

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ В МЕДИЦИНЕ

Яковлев А.В.

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
филиал «Минский радиотехнический колледж»,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Бутрим Л.С. – преподаватель высшей категории дисциплин
естественно-математического цикла*

Аннотация. Ядерная медицина (ЯМ) – медицинская специальность, использующая радионуклиды (радиоактивные “метки”) и ионизирующее излучение с диагностико-терапевтической целью. ЯМ возникла и развивается на стыке физики, химии и клинической медицины. Излучение, испускаемое радиоактивными изотопами, может состоять из гамма-лучей и альфа-частиц или их комбинации. Радионуклид входит в состав радиофармацевтического лекарственного препарата (РФЛП) и выполняет роль его маркера.

Ключевые слова: радионуклиды, ядерная медицина, изотопы

Введение. Ядерным бывает не только оружие. Современную жизнь практически невозможно представить без ядерных технологий. В медицине ядерные технологии нашли своё наиболее важное применение – это сотни тысяч спасённых жизней. За примерно столетнюю историю радиоактивные источники прошли долгий путь от символа зла до эликсира жизни.

Ядерная медицина – это союз химии, медицины и физики, в которой для профилактики, диагностики и лечения используются обогащенные стабильные и радиоактивные нуклиды. Только им под силу добраться в самые потаенные уголки человеческого организма. Ядерная медицина помогает в тех случаях, когда все остальные отрасли медицины бессильны. С помощью свойств атома заболевания можно диагностировать еще на клеточном уровне, а радионуклидная терапия является одной из самых эффективных при лечении рака. Ядерная медицина – медицина XXI века [1].

Основная часть. Ядерная медицина предполагает введение радионуклидов (радиоактивных изотопов химических элементов) внутрь организма и местное использование их ионизирующего излучения для обнаружения или уничтожения опухолей. Это не больно и безопасно, а эффект поразительный: слабое радиоизлучение, идущее из пациента, дает точнейшую информацию о различных органах и возможных заболеваниях; получение такой информации другими способами требует дорогостоящих исследований или хирургического вмешательства, либо вовсе невозможно. Особенность данного метода состоит в том, что радиоизлучение идет от самого органа, а не от внешнего прибора, так как излучателем является радиоизотоп.

Огромное внимание сегодня уделяется радионуклидной диагностике – это один из наиболее точных способов выявления онкологических и иных заболеваний. Он позволяет выявлять изменения органов и тканей практически на клеточном уровне, а значит, диагностировать патологию на самых ранних стадиях, что существенно экономит средства на лечение и повышает шансы на выздоровление [2].

С помощью методов ядерной медицины изучают кровоснабжение органов, метаболизм желчи, функцию почек, мочевого пузыря, щитовидной железы.

Радиоизотопные методы диагностики основаны на том, что в кровь, в дыхательные пути, пищеварительный тракт вводятся радиоактивные изотопы – вещества, обладающие свойством радиоактивного излучения (чаще всего это гамма-лучи). Данные изотопы находятся в смеси с веществами, которые накапливаются преимущественно в том или другом органе. Радиоактивные изотопы, таким образом, являются своего рода метками, по которым уже можно судить о наличии тех или иных препаратов в органе [3].

$^{60}_{27}\text{Co}$ (кобальт) применяется для лечения злокачественных опухолей, расположенных как на поверхности тела, так и внутри организма. Для лечения опухолей, расположенных поверхностно (например, рак кожи), кобальт применяется в виде трубочек, которые прикладываются к опухоли, или в виде иглоочек, которые вкалываются в нее. Трубочки и иглоочки, содержащие радиокобальт, держатся в таком положении до тех пор, пока не наступит разрушение опухоли. При этом не должна сильно страдать здоровая ткань, окружающая опухоль. Если опухоль расположена в глубине тела (рак желудка или легкого), применяются специальные γ -установки, содержащие радиоактивный кобальт. Такая установка создает узкий, очень мощный пучок γ -лучей, который направляется на то место, где располагается опухоль. Облучение не вызывает никакой боли, больные не чувствуют его.

Сегодня свыше 50 % радиоактивных изотопов, нарабатываемых в мире, используются для медицинских нужд. Получают радиоактивные изотопы в атомных реакторах и на ускорителях элементарных частиц (рисунок 1) [4].

