

# Состояние и пути развития радиационной онкологии в России

**Рахманин Ю.А.  
МНИОИ им. П.А.Герцена (Москва)**

# Виды лучевой терапии

- Фотонная терапия – тормозное излучение 100кэВ – 20 мэВ, гамма-излучение – 1,25 мэВ
- Корпускулярная терапия – электроны 4-20 мэВ, бета-терапия
- Терапия тяжелыми заряженными частицами – протонная, ионная, нейтронная.

# Технология

клиническое планирование лечения с выбором способов облучения;

- получение анатомо-топографической информации;
- компьютерное дозиметрическое планирование сеансов облучения с выбором вида энергии излучения, способов подведения дозы;
- виртуальная верификация плана облучения;
- разметка центров и конфигураций полей облучения на коже пациента;
- визуальная верификация зоны облучения;
- тщательная многократная укладка пациента на процедурном столе с использованием фиксирующих устройств, центраторов, световой имитации полей облучения и т.д.;
- процедура облучения пациента;
- систематический мониторинг облучаемого объема и мишени с возможной коррекцией плана облучения;
- дозиметрия.

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

## «ОБЛУЧАТЕЛИ»

- Аппараты рентгенотерапии
- Гамма-терапевтические (кобальтовые) аппараты
- Медицинские ускорители электронов
- Протонные (протонно-ионные) комплексы
- Комплексы нейтронной терапии
- Комплексы радионуклидной терапии

# Топометрическое оборудование

- Рентгеновский симулятор
- Рентгеновский компьютерный томограф
- МРТ
- ПЭТ/КТ

# СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕАНСОВ ОБЛУЧЕНИЯ

- 2D
- 3D
- 4D
- Система виртуальной визуализации

# Потребность в лучевой терапии

- В России ежегодно 450 тыс. больным впервые устанавливается диагноз злокачественных новообразований (1–2 стадия – 40%, 3 стадия – 26%, 4 стадия – 24%).
- Практически все больные 3–4 ст. и 50% с 1–2 стадиями заболевания нуждаются в лучевой терапии, т.е. около 70% (315 тыс.) первичных больных подлежат лучевой терапии.
- В развитых странах лучевая терапия проводится 70% больным.
- В России – 20%–50% больным, т.е. более 100 тыс. пациентов не получают лечение в полном объеме.

# В онкологических учреждениях России имеется:

- 140 отделений радиотерапии
- Медицинские ускорители – 90 (в США 3000)
- Гамма-аппараты для дистанционной терапии – 270
- Аппараты для контактной гамма-терапии – 108
- Рентгеновские симуляторы – 22
- Компьютерные томографы, используемые для нужд топометрии – 18
- Системы компьютерного дозиметрического планирования – 90
- Клинические дозиметры – 150
- Анализаторы дозного поля – 74
- Системы иммобилизации – 10
- Комплексы протонной терапии на базе физических ускорителей – 3 +1 (подготовительные работы для ввода в эксплуатацию)
- Комплексы нейтронной терапии – 2
- Отделение радионуклидной терапии – 1 (12 коек)



# НЕОБХОДИМО:

В настоящее время в России 1 аппарат дистанционной лучевой терапии на 400 тыс. населения (в развитых странах на 100 тыс. населения).

Рекомендации ВОЗ для развивающихся стран - 1 аппарат на 250 тыс. населения.

Необходимое количество радиотерапевтической аппаратуры для облучения и топометрии

- аппараты для наружного облучения – 600;
- аппараты для контактной лучевой терапии – 170;
- рентгеновские симуляторы – 190;
- компьютерные томографы – 190;
- аппараты рентгенотелевидения – 170.

# Гарантия качества

- Гарантия качества лучевой терапии – это система процедур, которая обеспечивает соответствие медицинского назначения и надежного выполнения этого назначения, минимизацию соотношения дозы на окружающие опухоль здоровые органы (и ткани) и дозы в объеме мишени.
- Гарантия качества связана со всеми аспектами лучевой терапии и должна включать все группы персонала, т.к. все мероприятия, обеспечивающие гарантию качества, взаимосвязаны.

# Конформность

– согласованность, соответствие

- Для оптимизации лучевой терапии необходимо конформное облучение, позволяющее в трех проекциях выбрать наиболее рациональные условия лучевого воздействия с минимальным влиянием на окружающие ткани, что позволяет увеличить суммарную очаговую дозу с традиционных 60–70 Гр до 80–90 Гр
- Конформная лучевая терапия обеспечивает прецизионное облучение за счет улучшения качества изображения, технологий облучения и защиты окружающих тканей.

# Современные требования гарантии качества и конформности облучения

- Значения поглощенной дозы в облучаемом объеме мишени должны находиться в интервале  $+5\% \dots -7\%$  от заданной терапевтической дозы (МКРЕ).
- Решение задачи достижения терапевтической дозы в опухоли должно соответствовать минимизации лучевой нагрузки на критические органы и ткани.
- Необходимо реализовать на высоком уровне все основные элементы технологической цепочки: диагностика, предлучевая топометрия, дозиметрическое планирование, иммобилизация, клиническая дозиметрия, верификация и контроль эффективности лечения, документирование и т.д.
- Должно быть организовано соответствующее информационное и сервисное сопровождение.

