

Плюсы данной разработки заключаются в том, что она не узконаправленная, то есть, может работать на любом предприятии или компании. Также к плюсам можно отнести её достаточно простой и удобный интерфейс и то, что она не требует больших усилий при установке.

Библиографический список

1. Албахари Джозеф, Албахари Бен С# 7.0 Карманный справочник. – Пер. с англ. – СПб: ООО «Альфа - книга», 2017. – 224 с.
2. Кляйн Кевин, Кляйн Дэниел, Хант Бренд SQL.Справочник, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2010. – 656с.
3. Хендерсон Кен Профессиональное руководство по Transact - SQL – СПб.: Питер, 2005. - 558 с.

УДК 616-006.61

А.И. Маннанова

Оконтуривание областей облучения при подготовке процедуры протонной лучевой терапии

*Филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»
Секция «Естественные и инженерные науки»*

Научный руководитель – Соколов Анатолий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры технической физики филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

В статье рассматриваются особенности протонной лучевой терапии, использование компьютерной томографии для подготовки плана облучения, оконтуривание областей облучения, составление плана облучения, ГДО, приведен конкретный пример оконтуривания области облучения.

Ключевые слова: протонная лучевая терапия, компьютерная томография, оконтуривание, план облучения, ГДО.

Об авторе

Маннанова Алена Игоревна - студентка 3 курса направления «Физика» филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

A.I. Mannanova

CONTOURING OF IRRADIATION AREAS IN PREPARATION OF PROTON RADIATION THERAPY PROCEDURE

Scientific adviser – Sokolov Anatoly Aleksandrovich, doctor of physical and mathematical Sciences, professor of department of technical physics of the branch "Protvino" state University "Dubna".

The article discusses some features of proton radiation therapy, the use of computed tomography for the irradiation plan preparation, the contouring of the irradiation areas, the compilation of the irradiation plan, the GDT, a specific example of the contouring of the irradiation area is given.

Keywords: proton radiation therapy, computed tomography, contouring, irradiation plan, GDO.

About the author

Mannanova Alena Igorevna – 3rd year student of the direction “Physics” of the branch "Protvino" state University "Dubna".

На сегодняшний день в России достаточно велика потребность в протонной терапии, благодаря ее эффективности в борьбе со злокачественными новообразованиями. В ЗАО «ПРОТОМ» применяется в медицинских целях уникальная установка, пригодная для массового производства и широкого использования в лечении онкологических заболеваний.

Установка представляет собой компактный ускоритель протонных пучков. Его диаметр всего несколько метров, поэтому весь медицинский комплекс может успешно работать в помещении площадью в 50 кв. м.

В борьбе с онкологическими заболеваниями в 60-70% случаев используется лучевая терапия. В подавляющем числе случаев применяется тормозное гамма-излучение от электронных ускорителей. Применение для таких случаев протонного пучка дает более качественные результаты.

Во время учебной практики в ЗАО «ПРОТОМ» я ознакомилась с комплексом протонной терапии «Прометеус», который создан для точного, дозированного поражения протонами злокачественных новообразований в области головы и шеи, образованных внутри здоровой ткани с минимальным ее повреждением. Его использование для задач протонной терапии позволяет поднять уровень контроля при лечении больных со злокачественными новообразованиями, снизить частоту и тяжесть осложнений, проводить облучение опухолей, расположенных вплотную к критическим органам и структурам.

Меня ознакомили с основами радиобиологии опухолей, в том числе с такими ключевыми понятиями, как радиочувствительность клеток, кривые выживаемости, репарация клеток и др.

Преимущества и недостатки протонной терапии

Замечательная особенность протонной терапии состоит в том, что облучение достигает максимума лишь на нескольких последних миллиметрах полета частицы. Этот максимум называется пиком Брэгга, и он зависит от того, сколько энергии получил протон в ускорителе.

Таким образом, точно рассчитав «место посадки» протона, врач может доставить дозу на нужную глубину. Ткани, которые находятся до и после опухоли, повреждаются очень слабо. По мнению экспертов, протонная терапия хорошо сочетается с другими видами лечения в онкологии, такими как хирургия, химиотерапия, классическая лучевая терапия. Но несмотря на то, что данный метод считается более щадящим, чем лучевое облучение, он все же может вызвать некоторые нарушения в работе организма. Осложнения, которые провоцирует протонная лучевая терапия, делятся на две основные группы. Первая включает в себя осложнения на организм в целом вследствие разрушения раковой опухоли. В случае гибели раковых клеток, продукты их распада, клеточные структуры (органеллы) поступают в системный кровоток. Являясь чужеродными, они вызывают развитие ряда осложнений. Вторая группа осложнений - побочные эффекты, связанные с разрушающим действием протонов на клетки здоровых тканей, окружающих злокачественное новообразование.

