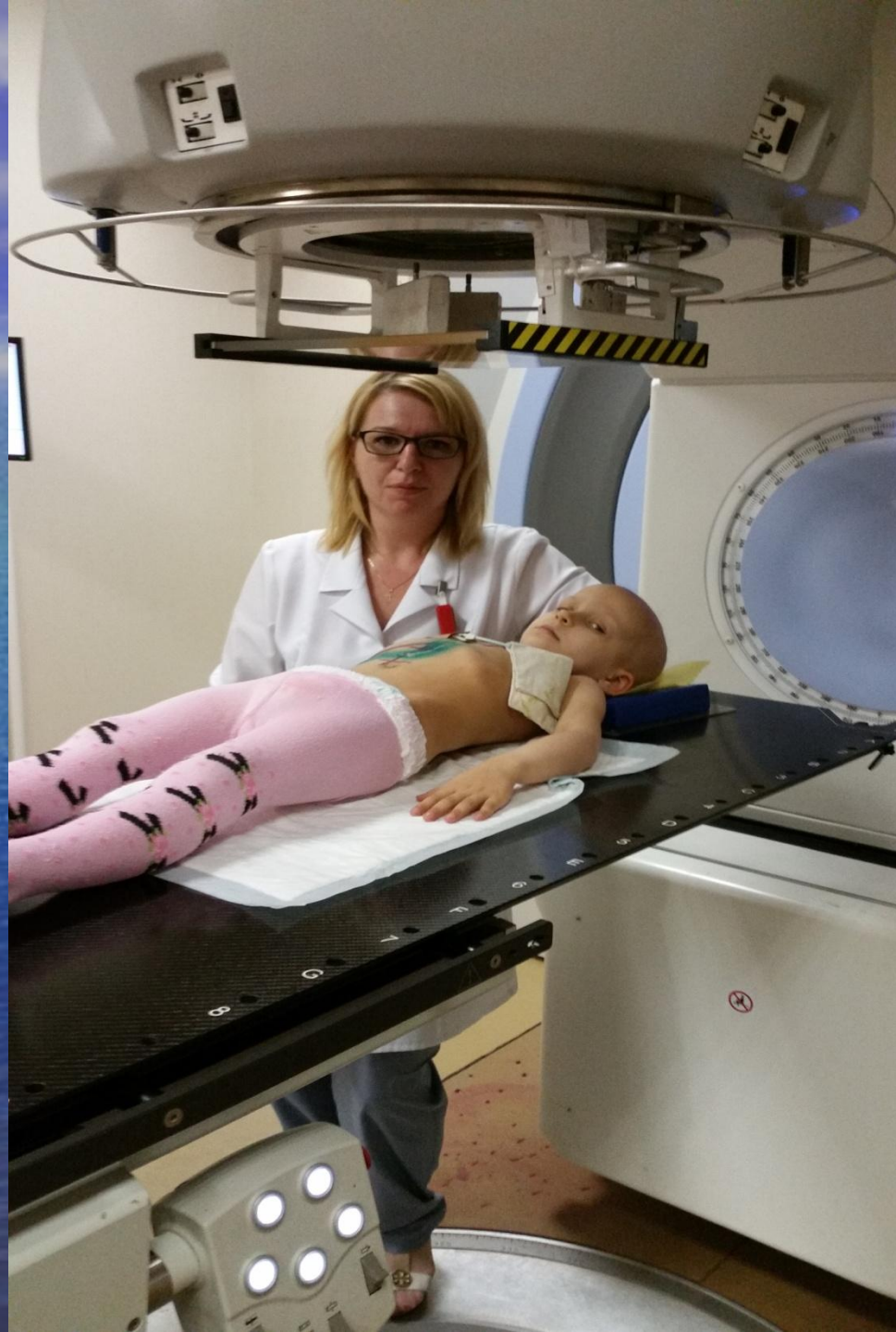
**Относительно низкая:** рак почки, поджелудочной железы, хондросаркома, остеогенная саркома, опухоли слюнной железы (вид ткани: взрослая хрящевая и костная, эпителий слюнной железы, почек, печени, хондроциты и остеоциты).

**Низкая:** рабдомиосаркома, лейомиосаркома, ганглионейрофибросаркома (вид ткани: мышечная и нервная).





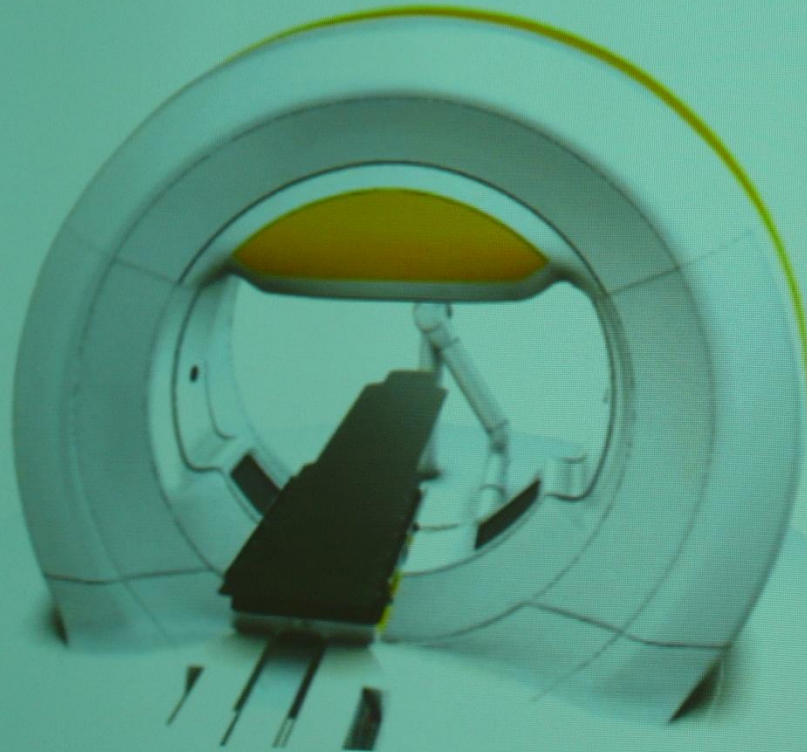






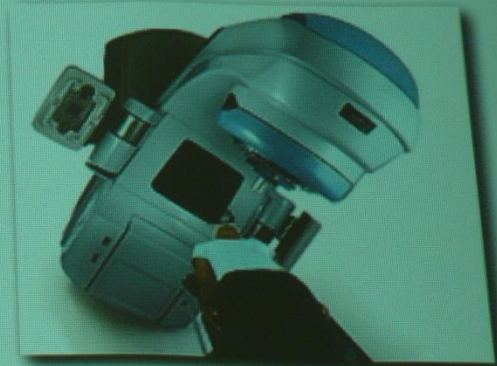
# "VERO system specs"

## O-ring design



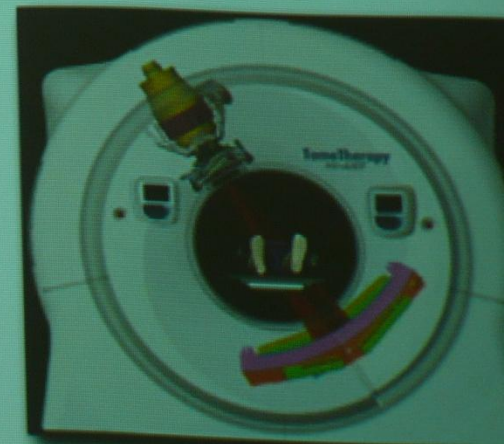
**rainLab/MHI VERO Platform:**  
gantry rotation :  $[-185^{\circ}, 185^{\circ}] \pm 1^{\circ}$   
ring rotation :  $[-60^{\circ}, 60^{\circ}] \pm 1^{\circ}$   
center accuracy :  $\pm 0.5 \text{ mm} / 0.1 \text{ mm}$  (with tilt comp.)  
gantry bore : 125 cm at mMLC, 200 cm elsewhere

## "Classic" platform



C-arm (360°)

