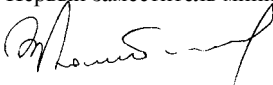


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель министра здравоохранения



В.В. Колбанов

13 мая 2005 г.

Регистрационный № 18-0105

**ПРЕДЛУЧЕВАЯ ПОДГОТОВКА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕМНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ**

Инструкция по применению

Учреждение-разработчик: Научно-исследовательский институт онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова

Авторы: канд. мед. наук, доц. Н.А. Артемова, канд. мед. наук И.И. Минайло, канд. техн. наук А.Г. Страх, Е.Ф. Фидарова, С.А. Хоружик

ВВЕДЕНИЕ

Изучение состояния медицинской помощи в развитых индустриальных странах показывает, что почти 70% всех онкологических больных получают лучевую терапию либо как основной вид лечения, либо в качестве паллиативного метода, либо в форме адъювантной терапии (Голдобенко Г.В., Канаев С.В., 1997; Perez С.А., Luther W.B., 1998; DeVita V.T., Hellman S., Rosenberg S.A., 2001).

Лучевая терапия (ЛТ) — крайне техноемкая отрасль медицины, основная задача которой состоит в подведении к опухоли туморцидной дозы при минимально возможной лучевой нагрузке на прилежащие здоровые органы и ткани, так как повышая эффективность лечения онкологических больных, ЛТ сопровождается развитием лучевых осложнений со стороны окружающих опухоль здоровых тканей. Поэтому, как ни одна другая отрасль медицины, ЛТ требует максимальной точности на всех этапах ее проведения.

Согласно заключению экспертов ВОЗ, успех ЛТ примерно на 50% зависит от радиочувствительности опухоли, на 25% — от аппаратного оснащения и на 25% — от выбора рационального плана лечения и точности его воспроизведения от сеанса к сеансу облучения (Дарьялова С.Л., Бойко А.В., Черниченко А.В., 2000). Поэтому предлучевая подготовка является крайне важным этапом в проведении лучевого лечения онкологическим больным. Ошибка, допущенная при подготовке к облучению, ведет к систематическому отклонению, повторяемому при каждом сеансе лечения.

Задача планирования ЛТ заключается в том, чтобы с учетом индивидуальной анатомо-топометрической информации, радиобиологических параметров и допустимых уровней нагрузок на критические органы выбрать из множества возможных условий облучения их оптимальную комбинацию. Расчет дозного распределения в объеме тканей, подвергаемых облучению, необходим для определения дозы, получаемой окружающими опухоль здоровыми тканями и критическими органами в процессе лечения. Выбор параметров облучения проводится с учетом уровней толерантности окружающих нормальных тканей.

В идеальном варианте объем, подвергаемый лечебному воздействию, должен быть максимально близок к планируемому, но боль-

шее или меньшее совпадение этих объемов зависит от анатомической локализации опухоли, качества излучения и используемого радиотерапевтического оборудования.

Появившееся в последние годы современное радиотерапевтическое оборудование позволяет реализовать эту задачу на практике. Использование трехмерного планирования (3D), позволяющего перейти от применяемых ранее расчетов распределения доз по одноплоскостным сечениям-срезам тела на уровне середины мишени к объемному планированию, дает возможность создать необходимые распределения дозы по всему объему мишени с максимумом в зоне опухоли и снизить до минимума дозовые нагрузки в зоне окружающих нормальных тканей.

На рис. 1 и 2 представлены гистограммы доза–объем (DVH) для планируемого объема мишени (PTV) при раке предстательной железы и критических органов (мочевой пузырь, прямая кишка) для 2D- и 3D-планирования. Объемное (3D) планирование позволяет получить лучшее распределение дозы для мишени-опухоли (гистограмма имеет форму прямоугольника) и уменьшить лучевую нагрузку на мочевой пузырь.

