

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14784465>

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

Наим Очилович Содиков¹, Мурод Наимович Содиков²

¹ Самаркандский государственный медицинский университет, кафедра «Физика, биофизика и медицинская физика», профессор

² Самаркандский государственный медицинский университет, кафедра «Физика, биофизика и медицинская физика», ассистент

murodsn@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В данной работе проведен анализ современных методов и технологий получения медицинских диагностических и брахитерапевтических радиоактивных препаратов. Кроме этого, дана информация об особенностях применении ускорителей для проведения протонной терапии. Исследования, направленные на развитие новых технологий ядерной медицины и лучевой терапии, являются приоритетной частью плана работ научных центров и университетов развитых стран. Вложение средств в исследования по ядерной медицине и лучевой терапии рассматриваются в развитых странах как необходимый вклад в улучшение качества жизни населения.

Ключевые слова: ядерная медицина, онкология, радиоизотоп, ускоритель, брахитерапия.

CURRENT DIRECTIONS IN NUCLEAR MEDICINE

ABSTRACT

This paper analyzes modern methods and technologies for obtaining medical diagnostic and brachytherapy radioactive drugs. In addition, information is given on the features of the use of accelerators for proton therapy. Research aimed at the development of new technologies for nuclear medicine and radiation therapy is a priority part of the work plan of research centers and universities in developed countries. Investments in research in nuclear medicine and radiation therapy are viewed in developed countries as a necessary contribution to improving the quality of life of the population.

Keywords: nuclear medicine, oncology, radioisotope, accelerator, brachytherapy.

ВВЕДЕНИЕ. Ядерная медицина в настоящее время стала важнейшей частью системы здравоохранения всех промышленно развитых стран. Получив основной толчок развития во второй половине XX века, когда бурно начала развиваться электроника и робототехника, ядерная медицина пополнила свой арсенал современным инструментарием для проведения процедур, особенно диагностических.

Более половины (значительная часть) онкологических больных в настоящий период излечиваются с применением дистанционной или контактной радиотерапии. При этом число пациентов, получивших такое лечение, постоянно возрастает в развитых странах. Ту или иную форму лучевой диагностики (рентгеновская компьютерная томография, позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), однофотонная эмиссионная компьютерная томография и др.) проходит почти каждый пациент, страдающий онкологическим или другим тяжелым заболеванием. Исследования, направленные на развитие новых технологий ядерной медицины и лучевой терапии, являются приоритетной частью плана работ научных центров и университетов развитых стран. Вложение средств в исследования по ядерной медицине и лучевой терапии рассматриваются в развитых странах как необходимый вклад в улучшение качества жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА и МЕТОДОЛОГИЯ. В данной работе приведена обзорная информация об наиболее перспективных технологиях и подходах используемых в ядерной медицине. В Институте ядерных исследований (ИЯИ) РАН в г. Троицке проводятся фундаментальные и прикладные исследования по ядерной и нейтронной физике, использование результатов данных исследований дают возможность производить большинство изотопов медицинского назначения и осуществлять протонную терапию новообразований любой локализации.

Для проведения экспериментальных исследований в области протонной терапии в ИЯИ РАН используется протонный ускоритель, обеспечивающий пучки протонов с энергией от 100 до 220 МэВ со средним током до 100 мкА.

На основе опыта других ядерных центров и существующих тенденций в современной медицине, а также с учетом возможности имеющегося ускорителя протонов была сформирована программа исследований ИЯИ РАН для медицины, которая в настоящее время реализуется.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Основными направлениями этой программы исследований являются протонная терапия, производство радиоизотопов для диагностики и терапии, производство и внедрение источников для брахитерапии, лучевой диагностики. Как известно, ускоренные протоны обладают специфическим поведением при прохождении любой среды – выделяемая или ионизирующая энергия не убывает по мере замедления в среде, как у электронов или фотонов, а наоборот, достигает максимума в момент остановки. Выделение ионизирующей энергии в тканях организма приводит к локальному разрушению клеток в заданном месте. Индивидуально подбирая энергию протонов можно локально разрушить опухоль, расположенную на любой глубине.

На основе этой технологии в медицинском радиологическом научном центре (МРНЦ) в г.Обнинске созданы новые Радиоактивные фармакологические препараты - альбуминовые микросферы для лечения аденомы простаты, рака печени и молочной железы и других заболеваний, продемонстрировавшие свою эффективность в биологических экспериментах. Актиний-225 и Радий-223 также весьма перспективные радионуклиды, обладающие альфа-излучением с малым пробегом в биологических тканях. Массовое применение этих радионуклидов может значительно улучшить терапию целого ряда онкологических заболеваний. В ИЯИ РАН ведутся исследования и в других перспективных направлениях ядерной медицины и лучевой терапии, в частности, в области брахитерапии. Для ряда локализаций злокачественных опухолей (предстательной железы, молочной железы, гинекологической

локализации и др.) брахитерапия является наиболее эффективным щадящим радикальным лечением. Брахитерапия основано на введении закрытых радиоактивных источников непосредственно в области опухоли. Практическая реализация протонной терапии до сих пор является весьма сложной научной и технической проблемой. Например, в России нуждаются в протонной терапии, по разным оценкам, от 30 до 50 тыс. больных ежегодно. Несмотря на уникальные характеристики пучков имеющегося сильноточного ускорителя протонов, оптимальным было бы использование для протонной терапии и других прикладных задач в интересах медицины нового специализированного ускорителя протонов средних энергий.