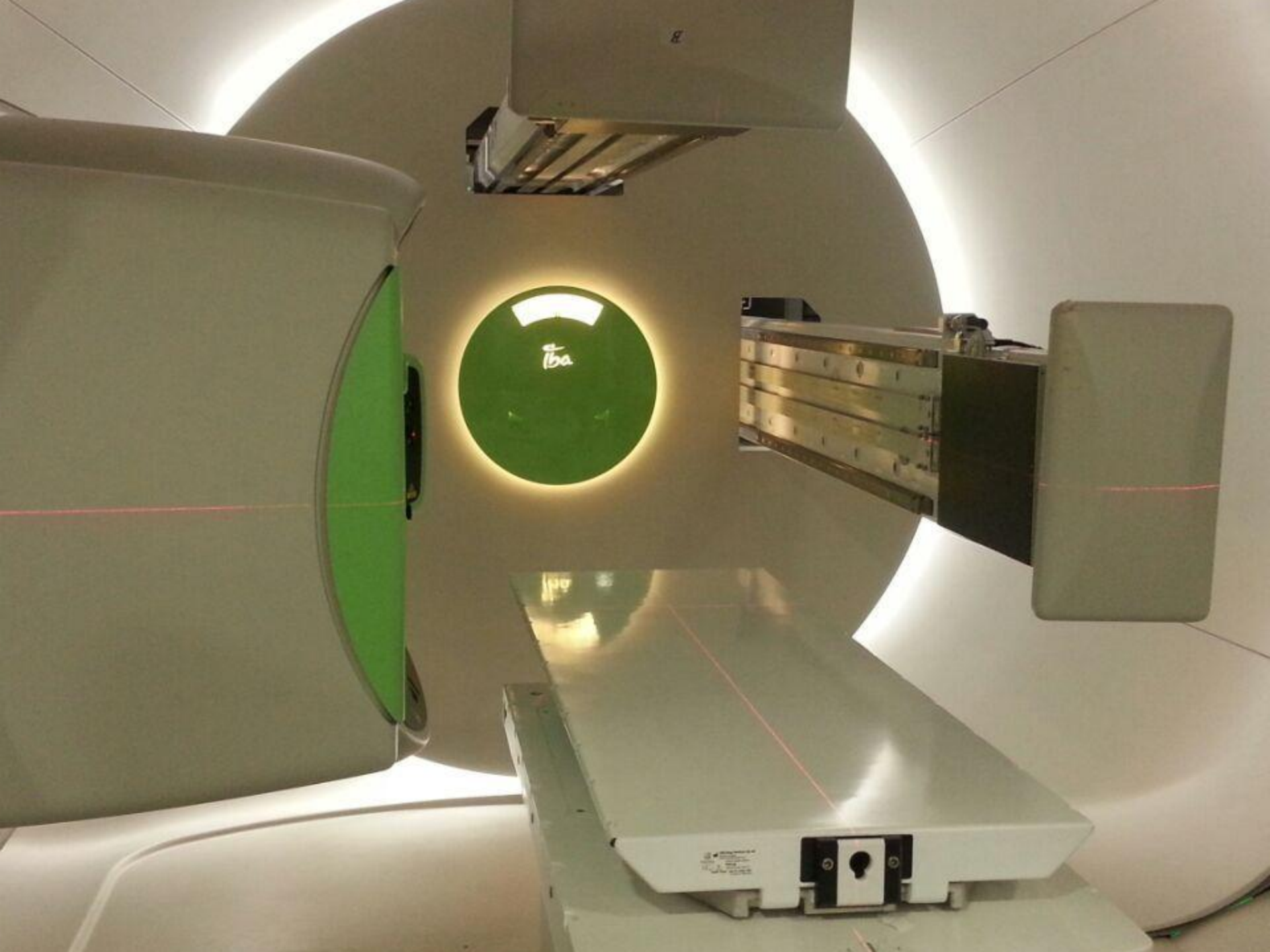
## Tomotherapy platform



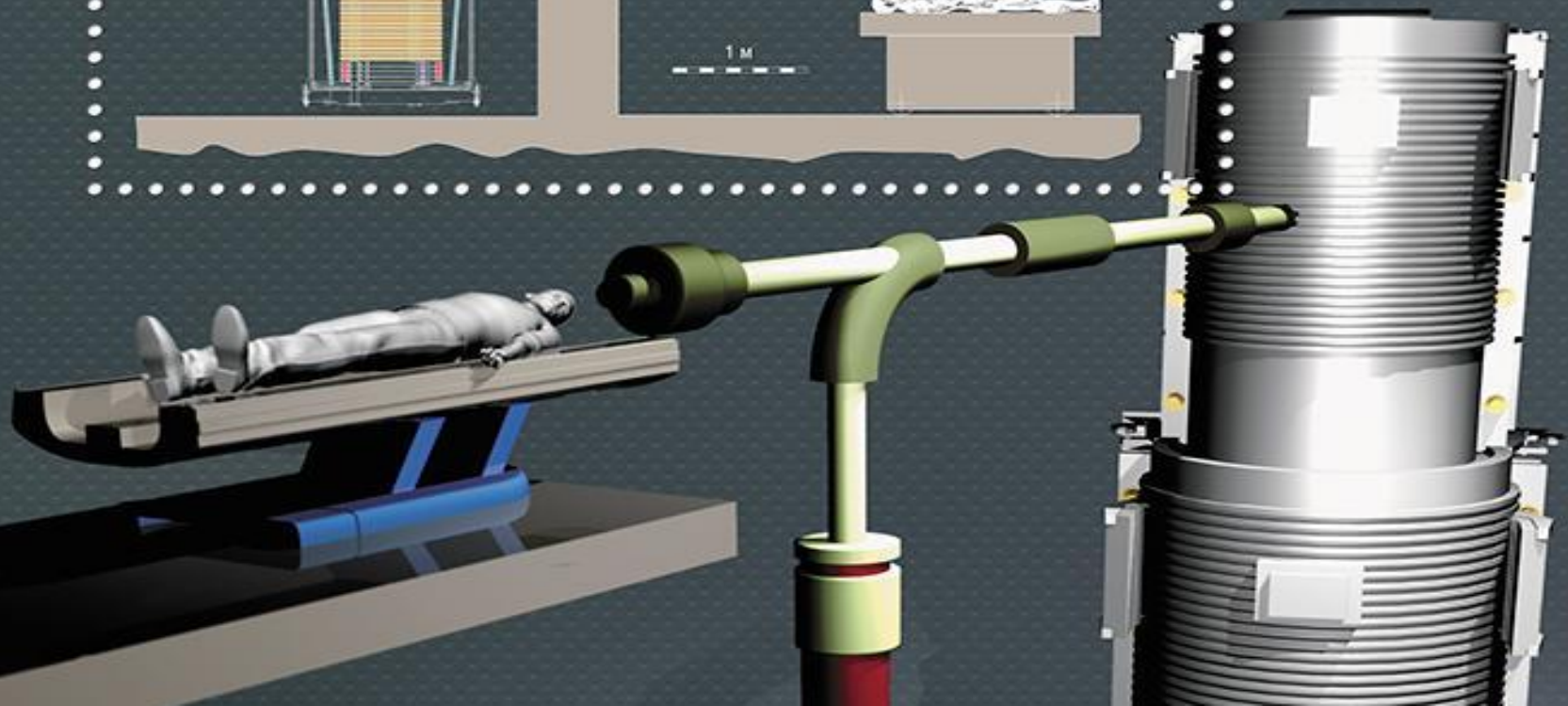
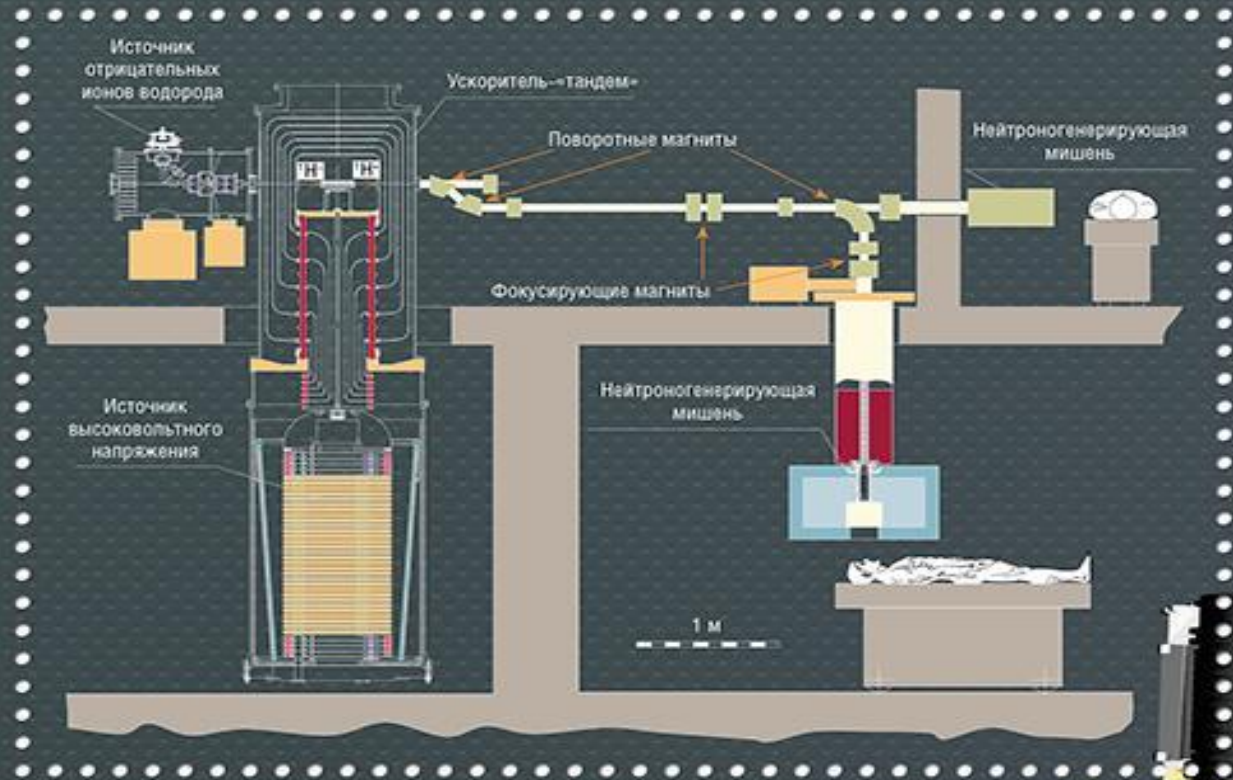
CT-like ring (helical)