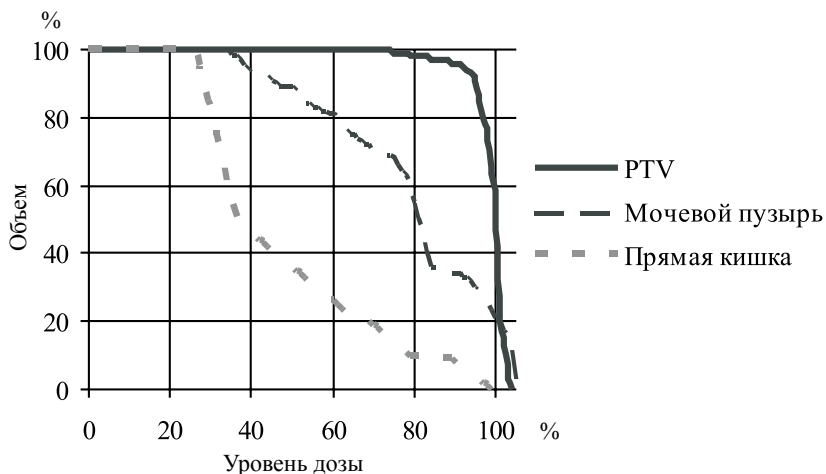


Рис. 1. Гистограмма доза–объем при 2D-планировании

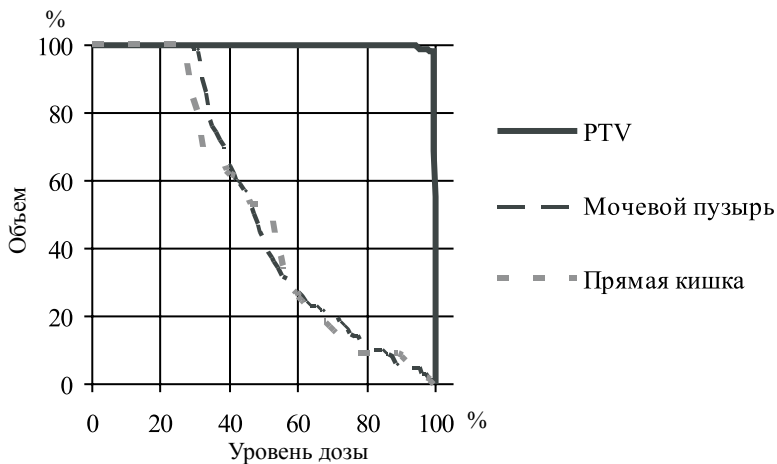


Рис. 2. Гистограмма доза–объем при 3D-планировании

Развитие диагностической и радиотерапевтической техники, все более широкое внедрение рентгеновских компьютерных томографов в практику дозиметрического планирования, появление современных высокопродуктивных алгоритмов расчета доз привели к развитию новой методики облучения — конформной ЛТ.

Термин «конформная лучевая терапия» используется в настоящее время для условий облучения, когда изоповерхность высокой дозы соответствует заданной мишени. Отдельные лечебные центры могут использовать для достижения конформности разные методы в зависимости от имеющихся у них технических средств.

В процессе диагностики и подготовки к лучевому лечению важное значение имеет максимально точное определение распространенности опухолевого процесса: локализации, размеров и конфигурации опухолевых очагов, являющихся мишенью радиотерапевтического воздействия, а также оценка состояния находящихся рядом критических органов. При этом обязательным является использование максимально возможной информации, получаемой с помощью современных диагностических (рентгенологических, ультразвуковых, радиоизотопных) методов исследования.

Для получения данных, необходимых для планирования ЛТ, следует соблюдать условия, идентичные условиям проведения ЛТ в дальнейшем.

Результатом планирования является выбор программы облучения с последующей проверкой на симуляторе правильности выбора направлений пучка излучения и размеров полей (моделирующее устройство).