# Дополнительные требования

- Необходимо строгое соблюдение технологии, повышенная точность и надежность всех ее элементов. Нарушение «технологической дисциплины» ведут не только к потере качества, но и к негативным последствиям.
- Обязательным условием для проведения современной лучевой терапии являются адекватное организационно-экономическое обеспечение, технические регламенты и законодательная база.

Уровень качества и конформности повышается с повышением уровня развития техники и технологий лучевой терапии.

# Необходимые начальные условия для гарантии качества и конформности

- Компетентное планирование, проектирование и качественное строительство.
- Системное оснащение соответствующим оборудованием, обеспечивающим возможность реализации достаточного уровня качества и конформности.
- Подготовка квалифицированных кадров, владеющих соответствующими технологиями.
- Адекватное финансовое обеспечение последующей эксплуатации.

# Уровни радиационных терапевтических центров

## I уровень

- Выполняется лучевая терапия основных локализаций; обеспечивается удовлетворительный уровень качества облучения; используются общепринятые методики.
- Оснащение  
Не менее 2-х аппаратов для дистанционной лучевой терапии (Co-60, ускоритель 5-6 МэВ без электронного пучка) и одного аппарата для контактной лучевой терапии. Для топометрии обязательно рентгеновский симулятор и желательно рентгеновский компьютерный томограф; УЗИ; система дозиметрического планирования (2D, желательно 3D); комплекс аппаратуры для клинической дозиметрии, иммобилизации пациента. Аппаратура для физической модификации-желательно (гипертермия, гипоксия, лазерная терапия и т.д.).

## II уровень

- Выполняется лучевая терапия основных локализаций;  
обеспечивается хороший уровень качества и начальный уровень конформности облучения; используются более сложные методики.
- Оснащение  
Дополнительно оснащается ускорителем 6–20 МэВ с набором электронных пучков; используется МЛК, обязательно 3D-дозиметрическое планирование; для топометрии обязательно РКТ и желательно МРТ; желательна порталная визуализация.

## III уровень

- Выполняется лучевая терапия более широкого спектра локализаций;  
обеспечивается высокий уровень качества и конформности облучения; используются сложные методики формирования поля и планирования облучения; желательно использовать радионуклидную терапию с открытыми источниками.
- Оснащение  
Кроме оборудования I-го и II-го уровня, оснащается системой стереотаксиса; обязательна порталная визуализация; дополнительно обеспечиваются IMRT и визуально управляемое облучение (IGRT); для топометрии желательно использовать ОФЭКТ, ПЭТ, ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ; для дозиметрического планирования – система 4D.



## IV уровень

- Дополнительно повышается уровень конформности и появляется возможность прецизионного облучения малых мишеней за счет использования высокоточного пространственного фокусирования фотонных пучков.
- Оснащение  
Кроме оборудования III-го уровня, оснащается комплексами для радиационной хирургии типа «гамма-нож» и «кибер-нож».

## V уровень

- Обеспечивается максимально возможный уровень качества и конформности облучения малых мишеней за счет использования особых физических свойств адронных излучений (протоны, тяжелые ионы, пи-мезоны, нейтроны) и применения нейтронно-захватной терапии. Обязательно использование радионуклидной терапии с открытыми источниками.
- Оснащение  
Кроме оборудования IV уровня, создаются специализированные комплексы: для ПЛТ, нейтронной и нейтронно-захватной терапии. Для топометрии обязательно использование ОФЭКТ, ПЭТ, ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ.

# ЦЕЛЕСООБРАЗНО:

- I – уровень 50-60
- II – уровень 30-40
- III – уровень 20-25
- IV – уровень 5-7
- V - уровень 4-5

# Необходимые меры по развитию лучевой терапии в России

- Создание системы подготовки и повышении квалификации кадров (радиотерапевтов, медицинских физиков, инженеров, среднего медицинского и технического персонала и т.д.).
- Издание учебной и методической литературы.
- Создание системы медико-физического и технического сервиса.
- Финансовое обеспечение функционирования оборудования и технологии в клиниках.
- Разработка и организация производств отечественного медицинского радиационного оборудования.

# Необходимые меры по развитию лучевой терапии в России

- Разработка нормативной документации, создание законодательной базы.
- Создание системы аттестации, лицензирования и сертификации кадров, оборудования, организаций.
- Разработка методов проектирования и оснащения радиологических корпусов, методов и критериев оценки и контроля качества для использования при закупке и последующей эксплуатации комплексов.
- Создание современных онкорadiологических центров конвенциональной конформной лучевой терапии, радионуклидной терапии открытыми источниками, адронной лучевой терапии.