Основное преимущество протонов при лучевой терапии состоит в том, что они обладают максимальной поражающей способностью только в конце своего пробега (пик Брэгга), в то время как гамма-кванты, проходя через тело пациента, производят радиационные разрушения вдоль всего пути своего следования. Свойства протонов позволяют останавливать их в нужном месте и получать высокую дозу облучения точно в месте локализации опухоли, минимально затрагивая здоровые органы. Изменяя энергию и направление узкого пучка протонов, можно просканировать всю опухоль, постепенно разрушая ее. Для этого необходимо подвести к опухоли определенную суммарную дозу облучения. При облучении с одного направления, несмотря на низкую поражающую способность протонов, суммарное воздействие излучения на здоровые органы, расположенные на пути их следования может стать существенным. Поэтому облучение опухоли необходимо производить с различных направлений.

Компьютерная томография

Для того, чтобы с наибольшей точностью рассчитать дозу и направление излучения, необходимо знать точное положение и форму опухоли в организме пациента. Для получения 3D-изображения (томограммы) организма пациента в районе опухоли используются специальные аппараты – компьютерные томографы.

Современный компьютерный томограф представляет собой сложный программно-технический комплекс. Механические узлы и детали выполнены с высочайшей точностью. Для регистрации прошедшего через среду рентгеновского излучения используются сверхчувствительные детекторы. Неотъемлемой частью аппарата является обширный пакет программного обеспечения, позволяющий проводить весь спектр компьютерно-томографических исследований (КТ-исследований) с оптимальными параметрами, проводить последующую обработку и анализ КТ-изображений.

В настоящее время рентгеновская компьютерная томография является основным томографическим методом исследования внутренних органов человека с использованием рентгеновского излучения.

Прежде чем начать терапию, пациенту делают томограмму, на основе полученной томограммы медицинский физик под руководством лечащего врача оконтуривает область облучения.

Оконтуривание областей облучения. Составление плана облучения. ГДО

Прежде чем начать процедуру радиационной терапии необходимо составить план облучения, то есть определить объем и распределение доз облучения так, чтобы зона облучения наиболее точно соответствовала объему и форме опухоли и при этом поражение здоровых тканей было бы минимальным.

При выборе объема и распределения доз облучения выделяют следующие зоны:

- клинический объем мишени (CTV - clinical target volume) - объем, который включает в себя опухоль, и зоны субклинического распространения опухолевого процесса;
- планируемый объем мишени (PTV - planning target volume) - объем облучения, который больше клинического объема мишени и который дает гарантию облучения всего объема мишени. Он получается в связи с тем, что планирующая система на каждом скане автоматически добавляет заданный радиологом отступ, обычно несколько миллиметров;

Также выделяют область, которую нельзя облучать, например, зрительные нервы, ствол головного мозга и др.

Когда все контуры нанесены на томограмму, составляется план облучения, чтобы точно рассчитать и подвести дозу к мишени, нанеся как можно меньший вред здоровым тканям.

Для этого в специальной программе на компьютере задаются углы и доза облучения, после чего на томограмме можно увидеть сам план облучения. Те области, где доза была задана максимальной, выделяются ярко-красным цветом, дальше по мере уменьшения дозы цвет в областях меняется от оранжевого до синего оттенка. На этом этапе план можно подкорректировать вручную, например, уменьшить дозу в области, не рекомендуемой к облучению. Чтобы оценить правильность выбранных параметров, зачастую используют гистограмму доза-объем (ГДО). В простейшей форме ГДО представляет собой график взаимозависимости дозы и соответствующей ей части (в %) объема облученной мишени (т.е. области облучения) и позволяют количественно определить равномерность облучения клинической мишени и степень облучения критических органов. В ГДО обычно применяется величина «процент объема от полного объема», которая откладывается по оси ординат, а по оси абсцисс откладывается значение дозы (или доля максимальной дозы). Наилучшей признается та методика, при которой клиническая мишень по ГДО получает дозу, наиболее близкую к заданной, а критические органы наименьшую из возможных. На рис. 1 приведен пример ГДО.