При проведении лучевого лечения формирование конформного распределения дозы с учетом результатов объемного планирования возможно при использовании индивидуальных блоков, мантйных полей, болусов, компенсаторов. Наиболее перспективным средством реализации трехмерной конформной ЛТ являются современные ускорители, оборудованные многопластинчатым коллиматором и системой модулирования интенсивности излучения, позволяющие формировать поля облучения любой конфигурации.

Для избежания ошибок при проведении предлучевой подготовки необходимо четкое оформление документации на всех этапах. Это позволит при последующем наблюдении за больным выявить причины неэффективности проведенного лечения и возникновения лучевых осложнений, внести корректировку в программу подготовки к лечению, что обеспечит выполнение программы гарантии качества ЛТ, которой в последнее время во всем мире уделяется большое внимание.

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

3D-планирование и конформное облучение позволяют более точно рассчитать параметры облучения и более качественно провести ЛТ всем пациентам, которым назначается дистанционное облучение как при проведении радикального курса ЛТ, так и в плане пред- и послеоперационного облучения, а также паллиативного лечения. Однако наиболее полно преимущества метода проявляются при облучении глубоко залегающих опухолей сложной конфигурации органов грудной и брюшной полостей, а также опухолей головного мозга.

Учитывая сложные технические условия, связанные с отсутствием в ряде онкологических учреждений республики современного радиотерапевтического оборудования, данное облучение необходимо в первую очередь проводить больным, подлежащим радикальному лучевому лечению, а также при облучении очагов, расположенных рядом с жизненно важными органами.

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Радиотерапевтический комплекс или, при его отсутствии, линейный ускоритель электронов.
2. Рентгеновский компьютерный томограф и рентгеновский симулятор (при отсутствии радиотерапевтического комплекса).
3. Система планирования.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА

На начальном этапе проводится полное клиническое обследование больного, в ходе которого определяются локализация, степень распространенности, стадия и морфологический тип опухоли. На этом этапе принципиально решается вопрос о необходимости проведения пациенту ЛТ. Назначение облучения является клиническим решением, основанным на мнении и опыте лучевого терапевта о данном виде заболевания и конкретной клинической ситуации. Если вопрос о применении ЛТ решен, определяется, какое лучевое лечение должно быть применено (радикальное или паллиативное), какая схема лечения оптимальна и какая в действительности возможна для больного, для персонала и с учетом имеющейся аппаратуры. При этом следует придерживаться существующих стандартов и протоколов лучевого лечения по каждой локализации злокачественной опухоли.

Данное решение оформляется в виде записи в истории болезни за подписью лучевого терапевта (лечащего врача) и заведующего отделением. После принятия такого решения лучевой терапевт записывает пациента на первичную симуляцию.

Первичная симуляция осуществляется лучевым терапевтом, рентгенологом и рентгенолаборантом.

Пациента регистрируют в журнале учета 3D ЛТ, который постоянно находится в помещении симулятора. Рентгенолаборант вносит в журнал следующую информацию: дату первичной симуляции, Ф.И.О пациента, отделение, облучаемую локализацию, фамилию лучевого терапевта.

Изготовление фиксирующих устройств осуществляет рентгенолаборант (технолог), работающий на симуляторе.

Лучевой терапевт заполняет карту подготовки к 3D ЛТ. В нее вносится информация о пациенте, вид используемых фиксирующих

приспособлений, данные об укладке пациента, толщина среза для планирующего компьютерного томографа, отмечается, на какую планирующую систему отправить данные.

Лучевой терапевт осуществляет необходимую укладку пациента на столе симулятора. Важнейшим при этом является выбор вспомогательных приспособлений для иммобилизации (подголовников, подушек, валиков и пр.), применение индивидуальных фиксирующих устройств (термопластических масок, вакуумных мешков и пр.), что указывается в карте подготовки к 3D ЛТ. Рентгенолаборант наносит на кожу пациента проекции 4 лазеров: двух боковых, продольного и поперечного (аксиального), а также метку для референтной точки (наклеивает на кожу или на маску пластырь с точечной отметкой).

