



МИНИСТЕРСТВО  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Методические руководства

## **Конформная лучевая терапия при лечении детей с онкологическими заболеваниями**

ID: **MP7**

URL:

Профессиональные ассоциации:

- **Российское общество детских онкологов**

**Оглавление**

Введение .....	3
1. Развитие технологии.....	3
2. Предпосылки для включения КЛТ в программы лечения детей .....	5
3. Подготовка и проведение КЛТ .....	5
4. Оборудование для проведения конформной лучевой терапии .....	7
Приложение 1. Состав рабочей группы.....	8

## Введение

**Конформная лучевая терапия (КЛТ)** (*conformis* (лат.) — «подобный», «сообразный») – техника дистанционной лучевой терапии высокой точности, основанная на определении трехмерного объема опухоли и анатомии критических органов.

Под конформным облучением (3D-конформное облучение или 3D-CRT) понимают такое облучение, когда форма облучаемого объема максимально приближена к форме (конфигурации) опухоли. С одной стороны, выполняется прецизионность (точность) облучения – когда в облучаемый объем попадают все части опухоли, которая может иметь неправильную форму, а с другой – селективность – когда ограничено (минимизировано) облучение окружающих опухоль нормальных тканей и критических органов.

Благодаря сочетанию прецизионности и селективности при КЛТ развивается меньшее число лучевых повреждений со стороны окружающих здоровых тканей за счет уменьшения на них лучевой нагрузки, чем при сравнимых дозах, но неконформного (конвенционального) 2D-облучения.

К конформной лучевой терапии относятся 3D-CRT, IMRT (intensity-modulated radiation therapy – лучевая терапия, модулированная по интенсивности), IGRT (image guided radiation therapy – лучевая терапия, корректируемая по изображениям), стереотаксическое облучение, включая Cyber-knife, облучение протонами. Для правильного проведения КЛТ необходимо наличие соответствующего лечебного оборудования, корректного изображения первичной опухоли и окружающих ее структур, полученного с помощью РКТ или МР, жесткая иммобилизация больного на симуляционном и лечебном столе и учет возможного физиологического движения опухоли и других окружающих органов.

### 1. Развитие технологии

При конвенциональной лучевой терапии используются простые методики облучения больных (прямоугольные поля облучения с применением стандартных блоков, болюсов, клиньев и пр.). При топометрической подготовке выбор границ лечебного поля и центра осуществляется на основе проекции на кожу больного, а само планирование облучения чаще выполняется на основе одного (центрального – на уровне середины мишени) или реже – нескольких поперечных срезов, изготовленных на основе поперечных компьютерных томограмм. Выбранный план облучения проверяется на симуляторе и реализуется на дистанционных лечебных установках – линейном ускорителе электронов, что предпочтительнее у детей, или гамма-терапевтическом аппарате. При этом формирование радиационного поля выполняется при помощи первичных коллиматоров установок (линейного ускорителя либо гамма-терапевтического аппарата), а лечебного

поля – использованием специальных (реже – индивидуальных) свинцовых блоков, которыми защищают (экранируют) нормальные органы и ткани.

Развитие и совершенствование диагностического и лечебного оборудования, самих технологических подходов к лечению различных локализаций опухолей позволило улучшить качество подготовки к облучению и проведения процедур.

В отличие от конвенционального (2D) облучения конформная лучевая терапия требует обязательного трехмерного планирования выбранного объема лечения, выполненного на основе пакета компьютерных или магнитно-резонансных томограмм, сделанных с шагом 2-5 мм. Улучшенные планы 3D по сравнению с 2D облучением можно охарактеризовать следующими сравнительными вариантами: лучшие показатели равномерности облучения опухоли жизненно важных органов и/или снижение лучевых нагрузок на жизненно важные органы и ткани.

Совершенствованием оборудования явилось и создание многолепесткового коллиматора (МЛК), позволяющего перемещать формирующие радиационное поле лепестки с помощью компьютера и создавать поля сложной конфигурации, соответствующее форме опухоли. Существенным расширением технологического подхода является и возможность динамического изменения с помощью МЛК конфигурации радиационного поля при изменении направлений облучения, а также реализации модуляции интенсивности пучка, т.е. проведения лучевой терапии, модулированной по интенсивности (IMRT).

Изменились и требования, предъявляемые к определению необходимых доз и объемов облучения. Так, в 1993 году в отчете 50 ICRU (International Commission on Radiation Units & Measurements – Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям – МКРЕ) обновлены рекомендации для определения значений доза/объем и предложено определение объема мишени.

Объем мишени был разделен на три различных объема: (а) видимой опухоли, или общего объема опухоли (GTV – gross tumor volume), (б) клинического объема мишени (CTV – clinical target volume) – объема GTV + микроскопического распространения опухоли, и (в) планируемого объема мишени (PTV – planning target volume) – CTV + объема для учета геометрических погрешностей и других факторов. GTV и CTV являются клинико-анатомическими понятиями, которые определяются перед выбором метода и техники лечения. PTV определяется заданием специфических полей, которые добавляются вокруг CTV для контроля смещения или движения органов, опухоли и пациента, неточности в настройках пучка излучения и/или фиксации пациента и любые другие факторы неопределенности. PTV является статическим значением, и эта

геометрическая концепция используется для планирования лечения и для спецификаций дозы. Размер и конфигурация PTV напрямую зависят от объема GTV/CTV и эффектов, обусловленных движениями органов и опухоли, технических аспектов техники лечения (например, фиксации больного).

