

УДК: 53.043

Метод электромагнитного катодного излучения и применение изотопов йода -131 в диагностике онкологических заболеваний щитовидной железы

Баймұхан А.К., Алдаберген І.Е.

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганды, e-mail: inkar94_kz@mail.ru, akzhol.baimukhan@mail.ru

Метод использования катодных лучей (пучки электронов) для лечения раковых заболеваний щитовидной железы. Замещение фтора-18 на йод-131 в составе молекулы фтордезоксиглюкозы с целью продлить время диагностики. Внедряя в катодный ускоритель генератор магнитного поля, где образуется фокусирующая сила Лоренца, целью которой является фокусирование и направление потока электронов в мишень и снизить «бомбардировку» здоровых тканей.

Ключевые слова: катодные лучи, электроны, фтордезоксиглюкоза, йод-131, катодный ускоритель, ДНК, электромагнитное поле, позитронно-эмиссионная терапия, лучевая терапия, изотоп, сила Лоренца, щитовидная железа.

Electromagnetic cathode radiation method and the use of iodine isotopes -131 in the diagnosis of thyroid cancer

Baimukhan A.K., Aldabergen I.E.

Karagandy state technical university, Karaganda, e-mail: inkar94_kz@mail.ru, akzhol.baimukhan@mail.ru

The method of using cathode rays (electron beams) for the treatment of thyroid cancers. Replacement of fluorine-18 with iodine-131 in the composition of fluorodeoxyglucose molecule in order to extend the time of diagnosis. By introducing a magnetic field generator into the cathode accelerator, where the Lorentz focusing force is formed, the aim of which is to focus and direct the flow of electrons into the target and reduce the “bombardment” of healthy tissues.

Keywords: cathode rays, electrons, fluorodeoxyglucose, iodine-131, cathode accelerator, DNA, electromagnetic field, positron emission therapy, radiation therapy, isotope, Lorentz force, thyroid.

В современной медицине интеграция разных естественных наук, в особенности ядерной физики и радиохимии, приводит к наилучшим результатам в области лечения онкологических заболеваний. Применение радиотерапии, лечение ионизирующей радиацией, посредством «бомбардировки» элементарными частицами ДНК раковых клеток уничтожает их и снижает риск возникновения метастазов. В свою очередь радиохимия предназначена для диагностики, где применяются разные изотопы химических элементов и их соединения.

Целью лучевой терапии, как говорилось ранее, является уничтожение клеток посредством прекращения их деления (инактивация), то есть разрушения дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), а не их апоптоз. Наиболее эффективным методом борьбы является радиолит воды, основного компонента цитоплазмы клетки. Ионизирующее

излучение взаимодействуя с молекулами воды в составе цитоплазмы, формирует пероксид и свободные радикалы, которые в свою очередь взаимодействуют на ДНК. Раковые клетки делятся более активно чем здоровые клетки, тем самым радиация более сильно губительно воздействует. Но, у лучевой терапии есть и характерные минусы. В результате облучения страдает не только сам очаг (опухоль), но и окружающие ткани. Опухолевые клетки под воздействием ионизирующего бета-излучения гибнут, и провианты распада попадают в кровь. От этого у человека появляются локальные (лучевые ожоги 1 и 2 степени, ломкость капилляров и сосудов, появление кровоизлияний) и системные (тошнота, рвота, изменение общей картины крови, угнетение кроветворения) побочные эффекты.

Радиофармпрепараты предназначены для диагностики, нежели для лечения заболеваний. Так как раковые клетки активно делятся, при этом чтобы также в активном и хаотичном порядке делится им требуется немало энергии. Механизм радиофармпрепаратов заключен в скоплении радиоактивных изотопов в тканях, затем диагностировать очаги накопления и размножения раковых клеток методом позитронно-эмиссионной или магнитно-резонансной томографией. В современной медицине диагностики фтордезоксиглюкоза (ФДГ) имеет немаловажную роль, отличаясь от глюкозы только замещением атома углерода на радиоактивный изотоп фтора-18. Фтордезоксиглюкоза (ФДГ) является отличным источником энергии для раковых клеток. Но, так как период полураспада фтор-18 составляет 109.8 минут, то препарат требует быстрого получения, проверки и применения, поэтому медицинский ускоритель (источник изотопа фтор-18), фармакологическая лаборатория и медицинский центр должны находиться непосредственно вблизи друг от друга.

По данным Министерства Здравоохранения Республики Казахстан рак щитовидной железы занимает 4 место среди онкологических заболеваний. Одним из трудновывлечиваемых онкологических заболеваний щитовидной железы является фолликулярный рак поражающий ткани и сосуды железы. Ниже представлена статистика выживаемости при фолликулярном раке щитовидной железы за последние 15 лет (рис. 1).