Положение референтной метки:

- при опухолях грудной клетки — середина рукоятки грудины;
- при опухолях брюшной полости — середина мечевидного отростка;
- при опухолях таза — большой вертел или середина симфиза.

Компьютерная томография (КТ) для планирования ЛТ осуществляется совместно рентгенолаборантом симулятора и рентгенолаборантом компьютерного томографа на основе составленного врачами рентгенологом и лучевым терапевтом плана КТ-обследования. Рентгенолаборант симулятора доставляет на компьютерный томограф все приспособления (подголовники, фиксирующие приспособления), необходимые для укладки больного, определенной в процессе первичной симуляции.

При проведении предлучевой подготовки в условиях 3D-планирования возможна обрисовка объемов мишени, а также критических органов на 20–40 КТ-сканах. Шаг сканирования определяется в зависимости от конкретной клинической ситуации (при раке легкого — 0,7–1 см, опухолях головного мозга — 0,3–0,5 см, раке поджелудочной железы — 0,5 см, раке простаты — 0,3 см). При наличии жесткой системы фиксации шаг сканирования может быть уменьшен (по усмотрению лечащего врача). Перед сканированием рентгенолаборант симулятора закрепляет на референтной метке точечную рентгеноконтрастную метку и контролирует, чтобы толщина среза при сканировании соответствовала необходимой.

Врач-лучевой терапевт может расширить объем КТ-исследования, например, добавить к исследованию грудной клетки исследование шеи, но не может его уменьшить, т. к. для расчета доз исследование должно полностью включать все отделы критического органа. Если лучевой терапевт не расширил объем исследования, КТ проводится в соответствии со стандартами.

После завершения сканирования рентгенолаборант передает данные на планирующую станцию.

Контурирование объемов облучения и критических органов осуществляется лучевым терапевтом с привлечением, при необходимости, врача-рентгенолога.

При планировании лучевого лечения проводится контурирование объемов облучения. Основные концепции, связанные с выделением объемов облучения, описаны в докладе Международной комиссии по радиационным единицам и измерениям № 50 (ICRU Report 50: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy. Bethesda, MD, International Commission on Radiation Units and Measurements, 1993), схема объемов облучения представлена на рис. 3.

Процесс определения объемов, которые необходимо облучить при лечении злокачественного новообразования, состоит из нескольких этапов.

GTV (gross tumor volume) — макроскопический объем опухоли — представляет собой пальпируемый или визуализируемый инструментально объем опухоли. Макроскопический объем может состоять из первичной опухоли, метастазов в лимфатических узлах или других метастазов. Обычно он соответствует той части опухоли, где концентрация опухолевых клеток наибольшая. Если опухоль была удалена хирургически, определить данный объем невозможно.

CTV (clinical target volume) — клинический объем мишени — включает все объемы, в которых необходимо ликвидировать макроскопические и/или микроскопические проявления злокачественной опухоли. Он включает макроскопический объем опухоли и ткани, в которых имеется вероятность микроскопической опухолевой инвазии (часто толщина такой области составляет 1 см). Если проводится послеоперационный курс ЛТ, то может быть задан только объем CTV.