## **2. Предпосылки для включения КЛТ в программы лечения детей**

Современные протоколы лечения при большинстве опухолей у детей требуют подведения высоких суммарных очаговых доз (СОД) порядка 45 – 55 Гр и более (первичные опухоли головного мозга, костные и мягкотканые саркомы, недифференцированный рак носоглоточного типа, ретинобластома и др.). В то же время известны поздние осложнения лучевого лечения – функциональных и косметических нарушений со стороны нормальных растущих органов и тканей, попадающих в зону воздействия таких высоких СОД. Во избежание острых и поздних реакций и осложнений стандартом является применение ежедневного (5 дней в неделю) облучения разовыми очаговыми дозами 1.5 – 1.8 Гр (реже – 2.0 Гр) и нет протоколов лечения опухолей детского возраста с использованием средних (3.0 – 4.0 Гр) и особенно крупных (5.0 Гр и более) фракций облучения. При ряде онкологических заболеваний успехи лекарственной терапии позволили уменьшить СОД облучения с 40 Гр до 10–26 Гр (нефробластома, нейробластома, лимфома Ходжкина и др.) и снизить частоту постлучевых осложнений. Однако уменьшение СОД при большинстве опухолей приводит к возрастанию частоты местных рецидивов и ухудшению результатов комплексного лечения. Именно при таких опухолях (медуллобластоме, эпидиндимоме, глиобластоме, рабдомиосаркоме, саркоме Юинга и ряде других) и показано проведение конформной лучевой терапии.

Методика 3D-CRT сложна в подготовке и проведении по сравнению с 2D-XRT (конвенциональным облучением), она достаточно широко используется для лучевого лечения многих злокачественных опухолей, но чаще применяется в сложных областях тела, таких как ЦНС, голова и шея, грудная клетка, органы таза.

И хотя при различных опухолях продолжается изучение доказательств повышения показателей выживаемости 3D-CRT по сравнению с 2D-XRT, уменьшение токсичности лечения при использовании КЛТ является уже общепризнанным. Некоторую озабоченность вызывают сообщения об увеличении радиационного повреждения нормальной ткани при 3D-CRT с последующим возрастанием частоты вторых опухолей (с 1% до 2%), однако такие утверждения требуют качественного анализа, более крупных исследований и длительного срока наблюдений.

## **3. Подготовка и проведение КЛТ**

После принятия решения о необходимости использования у больного лучевой терапии анализируются рентгеновские компьютерные и/или магнитно-резонансные томограммы, на которых отражена максимальная распространенность опухолевого процесса – как основополагающие данные для планируемого процесса лечения. С помощью РКТ и/или МР уточняется и состояние (динамика в процессе предшествующего лечения, если оно выполнялось) опухоли на момент проведения облучения. Возможность трехмерного моделирования позволяет достаточно точно определить объемы и взаиморасположение опухоли и окружающих нормальных органов и тканей, включая органы риска.

Во время предлучевой подготовки положение и размеры опухоли и окружающих органов и тканей определяют на рентгеновских симуляторах и РКТ или реже МР. В связи с возрастом или беспокойным поведением для лучшей фиксации и воспроизведения положения тела при последующем лечении часть пациентов нуждается в медикаментозном сне. С помощью световой и лазерной центрации на теле больного отмечаются опорные метки, по которым впоследствии будет выполняться укладка для проведения сеансов облучения. Важна воспроизводимость одинакового положения больного во время всех процедур подготовки и лечения, чему способствуют различные фиксирующие приспособления. Полученные при сканировании области облучения изображения пересылаются в систему планирования, на которой на основании заданий облучения (объемы, цели облучения, разовые и суммарные дозы, режимы фракционирования, органы риска и пр.) определяются параметры облучения (вид и энергия излучения, размеры, направления и количество пучков и др.) и рассчитывается дозное распределение, целесообразность использования защитных блоков, коллиматоров и компенсаторов (для экранирования нормальных тканей).

После изготовления программы лечения производится проверка (симуляция) выбранного плана облучения на лечебном аппарате – воспроизводятся условия облучения больного под визуальным контролем облучаемой области с помощью рентгеновских симуляторов или КТ-симуляторов. Имитация процесса облучения позволяет сравнить выбранный компьютерный план облучения с реальным процессом лечения и, при необходимости, скорректировать его. После утверждения плана лечения начинается курс лучевой терапии. Учитывая, что облучение проводится чаще всего в течение 2-6 недель, проверку параметров лечения и, при необходимости, коррекцию проводят неоднократно.

#### 4. Оборудование для проведения конформной лучевой терапии

1. Рентгеновский КТ-симулятор
2. Рентгеновский компьютерный томограф / магнитно-резонансный томограф
3. Ускоритель электронов, генерирующий пучок тормозного (фотонного) излучения с энергией от 6 до 20 МэВ.
4. Компьютерный томограф с коническим пучком, интегрированный в линейный ускоритель (Con-beam CT).
5. Многолепестковый и/или микролепестковый коллиматор.
6. Устройство для получения портальных изображений (Portal image)
7. Лазерная и световая центрация
8. Аппаратура для активного контроля за дыханием (Real-Time Position Management – RPM respiratory gating), система задержки дыхания (Active Breathing Coordinator) и др.
9. Фиксирующие приспособления: термопластические маски, приспособления для фиксации больного в положении на животе и компрессии брюшной полости, вакуумные матрацы и пр.

## Приложение 1. Состав рабочей группы

**Авторский коллектив:**

Белова В.П., Глеков И.В., Григоренко В.А., Яркина А.В., Сусулева Н.А.