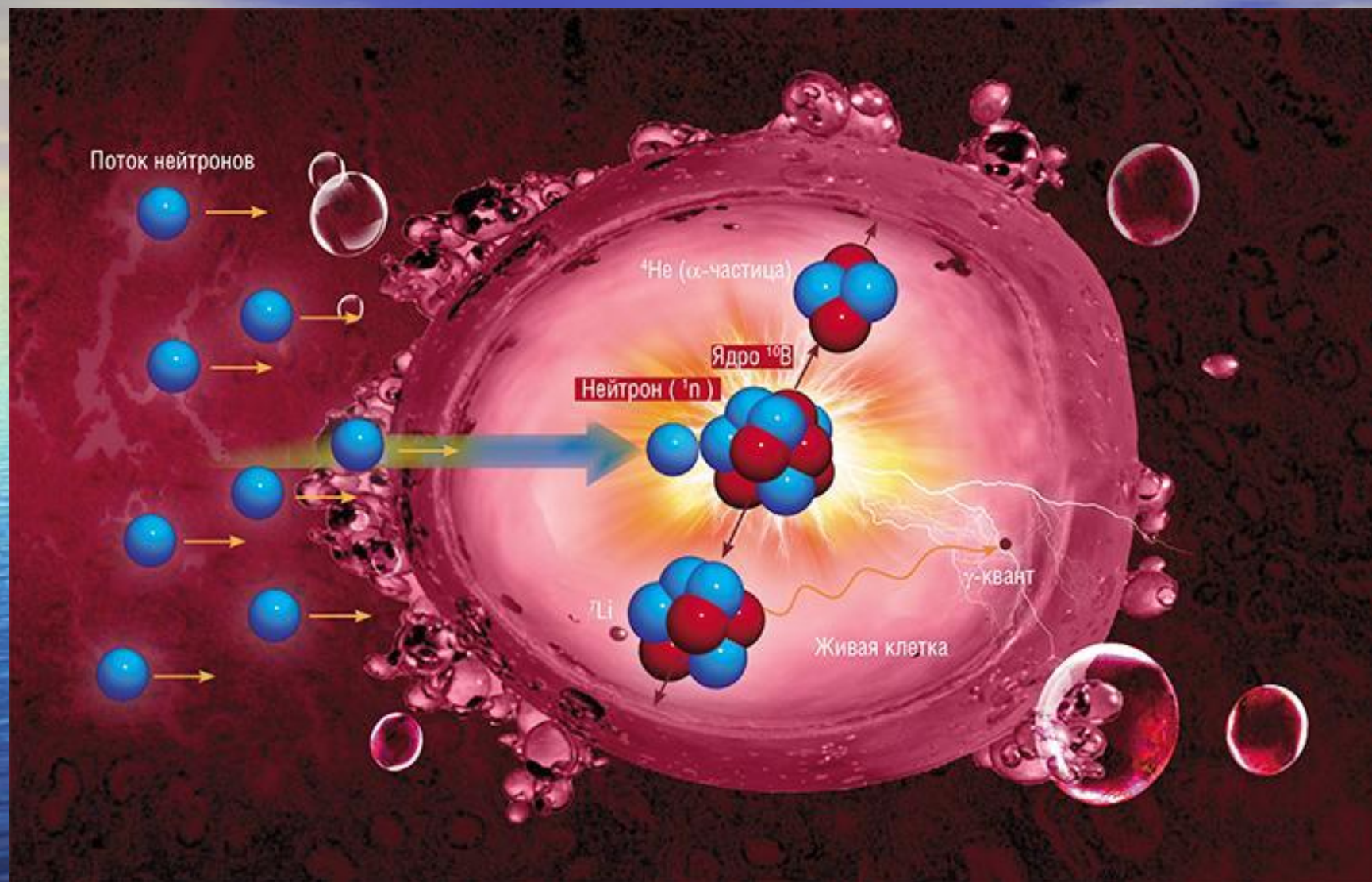








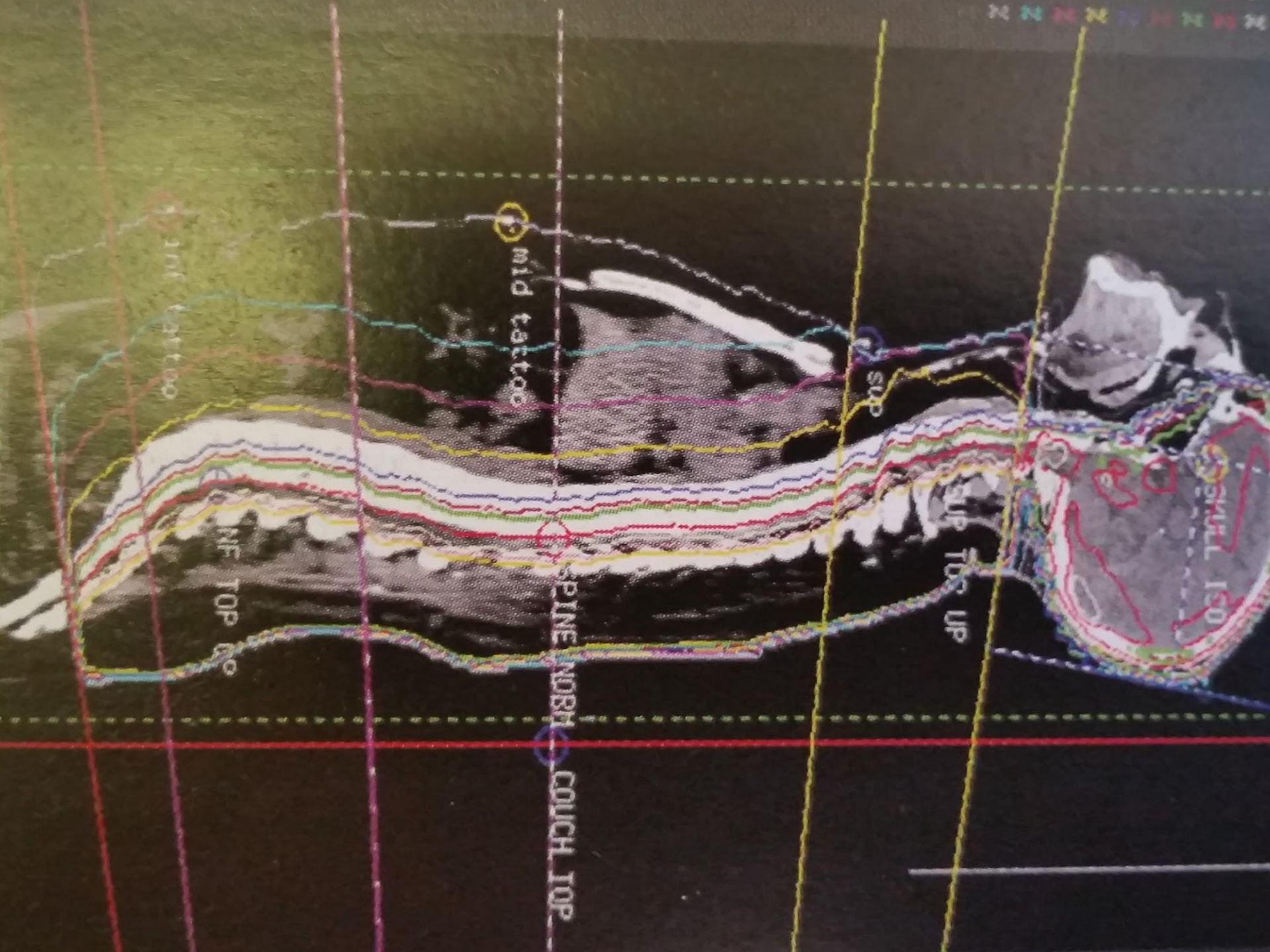






# Медуллобластома, ПНЭО, инфратенториальные эпендимомы

- Краниоспинальное облучение.
  - РОД 1,6Гр, СОД 24-35,2Гр
    - Локальное облучение
- РОД 1,8-2 Гр, СОД до 54-55 Гр