Циклотрон обеспечивает пучки протонов высокой интенсивности с энергией ($E=30-100$ МэВ). Линейный ускоритель в этом случае производит дальнейшее ускорение до энергии $E=250$ МэВ лишь небольшой части протонов из циклотрона, используемых для протонной терапии. Потребность в радиоизотопах для диагностики и терапии различных заболеваний ежегодно возрастает. Ряд таких изотопов может быть получен с достаточно высокой экономической эффективностью только на сильноточных ускорителях протонов средней энергии. В мире пока действует менее десяти установок такого типа.

ОБСУЖДЕНИЕ: Рассмотрим некоторые вопросы применения стронция-82 (период полураспада 25 суток) и генераторов стронция/рубидий-82 для ПЭТ-диагностики. Использование генератора короткоживущего радионуклида, в данном случае рубидия-82 (период полураспада 1,3 минут), позволяет избежать от необходимости сооружения циклотрона и создания радиохимической лаборатории непосредственно в клинике. Это делает более доступной процедуру ранней диагностики инфаркта миокарда и некоторых других заболеваний. Именно таким путем в основном осуществляется ПЭТ-диагностика в США, где смертность из-за сердечно-сосудистых заболеваний занимает второе место после смертности от онкологических заболеваний.

В ИЯИ РАН разработана технология производства и других изотопов для медицины. Sn-117_m является перспективным медицинским терапевтическим радионуклидом. Его используют в первую очередь для терапии костных онкологических заболеваний. В то же время исследования последних лет показывают чрезвычайно высокую эффективность использования этого изотопа и для терапии сосудистых заболеваний. В ИЯИ РАН при участии Брукхейвенской национальной лаборатории (BNL, США) разработана технология производства олово (Sn-117_m) в состоянии «без носителя» из облученных мишеней, содержащих сурьму.

Брахитерапия по типу и активности используемых источников разделяется на низкодозовую (НДБ) и высокодозовую брахитерапию (ВДБ). Для проведения ВДБ в настоящее время в основном используется два типа закрытых радионуклидных источников: на основе кобальта-60 и иридия-192. Большая энергия гамма-излучения кобальта-60 приводит существенному облучению жизненно важных органов пациентов.

Проведение исследований в этом направлении позволяет перейти к внедрению в практику в России и за рубежом новой перспективной технологии в медицине – брахитерапии с иттербиевыми источниками. Массовому внедрению в медицину этих технологий способствуют преимущества новых источников перед существующими аналогами: менее затратная подготовка терапевтических кабинетов, меньшая цена источников и более простая логистика их доставки в медицинские учреждения. При этом терапевтические свойства у иттербиевых источников по крайней мере не хуже, чем у используемых аналогов с другими изотопами.

Свой существенный вклад в развитие ядерной медицины внесли и узбекские ученые из Института Ядерной Физики Академии Наук Узбекистана (ИЯФ АН РУз) г. Ташкент. В 1956 году был организован ИЯФ (Институт ядерной физики) в посёлке Улугбек города Ташкента Республики Узбекистан. Под руководством д.ф-м.н., профессора Гулямова У.Г. была создана

лаборатория радиоизотопов (во время руководства директорство). В 1976 году было создано предприятие «Радиопрепарат» ИЯФ, предназначенное для выпуска меченных радиоактивных соединений.

Предприятие «Радиопрепарат» производило для внутреннего рынка и экспортировало в страны содружества, Европу и США меченые препараты и соединения, а также изделия с радиоактивными изотопами. Номенклатура выпускаемых соединений для медицины и науки превышает 60 наименований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, в ближайшее время в республике остро станет вопрос о получении медицинских радиофармпрепаратов, которые могли бы заместить реакторный метод получения радиоактивных изотопов медицинского предназначения. Одним из перспективных технологий получения медицинских радиофармпрепаратов является ускорительный метод.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Скуридин В.С. (2007). Методы и технологии получения радиофарм-препаратов: Учебное. пособие. Томск: Изд.ТПУ, 97.
2. Akulinichev S.V., Derzhiev V.I. (2014). *Radiotherapy Oncology* p.110 (Suppl.1,2)
3. Недорезов В.Г. (2005). Патент РФ №466166
4. Куренков Н.В., Шубин Ю.Н. (1995). *Радионуклиды в ядерной медицине (получение и использование)*. Обнинск: ФЭИ-2429.
5. Рябухин Ю. С., Шальнов А. В. (1980). *Ускоренные пучки и их применение*. М., Атомиздат, 192.
6. Комов А.И., Скуридин В.С., Рыбасов А.Г., Головков В.М. (1998). *Новые технологии производства радиофармпрепаратов на основе короткоживущих радионуклидов, получаемых на циклотроне и ядерном реакторе*. НИИ ЯФ ТПУ. Изв. ВУЗов. ФИЗИКА, № 4, 183.
7. Циклотрон в решении научных и практических задач. (1999). *Сборник статей под ед. Головкова В.* Томск: Изд. ТПУ, 103.