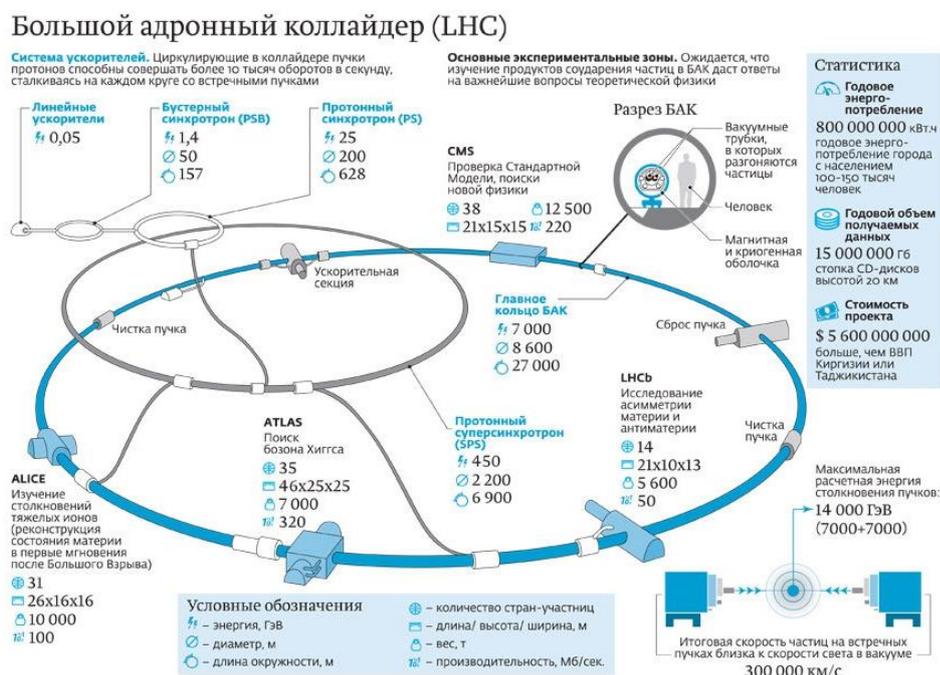


Рисунок 1 – Большой адронный коллайдер

С использованием ускорительной техники можно получать позитрон-излучающие нуклиды из совсем нерадиоактивных вещей. Например, для производства фтора-18 используют воду, обогащенную кислородом-18. Для получения углерода-11 облучают азот-14 – основной компонент воздуха. Конечно, взяв обычную воду, залив ее в мишень ускорителя и облучив протонами, получить препарат не получится. В природной воде содержится только 0,2 % молекул воды с кислородом-18. Для обогащения воды по тяжелому кислороду-18 до 98 % требуется затратить огромное количество электроэнергии, нужны специальные технологии. К тому же, как и к любому фармацевтическому препарату, предъявляются очень серьезные требования по химическому, микробиологическому и радионуклидному составу.

В настоящее время производством изотопов занята большая отрасль промышленности. В Беларуси функционируют 2 отделения ядерной медицины и 20 радиоизотопных лабораторий. Каждый год в стране проводится около 70 тыс. исследований с помощью радиоизотопов, свыше 2 тыс. пациентов получают лучевую терапию радиоактивными препаратами открытого типа. Расширение сети центров ядерной медицины является наиболее актуальной задачей для комплексной борьбы с социально-значимыми заболеваниями.

Одним из наиболее выдающихся исследований, проведенных с помощью меченых атомов, явилось исследование обмена веществ в организмах. Было доказано, что за сравнительно

но небольшое время организм подвергается почти полному обновлению. Слагающие его атомы заменяются новыми [5].

Лишь железо, как показали опыты по изотопному исследованию крови, является исключением из этого правила. Железо входит в состав гемоглобина красных кровяных шариков. При введении в пищу радиоактивных атомов железа $^{59}_{26}\text{Fe}$ было обнаружено, что они почти не поступают в кровь. Только в том случае, когда запасы железа в организме иссякают, железо начинает усваиваться организмом.

Если не существует достаточно долго живущих радиоактивных изотопов, как, например, у кислорода и азота, меняют изотопный состав стабильных элементов. Так, добавлением к кислороду избытка изотопа $^{18}_8\text{O}$ было установлено, что свободный кислород, выделяющийся при фотосинтезе, первоначально входил в состав воды, а не углекислого газа.

Радиоактивный натрий, вводимый в небольших количествах в кровь, используется для исследования кровообращения.

Заключение. Вот уже несколько десятков лет ядерная энергия служит человечеству. Но именно в медицине ядерные технологии нашли своё наиболее мирное применение. Применение радиоактивных элементов оказывает огромное влияние в достижениях и дальнейшем развитии современной медицины. Радиоактивное излучение нашло широкое применение как в диагностике, так и в лечении различных заболеваний. В настоящее время с помощью радионуклидной диагностики можно исследовать практически любой орган или ткань организма, а некоторые из них несколькими способами.

Список литературы

1. «Изотопы на страже здоровья»: материалы книжной выставки ГПНТБ России – 2016.
2. Московский Комсомолец / Арина Петрова / Мирный атом на службе здоровья – 2016.
3. Городская клиническая больница имени Д.Д.Плетнёва / Методики лечения: Радиоизотопное исследование легких.
4. Шишкова Нелли Антоновна / Физика-light / Физика 11 класс, Получение радиоактивных изотопов и их применение.
5. Мякишев Г.Я. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2012.

UDC 615.849.2:615.849.12

APPLICATION OF RADIOACTIVE ISOTOPES IN MEDICINE

Yakovlev A.V.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
branch "Minsk Radio Engineering College",
Minsk, Republic of Belarus*

Butrim L.S. – teacher of the highest category of disciplines of the natural and mathematical cycle

Annotation. Nuclear medicine (NM) is a medical specialty that uses radionuclides (radioactive "tags") and ionizing radiation for diagnostic and therapeutic purposes. NM emerged and developed at the intersection of physics, chemistry and clinical medicine. Radiation emitted by radioactive isotopes can consist of gamma rays and alpha particles or a combination of both. A radionuclide is part of a radiopharmaceutical and serves as its marker.

Keywords. radionuclides, nuclear medicine, isotopes.