**ГЕЙТИНГ. ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ЗАДЕРЖКЕ ДЫХАНИЯ**

***Колпаков Михаил Георгиевич***

*эксперт – физик по контролю*

*за источниками ионизирующих и*

*неионизирующих излучений*

**Лучевая терапия**

Лучевая терапия, или радиотерапия, является неинвазивной процедурой, использующей излучение для уничтожения раковых клеток. Показатели пятилетней выживаемости при этом находятся в пределах 10-30%, что заметно ниже, чем при хирургическом вмешательстве.

Обычная лучевая терапия, называемая дистанционной радиотерапией, включает подведение радиации широкими полями, которые охватывают как опухоль, так и значительное количество окружающей здоровой ткани. Из-за возможного повреждения здоровой части легкого, доза облучения значительно ограничивается. Традиционную лучевую терапию обычно проводят небольшими дозами, на протяжении 30-40 сеансов, в течение четырех-шести недель. Попытки увеличить дозу облучения с использованием обычной лучевой терапии приводили большим осложнениям.

**Методы контроля движений при лучевой терапии**

Во время облучения, опухоли, расположенные в грудной клетке, значительно смещаются из-за дыхания пациента. Для компенсации этого движения были разработаны несколько методик.

**Контроль дыхания**– это метод, при котором излучение подводится в определённый момент дыхательного цикла пациента. Так называемый «гейтинг» основан на предположении, что локализации опухоли легкого постоянна в определённой фазе дыхания пациента. На самом деле, пациенты дышат по-разному на протяжении сеанса, особенно если они нервничают или засыпают. Такие изменения в структуре дыхания могут приводить к ошибкам в подведении дозы излучения.

**Задержка дыхания** – включает в себя полный вдох, а затем задержку в течение нескольких секунд. Облучение проводится на задержке дыхания, и выключается непосредственно перед тем, как пациент снова начинает дышать нормально. Метод предполагает, что опухоль будет находиться в определённом месте, когда пациент вдыхает. Это не всегда достижимо и зависит от глубины дыхания пациента. Задержка дыхания также может быть очень трудной для пациентов с определенными заболеваниями лёгких.

Использование специальных **фиксирующих рамок** позволяет врачам уменьшить перемещение диафрагмы и грудной полости. Хотя фиксирующие рамы и ограничивают движение опухоли в грудной клетке, они не устраняют его полностью. Эта методика также может быть неудобной для пациентов, у которых есть проблемы с дыханием.

Методы контроля движений позволяют врачам применять **стереотаксическую лучевую терапию тела**(SBRT). При этом, всего за три-пять сеансов удается подвести гораздо более высокие дозы облучения. Данный метод намного эффективнее, чем традиционная лучевая терапия. Выживаемость в течение трёх лет составляет 52-88%, а пятилетний локальный контроль – 95%. Применение SBRT позволило врачам уменьшить лучевую нагрузку на здоровые ткани, но не решило эту проблему полностью. Ведь приходится учитывать погрешности контроля, задержки дыхания и использования рамок.

**Active Breathing Coordinator (АВС)**

Установлено, что проведение конформной конвенциональной радикальной лучевой терапии по поводу местнораспространенного немелкоклеточного рака легкого с использованием активного контроля над дыханием (АВС) значительно увеличивает контроль над подвижной мишенью при сокращении объёма облучения здоровых тканей. Система ABC обеспечивает эскалацию суммарной очаговой дозы на 10-12 %, что улучшает локальный контроль, сокращает PTV и частоту побочных реакций, при ее использовании в 70 % случаев удается завершить лучевую терапию в радикальной дозе без расщепления курса.

Active Breathing Coordinator (АВС) состоит из турбинного спирометра и дисплеев, визуально воспроизводящих кривые дыхания. У пациента, дышащего через трубку с бактериальным фильтром, зажимается нос, чтобы повысить точность спирометрических измерений. После прохождения через спирометр порогового объема воздуха, небольшой дыхательный клапан перекрывает дыхательную трубку, помогая тем самым пациенту задерживать дыхание на одном и том же уровне. Система конфигурируется индивидуально под каждого пациента или процедуру с возможностью изменения порогового значения и длительности задержки дыхания. Во время всех манипуляций пациент контролирует работу системы посредством специального пульта с кнопкой, которая должна быть нажата для нормального функционирования системы, если она будет отпущена, клапан автоматически разблокируется и пациент сможет свободно дышать. Перед облучением, во время КТ-исследования пациент проходит небольшое обучение и тренировку использования АВС. Выбираются комфортное для данного пациента пороговое значение вдоха (или выдоха) и длительность удержания дыхания. Использование АВС лишь незначительно увеличивает время проведения процедуры, в среднем она составляет 15 мин.

В литературе обсуждается вопрос о снижении частоты побочных эффектов лучевой терапии при использовании ABC и снижении лучевой нагрузки на ткань лёгкого за счет задержки дыхания на умеренном глубоком вдохе. Сокращение поля облучения нормальной ткани лёгкого, защита критических органов, таких как пищевод, средостение и спинной мозг, позволяют достоверно увеличить суммарную поглощенную дозу на 10-12 % (до 80 Гр), следовательно, повышают уровень локального контроля и показателей общей выживаемости.

**Применение методики у пациенток с опухолями левой молочной железы**

Данная методика лечения применяется у пациенток с опухолями левой молочной железы, где важно защитить сердце и легочную ткань от воздействия ионизирующего излучения.

Проведенные международные исследования подтвердили высокий риск развития тяжелой сердечной патологии через несколько лет после проведения лучевой терапии у пациенток с опухолью левой молочной железы. Любые современные методики лечения не могут ограничить дозу, получаемую сердцем. Лучевая терапия на глубоком вдохе позволяет изменить анатомию и вывести область сердца и коронарных артерий из зоны высокой дозы. А увеличение объема легочной ткани минимизирует среднюю легочную дозу.