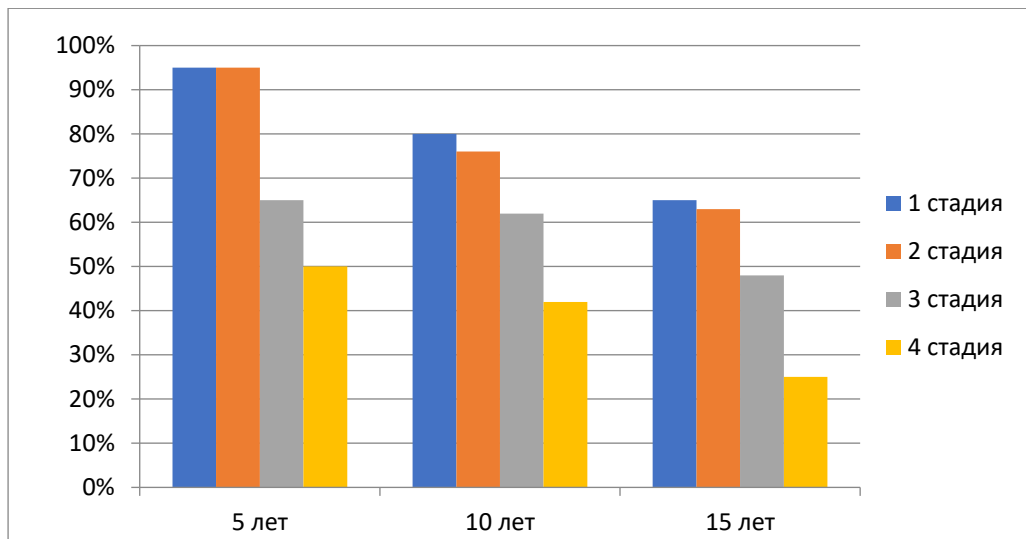


Рисунок 1. Статистика выживаемости при фолликулярном раке щитовидной железы.

Катодные лучи, в своей природе, являются потоком электронов, излучаемых катодным ускорителем. Кинетическая энергия электронов вблизи анода достигает 12 кэВ, а скорость при разности потенциалов в 9000 В равняется к $56 \cdot 10^6$ м/с. Но при получении пучков электронов из ускорителя частицы электроны будут двигаться с большой скоростью в разные стороны, так как отсутствует направляющая сила или поле. Внедряя в прибор электромагнитное поле мы можем управлять вектором пучков электронов, тем самым методом «бомбардировки» ДНК клеток, разрушать их потенциал деления. В катодном ускорителе используя электромагнитное поле, образуется сила Лоренца, действующая на электроны и способная фокусировать и менять их направления (рисунок 2).

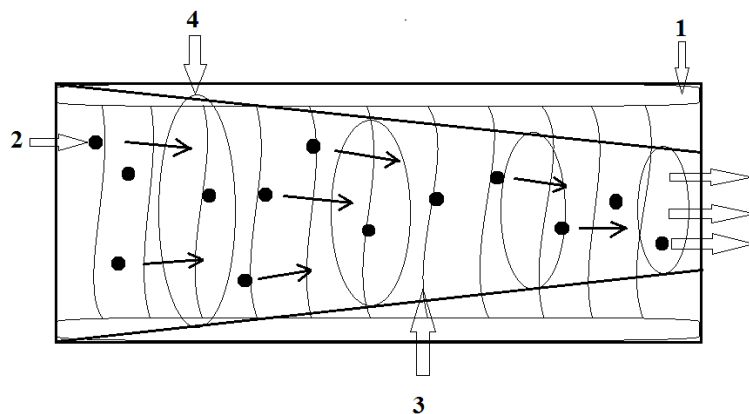


Рисунок 2. Поток электронов движущихся в электромагнитном поле в катод

- 1 –пластины, генерирующие электромагнитное поле
- 2 - электроны
- 3 – электромагнитные волны
- 4 – цилиндрические цинковые стержни

Замещая фтор-18 на йод-131 путем замещения галогенов, можно получить окончательно йоддезоксиглюкзу (^{131}I -ЙДГ). Применение йода-131 вместо фтора-18 приводит к более длительному эффекту диагностики, так как период полураспада изотопа йода составляет 8 суток против 109 минут у фтора.

Подробный пронумерованный механизм действия.

- 1 – раствор йоддезоксиглюкозы попадает через инъекцию в щитовидную железу пациента;
- 2 – пациент помещается в позитронно-эмиссионную камеру;
- 3 – строится изображение по методу проекций максимальной интенсивности — Maximumintensityprojection (MIP) исследования ПЭТ, где определяются очаги опухоли;
- 4 – через электронно-лучевой ускорительный прибор с электромагнитным полем прямиком в очаг выстреливаются пучки электронов;
- 5 – электроны сталкиваясь с клетками злокачественной опухоли разрушают ДНК;
- 6 - в течении 8 суток после инъекции изотопы йода-131 в составе препарата распадаются и выводятся из организма;

Метод катодных лучей с применением радиофармпрепаратов и изотопов является одним из методов лечения онкозаболеваний посредством лучевой терапии. В 21 веке медицина не стоит на месте, развитие путей лечения и диагностики раковых заболеваний, а также интегрирование ядерной физики в медицину – большой шаг в здоровое будущее.

Список литературы:

Статья в сборнике трудов

1. Никеров В.А. Электронные пучки за работой. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 128 с. — (Научно-популярная библиотека школьника).
2. Алямовский И.В. Электронные пучки и электронные пушки. — М.: Советское радио, 1966. — 231 с.

Книга

1. Марусина М. Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии, ИТМО 2006, глава 3 Позитронно-эмиссионная томография (с. 84—102).
2. Справочник по элементам радиоэлектронных устройств / под ред. В. Н. Дулина, М. С. Жука. — М.: Энергия, 1978.

3. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. — М.: Высшая школа, 2004. — 549 с.

Иностранные источники

1. Audi G., Wapstra A. H., Thibault C. The AME2003 atomic mass evaluation (II). Tables, graphs, and references // Nuclear Physics A. — 2003.

Сайты

1. The Conception of FDG-PET Imaging. AbassAlavi and Martin Reivich.