mid tattoo

mid tattoo

SIP

INF TOP

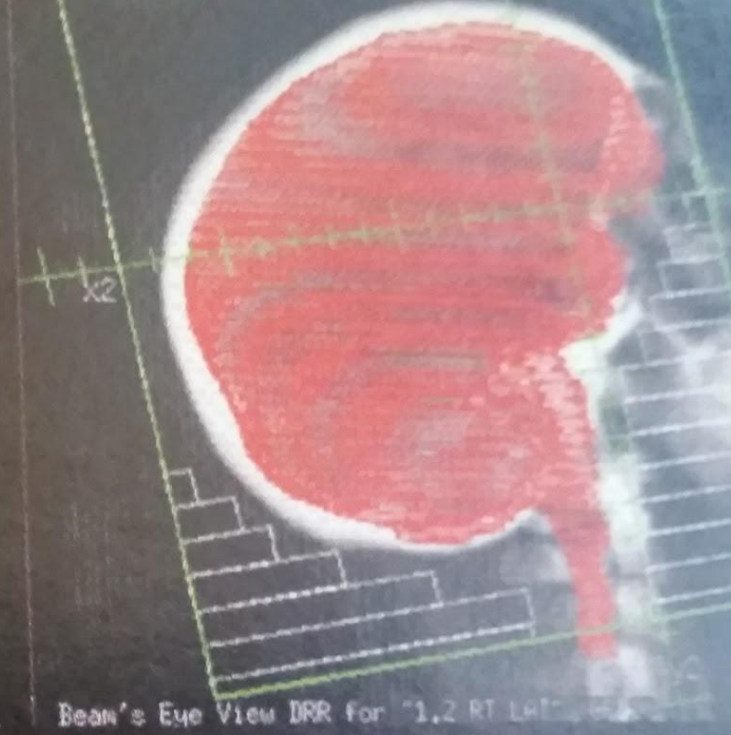
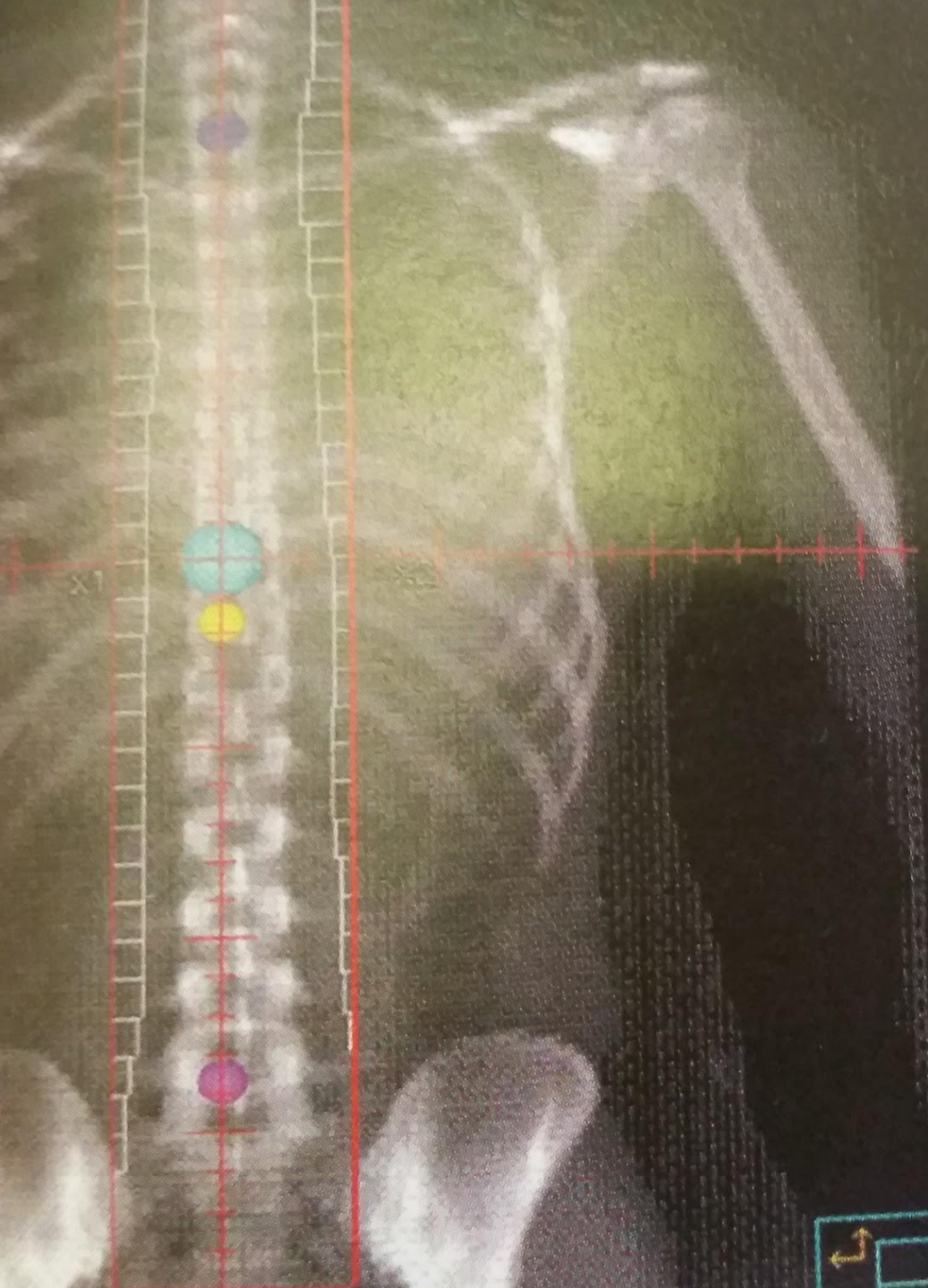
PINE NDR1

COUCH TOP

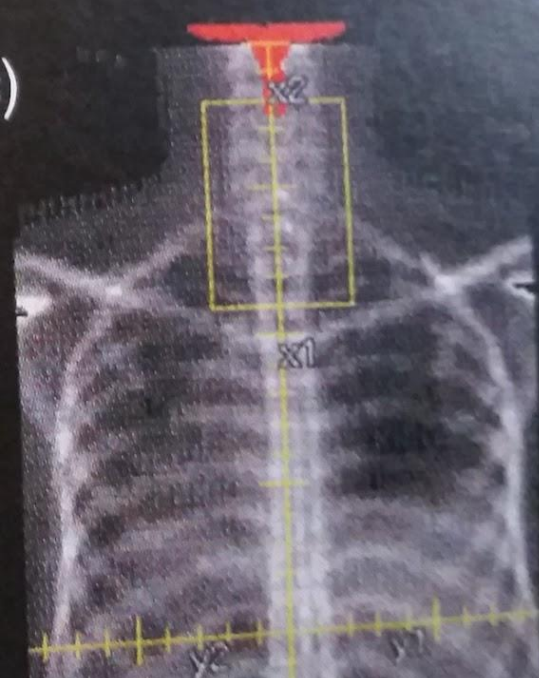
TOP UP

SMALL ISO





(c)



(d)