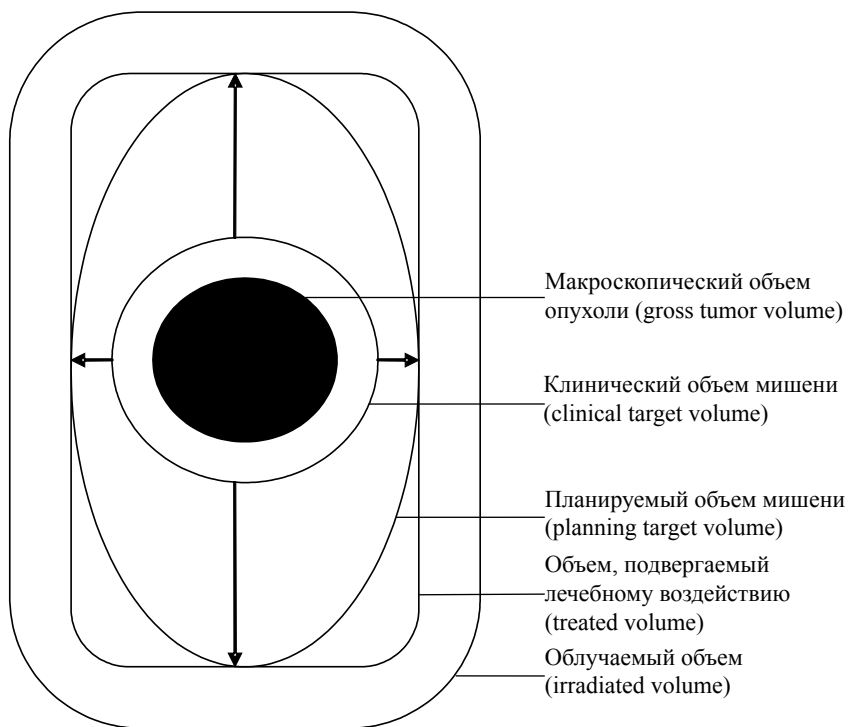


Рис. 3. Схема иллюстрации объемов облучения

PTV (planning target volume) — планируемый объем мишени — включает клинический объем с добавлением, для надежности, дополнительного объема облучения, что связано с возможным изменением положения органов при дыхании больного, подвижностью определенных органов (желудок и другие), а также с особенностями оборудования (в частности, с отсутствием возможности жесткой фиксации больного) и учетом погрешностей при укладках пациента. Это геометрическое понятие определяется для того, чтобы принять во внимание суммарный эффект всех возможных геометрических неточностей, выбрать наиболее подходящие размеры и конфигурацию полей облучения и быть уверенным в том, что назначенная доза действительно поглотилась в объеме клинической мишени.

TV (treated volume) — объем, подвергаемый лечебному воздействию, — определяется как объем, ограниченный изодозной кривой, выбранной лучевым терапевтом в качестве наиболее подходящей для достижения цели лечения. В идеале TV должен быть идентичным PTV.

IV (irradiated volume) — объем тканей, к которому подводится доза, обладающая возможностью оказать влияние на толерантность нормальных тканей. Расчет дозного распределения в объеме тканей, подвергаемых облучению, необходим для определения дозы, получаемой в процессе лечения окружающими опухоль здоровыми тканями и критическими органами. Выбор параметров облучения производится с учетом уровней толерантности окружающих нормальных тканей.

Важнейшей целью объемного планирования является достижение такого дозного распределения, при котором PTV был бы охвачен высокой однородной дозой. Геометрия лечебной изодозы при этом должна повторять форму PTV. Необходимо подчеркнуть, что конформная ЛТ не предполагает применения маленьких, узких полей облучения. Этот термин лишь подчеркивает, что доза правильно и аккуратно повторяет контуры PTV.

Расчет планов облучения осуществляется медицинским физиком, который:

- производит расчет нескольких планов облучения;
- выводит гистограммы доза–объем (DVH — dose–volume histogram) для каждого плана: для PTV и для каждого критического органа.

На основе анализа DVH совместно с лучевым терапевтом выбирается оптимальный план из созданных. При этом оптимальным считается тот план, для которого доза на опухоль максимальна (на PTV должно прийти не менее 95% дозы), а на критические органы — минимальна.

Лучевой терапевт проверяет план, изучает DVH и утверждает план, расписываясь в карте подготовки к 3D ЛТ. Окончательный план утверждает заведующий отделением (руководитель отдела).