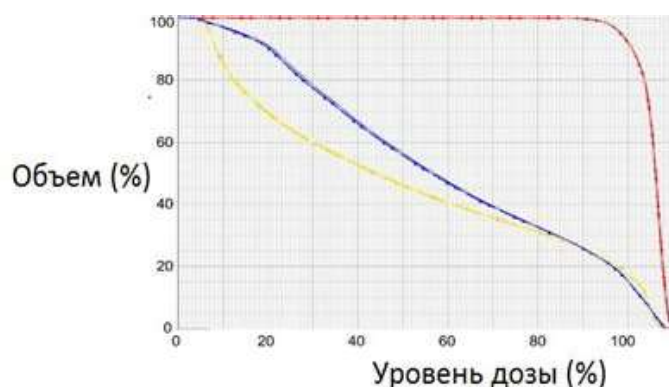


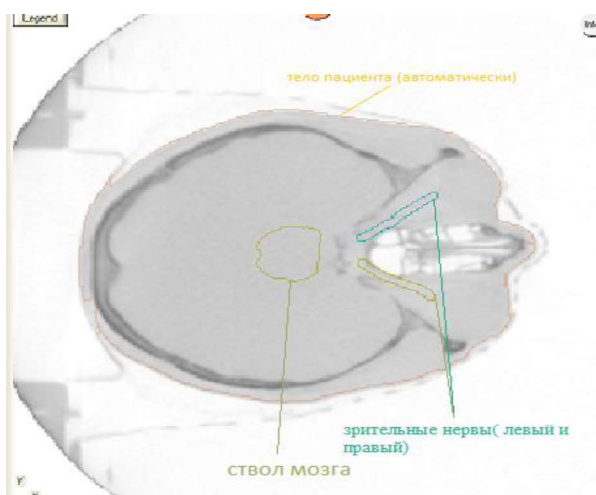
Рис. 1

Здесь красной линией отмечена доля объема PTV, которая получила дозу меньшую или равную заданному значению. Желтая и синяя линия отмечают аналогичную зависимость для областей, которые должны быть подвержены минимальному облучению (глазные нервы, ствол мозга).

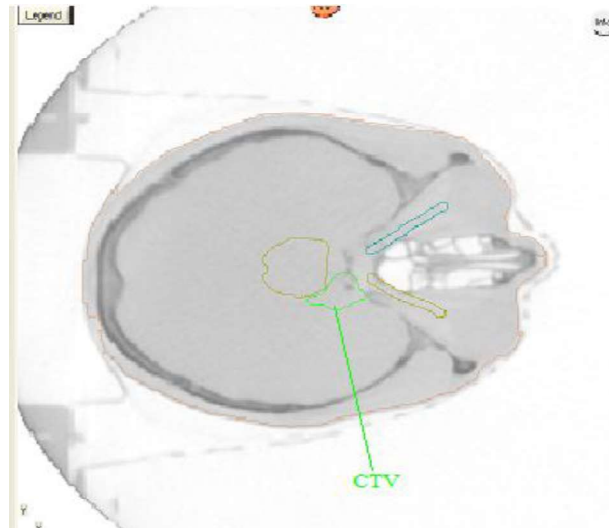
При анализе ГДО важно учитывать, что свыше 95% мишени должны получить максимальную дозу. Однако область, не подлежащая облучению, должна получить минимальную дозу. (Лечащий врач анализирует гистограмму и решает принимать план или нет, если план не удовлетворяет каким-либо параметрам, то происходит его перерасчет).

Процедура оконтуривания областей облучения

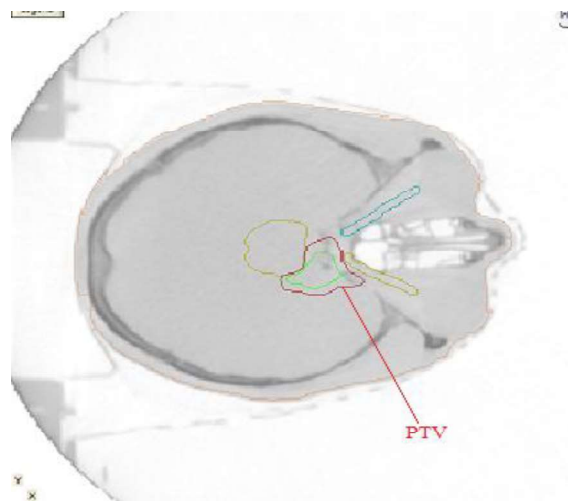
1 шаг: Обозначение недопустимых к облучению зон – например, зрительные нервы, ствол мозга и т.д. Контур тела самого пациента зачастую выделяется программой автоматически.