# Глиобластома астроцитомы супратенториальная эпендимиома

- Локальное облучение
- РОД 2 Гр. СОД 54-60 Гр
- РОД 1 Грх2р/день. СОД 68 Гр

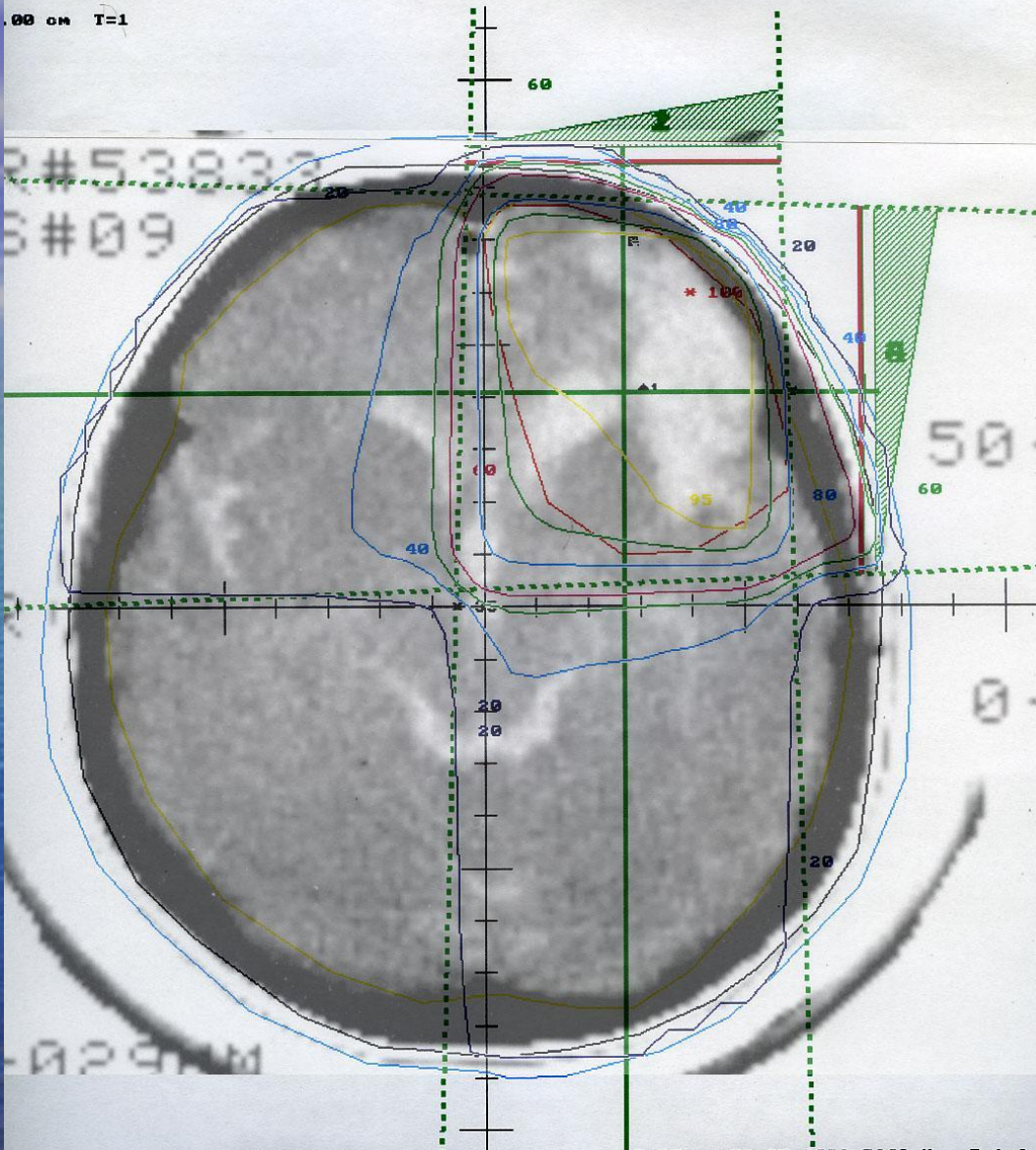






.00 cm T=1

R#53833  
S#09



029111



PrecisePLAN Release 2.11 - 476.01

Percent Dose

Sagittal X=+0.10 cm 100.0

Isodose

Isodose Level

30  
50  
80  
95  
105

Delete  
Delete All

Level 50

Add New Level

Load List  
Save List

% cGy

Prescribe

Wireframe Display

Frame Control

Transverse  
Sagittal

Dx (cm) -0.1

Z: 1 Frame

Screen

Z-D: Isodose values, Prescription Dose Patient: ZLYVKO\_kavermoma, Plan: 4

PrecisePLAN Release 2.11 - 476.01

Percent Dose

Coronal Y=+0.00 cm 100.0

Isodose

Isodose Level

30  
50  
80  
95  
105

Delete  
Delete All

Level 50

Add New Level

Load List  
Save List

% cGy

Prescribe

Wireframe Display

Frame Control

Sagittal  
Transverse  
Coronal

Dy (cm) +0.0

Z: 1 Frame

Screen

Z-D: Isodose values, Prescription Dose Patient: ZLYVKO\_kavermoma, Plan: 4

PrecisePLAN Release 2.11 - 476.01

Percent Dose

Transverse Z=+0.00 cm, T=+7.30 cm, CT=31 93.2

Isodose

Isodose Level

30  
50  
80  
95  
105

Delete  
Delete All

Level 50

Add New Level

Load List  
Save List

% cGy

Prescribe

Wireframe Display

Frame Control

Sagittal  
Coronal  
Transverse

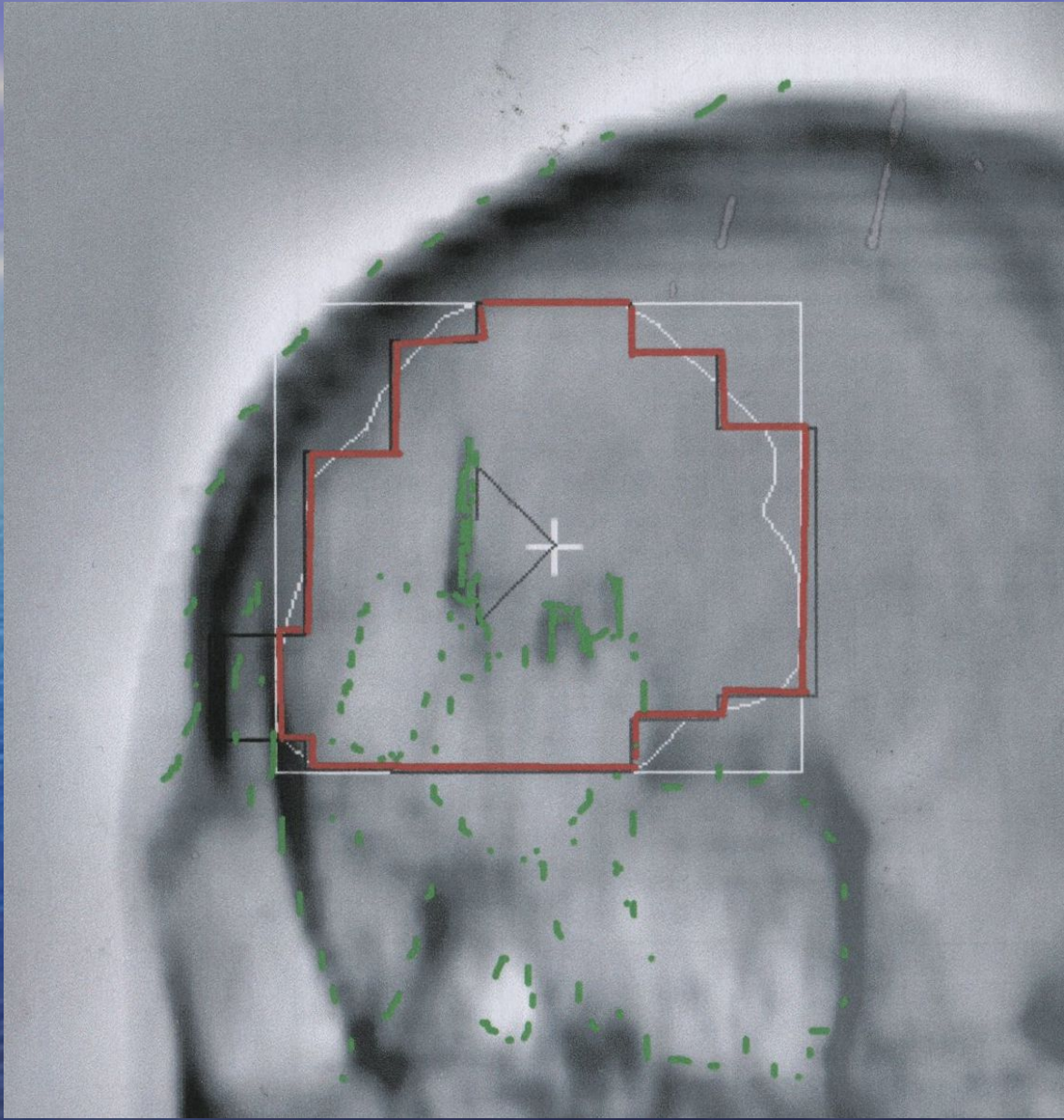
Dz (cm) +0.00

Z: 1 Frame

Screen

Z-D: Isodose values, Prescription Dose Patient: ZLYVKO\_kavermoma, Plan: 4

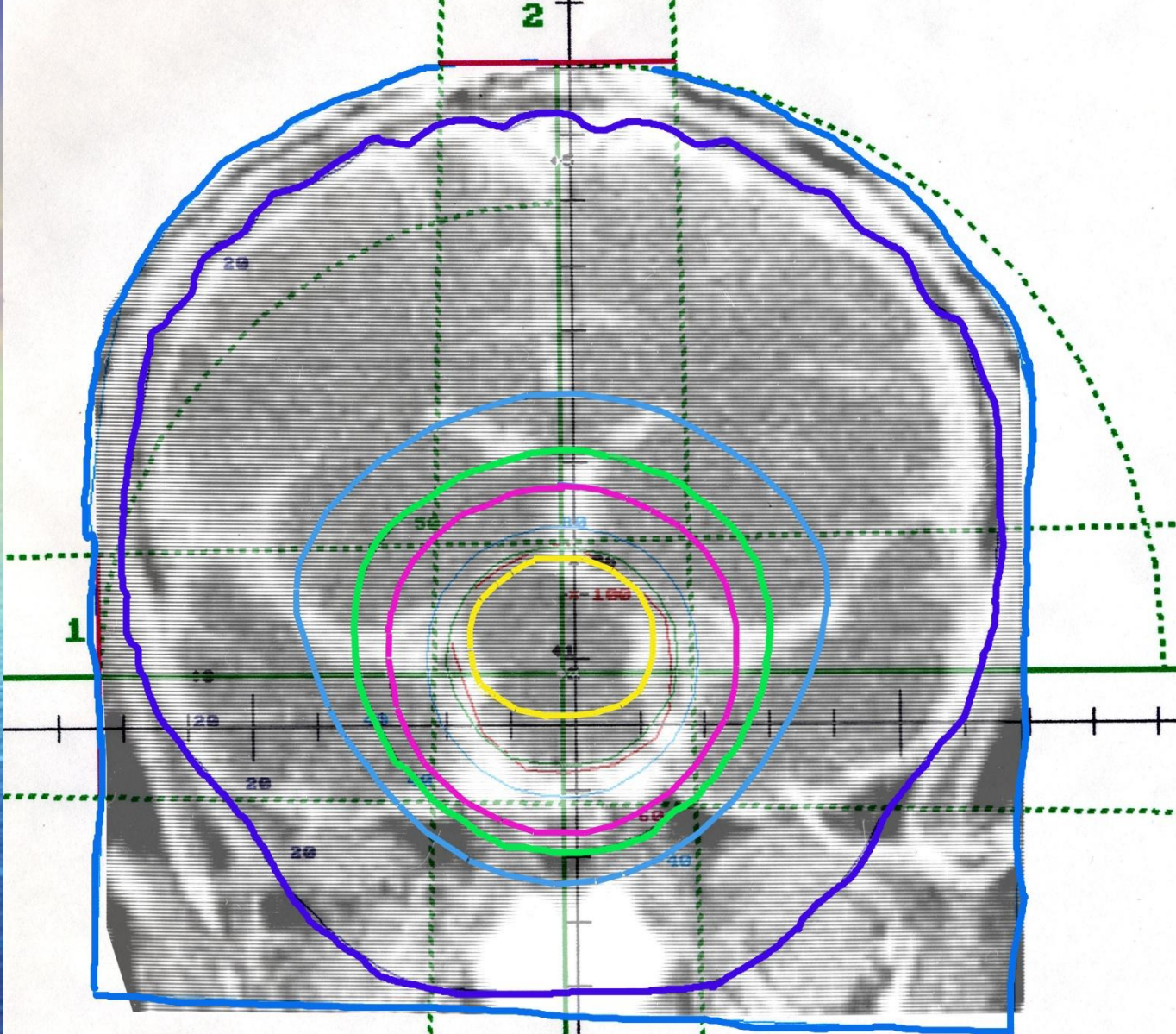






# Краниофарингиома

- Локальное облучение после нерадикальной операции или рецидиве
- Локальное облучение. РОД 1,8-2 Гр.  
СОД 54 Гр



CHECKED BY :

APPROVED BY :  
Chikrizov S.I.

12:41 on 02-06-2004 ROCS Ver 5.1.5  
of St.Petersburg COB



# Герминогенные опухоли

- Краниоспинальное облучение
- Локальное с включением в зону облучения желудочковой системы.
- СОД на ложе опухоли 54 Гр