Повторная симуляция осуществляется рентгенологом, лучевым терапевтом, рентгенолаборантом в присутствии медицинского фи-

зика в соответствии с готовым планом лучевого лечения. На этом этапе выполняются симуляционные снимки, которые хранятся в архиве в электронном виде и документируют правильность выполнения процедуры подготовки к ЛТ.

Первый сеанс облучения осуществляется обязательно в присутствии лучевого терапевта и медицинского физика. Учитывая трудоемкость и сложность укладок, в данном процессе должны быть задействованы как минимум два лаборанта.

Противопоказания к применению метода отсутствуют.

КАРТА ПОДГОТОВКИ К ДИСТАНЦИОННОЙ
3D ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Ф.И.О. _____ Дата рождения _____ ПИН _____

Лечащий врач _____

Диагноз _____

T N M стадия _____ Морфология _____

План лучевого лечения обсужден с зав. отделением _____

_____ (лучевой терапевт)

_____ (зав. отделением)

ПЕРВИЧНАЯ СИМУЛЯЦИЯ

Дата _____

Положение больного: НА СПИНЕ

НА ЖИВОТЕ

Положение рук:

Подголовник:

Фиксирующие устройства:

На кожу нанесены проекции 4 лазеров: двух боковых и переднего продольных, а также перпендикулярного им аксиального.

Наклеен пластырь *с референтной точкой:* НА РУКОЯТКЕ ГРУДИНЫ

НА МЕЧЕВИДНОМ ОТРОСТКЕ

НА СИМФИЗЕ

КПЕРЕДИ ОТ УШНОЙ РАКОВИНЫ

ДРУГОЕ:

Толщина среза при КТ для планирования: ГРУДНАЯ КЛЕТКА: 7 мм

БРЮШНАЯ ПОЛОСТЬ И ТАЗ: 5 мм

ГОЛОВНОЙ МОЗГ: 4 мм

ГИПОФИЗ: 2,5 мм

ДРУГОЕ:

Планирующая система

_____ (лучевой терапевт)

_____ (рентгенолог)

_____ (рентгенолаборант)

КТ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ:

Дата _____

Укладка пациента как при первичной симуляции.

На референтной точке закреплена *рентгеноконтрастная метка.*

Толщина среза (см. «Первичная симуляция»): ГРУДНАЯ КЛЕТКА: 7 мм

БРЮШНАЯ ПОЛОСТЬ И ТАЗ: 5 мм

ГОЛОВНОЙ МОЗГ: 4 мм

ГИПОФИЗ: 2,5 мм

ДРУГОЕ:

Передано на планирующую систему _____

_____ (рентгенолаборант КТ)

_____ (рентгенолаборант симулятора)

ПЛАНИРОВАНИЕ 3D ОБЛУЧЕНИЯ: Дата _____

GTV _____

CTV _____

PTV _____

Критические органы

ГРУДНАЯ КЛЕТКА: оба легких, пищевод, спинной мозг, сердце.

МОЛОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА: правое легкое, левое легкое, сердце.

ГОЛОВНОЙ МОЗГ, ГИПОФИЗ: глаза, хрусталики, зрительные нервы, хиазма.

ПРЕДСТАТЕЛЬНАЯ ЖЕЛЕЗА: прямая кишка, мочевой пузырь, кишечник.

ДРУГОЕ:

(лучевой терапевт)

(рентгенолог)

Положение изоцентра (в см):

От стола: _____

От средней линии туловища (вправо или влево): _____

От референтной точки: _____

План принят

(зав. отделением или консультант)

(лучевой терапевт)

План распечатан и проверен

(планировавший физик)

(физик-консультант)

ВТОРИЧНАЯ СИМУЛЯЦИЯ

Нанесены метки на кожу согласно расчету.

Выполнены симуляционные снимки.

(лучевой терапевт)

(рентгенолог)

(физик)

(рентгенолаборант)

ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

Оформление протокола лучевого лечения

(лучевой терапевт)