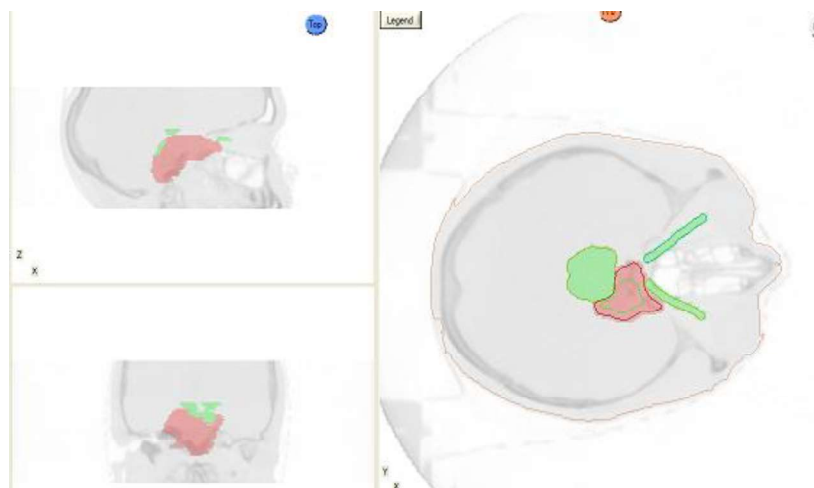
2 шаг- обозначение области клинического объема мишени (CTV - clinical target volume), т.е. объема, который включает в себя не только опухоль, но и зоны субклинического распространения опухолевого процесса;



3 шаг: обозначение планируемого объема мишени (PTV - planning target volume), т.е. объема облучения, который больше клинического объема мишени и который дает гарантию облучения всего объема мишени. Он получается в связи с тем, что планирующая система на каждом скане автоматически добавляет заданный радиологом отступ.



Результат оконтуривания:



Когда все контуры нанесены на томограмму, составляется план облучения, чтобы точно рассчитать и подвести дозу к мишени, нанеся как можно меньший вред здоровым тканям. Для этого в специальной программе на компьютере задаются углы и доза облучения, после чего на томограмме можно увидеть сам план облучения. Те области, где доза была задана максимальной, выделяются ярко-красным цветом, дальше по мере уменьшения дозы цвет в областях меняется от оранжевого до синего оттенка. На этом этапе план можно подкорректировать в ручную, если, например, уменьшить дозу в области, не рекомендуемой к облучению.

Заключение

Во время учебной практики в ЗАО «Протом» были изучены методы лучевой терапии, допустимые дозы при облучении и эффективность протонной терапии. Было проведено ознакомление с установкой «Прометеус» и на примере модели человеческой головы («фантом») сделана томография, оконтуривание мишени и последующее составление плана облучения.

Библиографический список

1. Климанов В.А., "Радиобиологическое и дозиметрическое планирование лучевой и радионуклидной терапии".
2. Климанов В.А., Крылова Т.А. Дозиметрическое планирование лучевой терапии. Часть 1. Дистанционная терапия пучками тормозного и гамма-излучения / М.: изд-во МИФИ, 2007.

УДК 621.77

А.С. Мосин

Эскизный проект стенда «Автоматизированный одноклетьевой прокатный стан»

*Филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»
Секция «Естественные и инженерные науки»*

Научный руководитель – Сасов Анатолий Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

Рассмотрен эскизный проект учебного стенда, предназначенного для выполнения лабораторных работ по технологическим процессам получения листового и сортового проката. Выполнен анализ конструкций прокатных станков. За основу проекта принят одноклетьевой реверсивный стан. Для минимизации размеров и унификации функций проектируемого прокатного стана предложено использовать комбинированные валки. Определены факторы влияющие на безопасность работы стенда.

Ключевые слова: прокатный стан, клеть, листовой прокат, сортовой прокат, главный валок, прижимной валок, реверс, электропривод, автоматизация.

Об авторе

Мосин Андрей Сергеевич – студент 2 курса, направления «Автоматизация технологических процессов и производств», филиала «Протвино» государственного университета «Дубна».

A.S. Mosin

SKETCH DESIGN OF THE STAND “AUTOMATED SINGLE-MILL ROLLING MILL”