BRAIN PLI 150

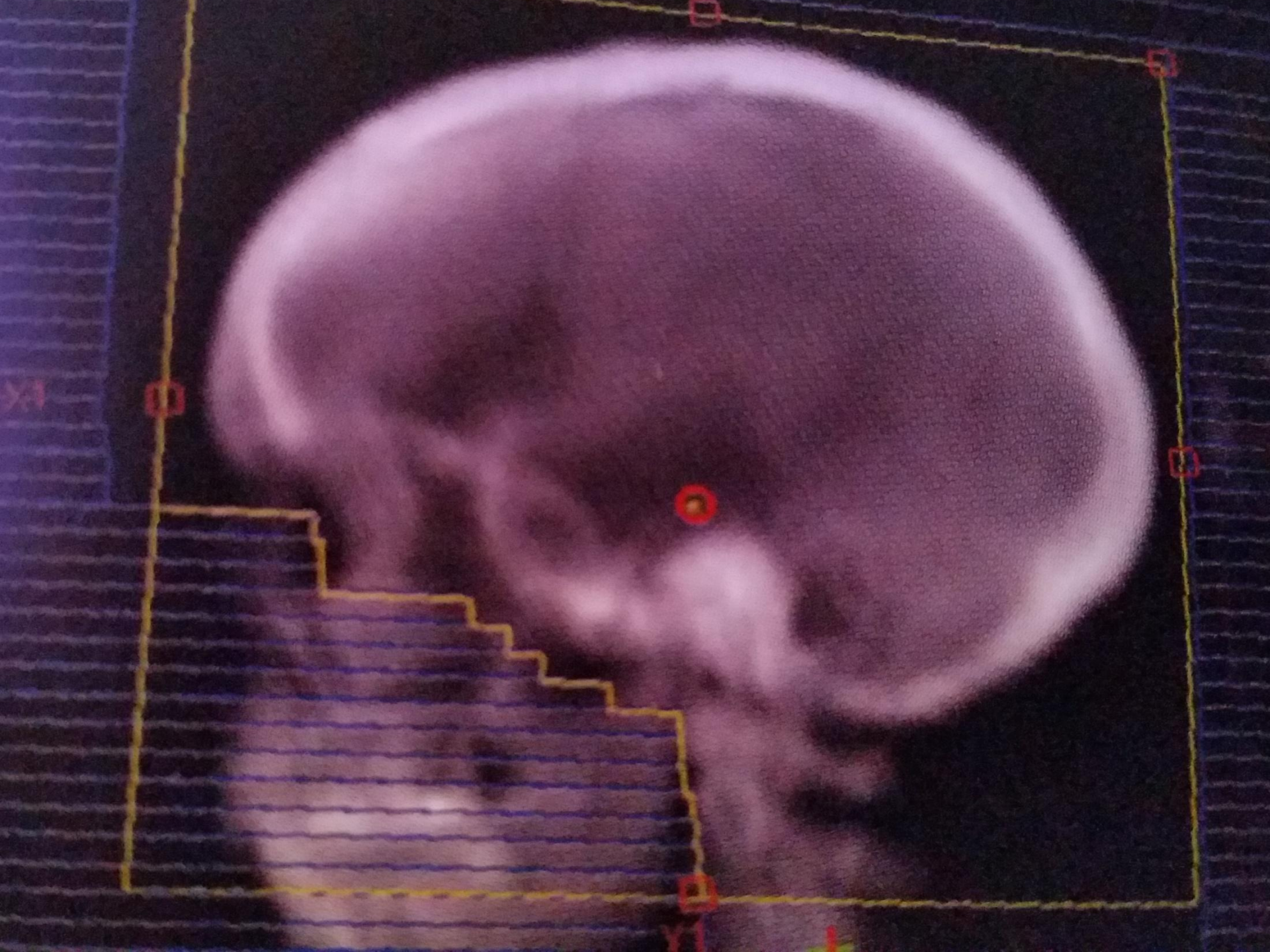
Scanned Head 150-0000



# Острые лейкозы

- Профилактическое облучение ЦНС
- РОД 1,6-2 Гр. СОД 12 Гр тотально
- Лечебный курс при нейрорлейкемии
- РОД 1,6-2 Гр. СОД 18-24 Гр тотально
- Облучение яичек при поражении
- РОД 2 Гр. СОД 24 или 12 Гр







# Саркома Юинга

- После краевой или частичной резекции или незначительной регрессии – 55 Гр
- После краевой резекции, значительной регрессии или после расширенной резекции – 45 Гр
- При уменьшении мягкотканного компонента менее 50% предоперационно 45Гр

# Объем облучения

- Границы полей облучения отстоят на 2-5 см от границ опухоли на момент диагностики и зависят от локализации:
- Конечности
- Таз
- Позвонки
- Лопатка
- Грудная стенка



# Тотальное облучение легких

- При наличии метастазов на момент диагностики
- РОД 1,5 Гр. СОД 15 Гр(до 14 лет)-18 Гр (после 14 лет)
- Не проводится если планируется тотальное облучение тела для последующей ТКМ

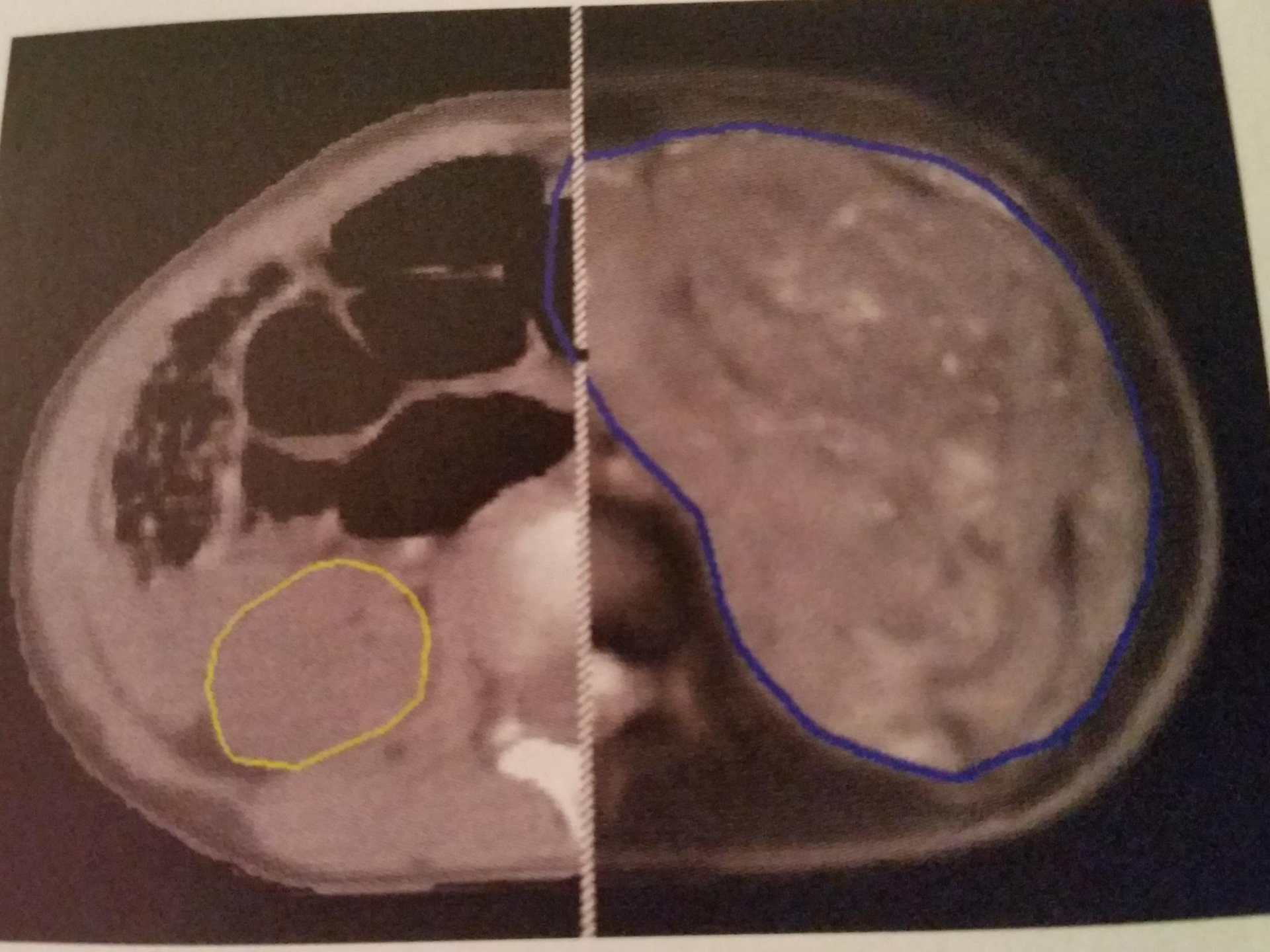
# нефробластома

- Показана при IIN+ и выше при низкой и средней степени злокачественности
- Показана при IIN+ и N- и выше при высокой степени злокачественности



# Объем облучения

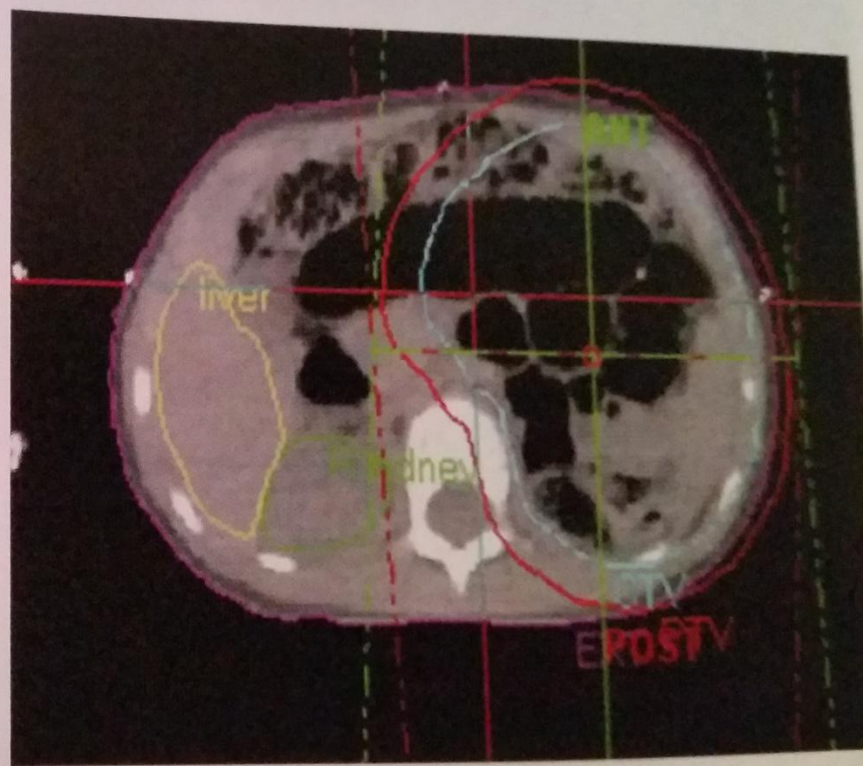
- Облучение половины или всего объема брюшной полости. РОД 1,5 Гр. СОД 15 Гр (не более 12 Гр на здоровую почку)
- Облучение ворот почки и парааортальных л/у. РОД 1,8 Гр. СОД 10,8 Гр







(a)

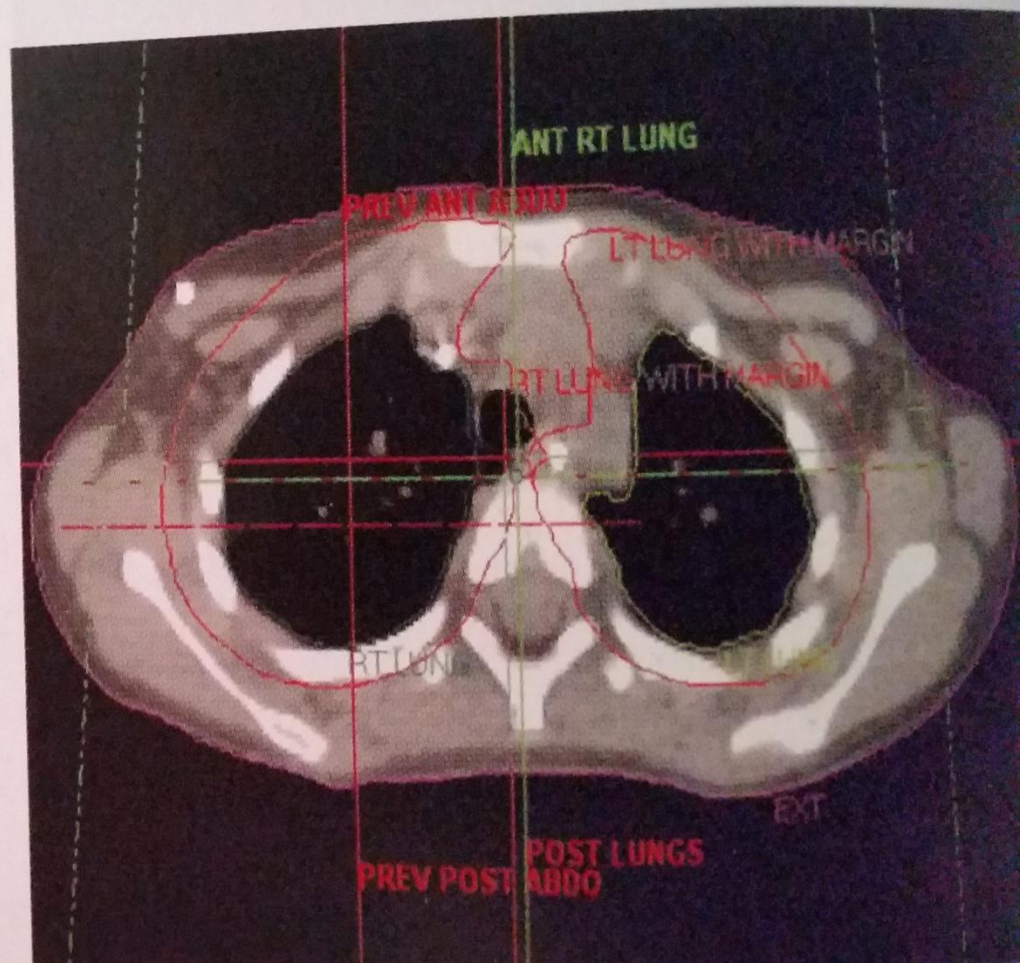
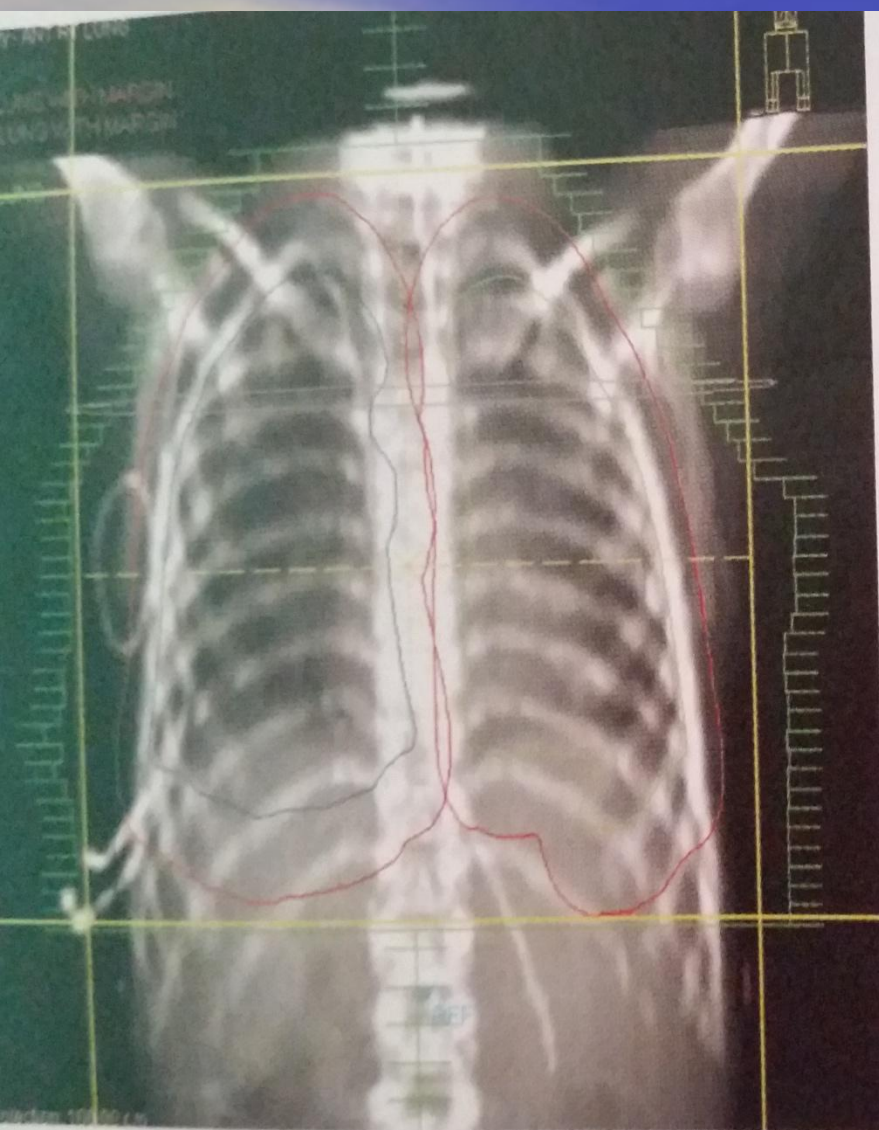


(b)

# Метастазы в легкие

- Тотальное облучение легких
- РОД 1,5 Гр. СОД 15 Гр
- Возможно локально добавить на отдельные очаги 10 Гр

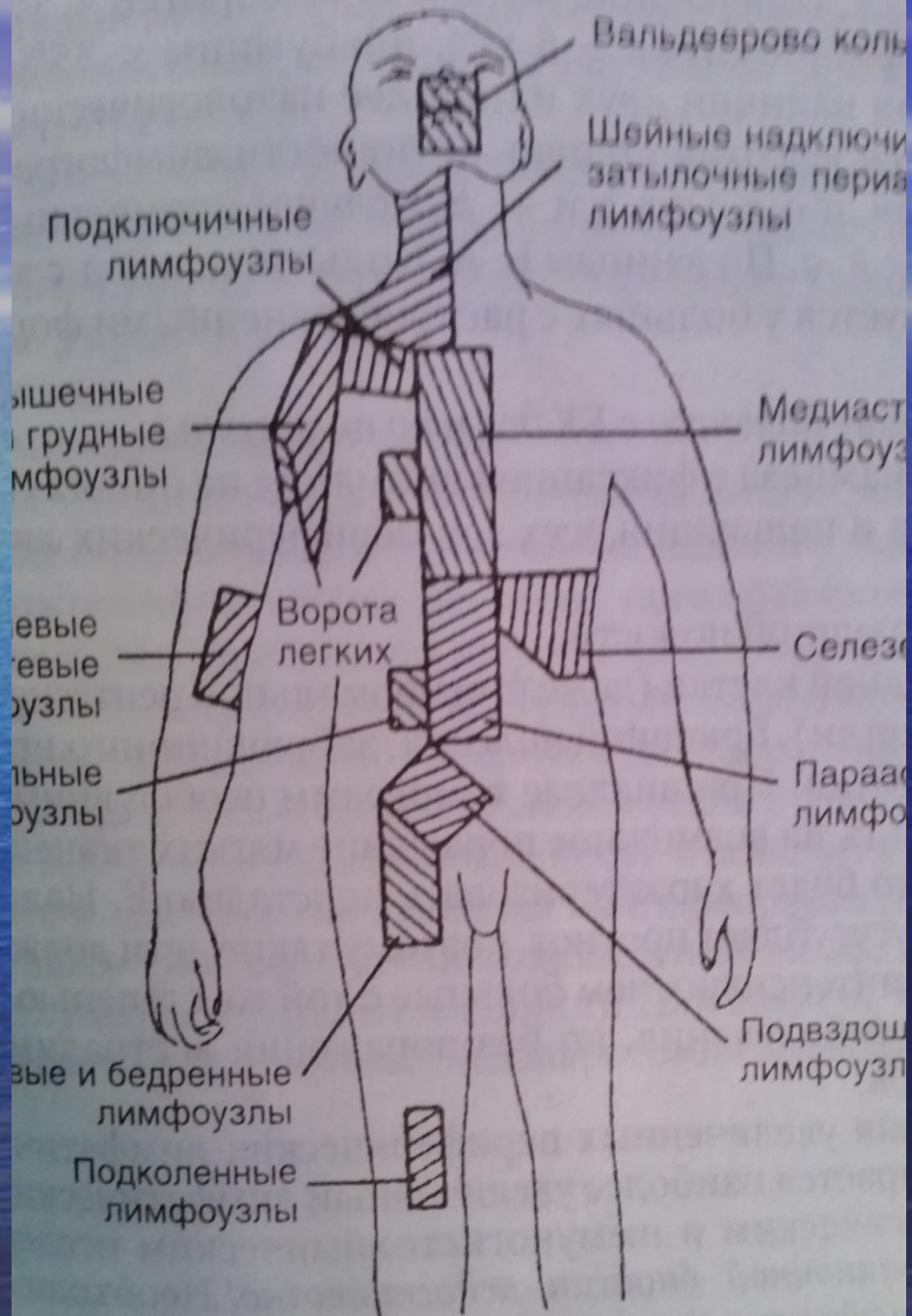




# Лимфогранулематоз лимфома Ходжкина

- Локальное облучение только пораженных зон после ПХТ
- РОД 1,8 -2 Гр. СОД 20-30 Гр





# Не-Ходжкинские лимфомы

- Самостоятельного значения не имеет
- Возможно применение облучения отдельных зон при резистентности к химиотерапии. Методика аналогична ЛГМ
- При лимфобластных лимфомах высокой степени злокачественности с неблагоприятным прогнозом – профилактическое облучение ЦНС



# нейробластома

- Послеоперационная ЛТ при II-III стадиях, паллиативная при IV
- При послеоперационной ЛТ облучается весь объем первичной опухоли. СОД 40Гр
- При паллиативной ЛТ - только манифестирующие очаги

# остеосаркома

- Только паллиативная противоболевая ЛТ
- Крайне редко облучение легких при метастазах



# Саркомы мягких тканей

- Облучается весь объем опухоли на момент начала лечения, включая не менее 3 см окружающих тканей
- СОД 40-45 Гр, дополнительно до 50-55 Гр на остаточную опухоль

# ретинобластома

- Контактная ЛТ с имплантацией игл с источниками Co-60, I-125, Ir-192. только при опухолях до 1 см
- Дистанционная ЛТ 45-50 Гр с тщательным экранированием хрусталика

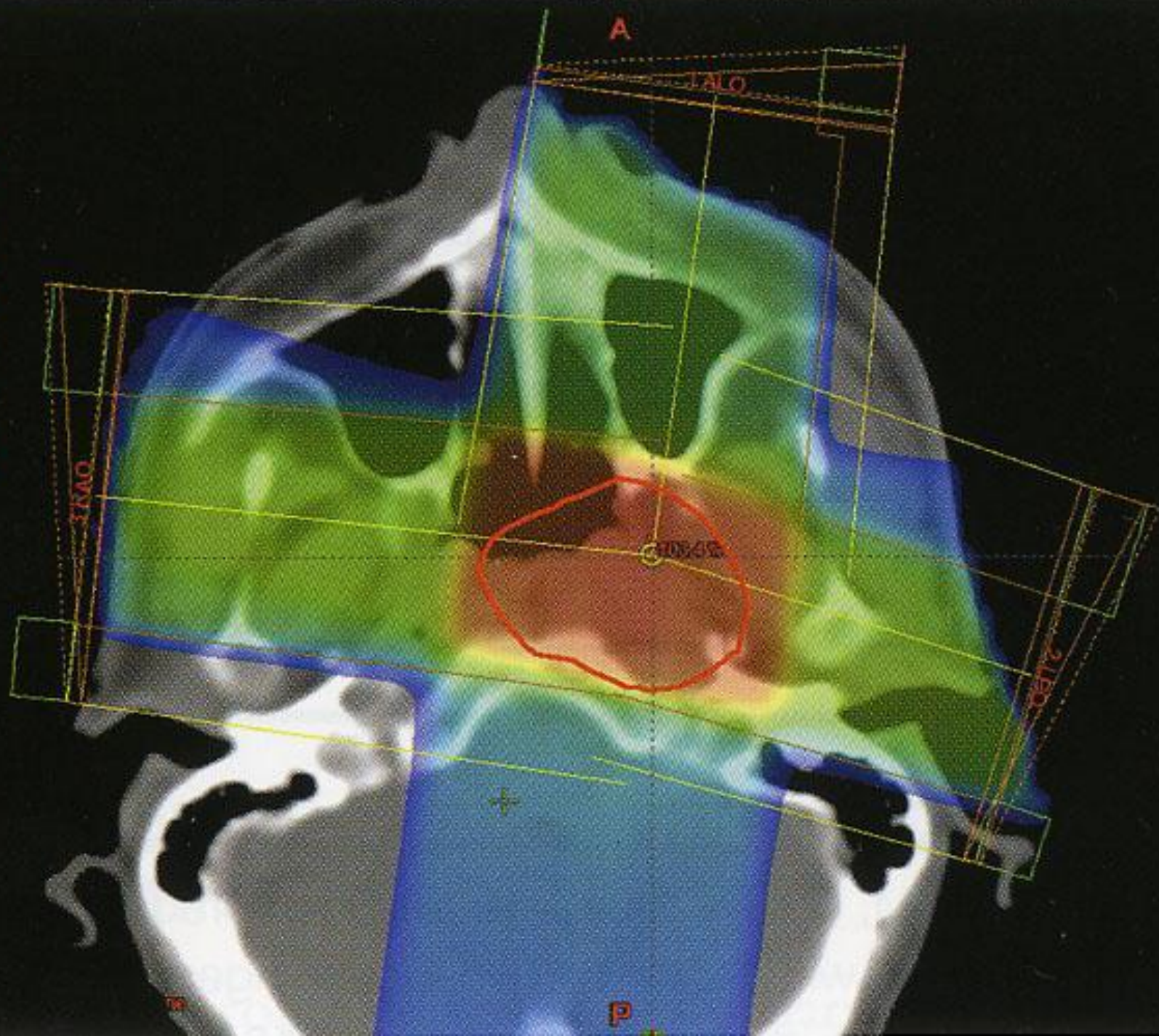




# Ювенальная назофарингеальная ангиофиброма

- ЛТ после нерадикальной операции или рецидивах
- СОД 34-36 Гр





# ГКО и АКК

- Локальная лучевая терапия в дозе 30-35 Гр



# Лучевые реакции и осложнения

- Существенно отличаются от таковых у взрослых
- Возможно усиление эффекта при сочетании с химиотерапией

# ГРУППЫ КРИТИЧЕСКИХ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА

*Орган (ткань, часть тела), облучение которого в условиях неравномерного облучения организма может причинить наибольший ущерб здоровью данного человека или его потомства, называют критическим.*

*В порядке убывания радиочувствительности критические органы относят к 1, 2 или 3 – й группам.*

## 1–я группа

*красный  
костный мозг,  
половые органы*

## 2–я группа

*мышцы,  
щитовидная железа,  
жировая ткань,  
печень, селезенка, легкие,  
хрусталики глаз,  
желудочно-кишечный  
тракт*

## 3–я группа

*кожный покров,  
костная ткань,  
кисти рук, предплечья,  
голени и стопы*



# кожа

- В последнее время осложнения встречаются редко
- Следует учитывать потенцирующее действие химиотерапии







# Гемопоэтические ткани

- Наиболее чувствителен костный мозг
- Из зрелых клеток наиболее чувствительны лимфоциты
- Изменения зависят от объема костного мозга, подвергающегося облучению

# селезенка

- При дозе свыше 40 Гр ( ЛГМ, нефробластома) возможно развитие гипоспленизма, приводящего к пневмококковому сепсису



# Растущие кости

- Угнетение роста, деформация скелета при дозах 30-40 Гр, иногда меньших
- Задержка роста при облучении позвоночника более 20 Гр
- Асептические некрозы головок бедер при сочетании кортикостероидов и ЛТ
- Диспропорция в длине конечностей

# Мягкие ткани и мышцы

- Атрофия мускулатуры шеи
- Атрофия скелетной мускулатуры приводящая к сколиозу



# Глаза

- Хрусталик наиболее чувствителен. 10-12 Гр приводит к катаракте
- Сетчатка довольно резистентна. При дозе свыше 50 Гр ретинопатия
- Доза свыше 50 Гр на хиазму и зрительный нерв может привести к нарушению и потере зрения

# Сердечно-сосудистая система

- Радиационные перикардиты, миокардиты, нарушения проводимости при дозах свыше 40 Гр, особенно в сочетании с ПХТ



# легкие

- Пульмониты через 2-6 месяцев
- Пневмосклероз через 6 и более месяцев
- Тяжесть осложнений зависит от объема облучения легочной ткани

# ЖКТ

- Лучевой эзофагит
- Острый энтерит



# Почки

- Нефропатия при превышении дозы 15 Гр
- Сочетание с химиотерапией усиливает поражающий эффект

# ЯИЧНИКИ

- Эффект зависит как от дозы, так и от возраста
- Предельная доза 20 Гр
- Перед облучением таза возможно выполнение овариопексии



# Яички

- Очень высокая чувствительность
- Оценить поражающий эффект ЛТ при лейкозах сложно, т.к. больные получают интенсивную ПХТ
- Необходимо дополнительное экранирование при облучении таза

# Молочные железы

- Гипоплазия может отмечаться уже при дозе 10 Гр, особенно если в зону облучения попадают ареола и сосок



# Эндокринная система

- Гипотиреозидизм
- Гиперпаратиреозидизм при дозе свыше 20 Гр
- Облучение гипофиза и гипоталамуса в дозах свыше 50 Гр может вызывать серьезные эндокринные нарушения

ВСЕ ЕСТЬ ЯД, И ВСЕ ЕСТЬ  
ЛЕКАРСТВО: И ТЕМ И ДРУГИМ  
ДЕЛАЕТ ЕГО ДОЗА

Парацельс





Спасибо за внимание.