

ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ

Нурматова Ф.Б., Рахимова Х.Ж., Мирзахмедова Г.Р.

*Ташкентский государственный стоматологический институт
Ташкент, Узбекистан*

Аннотация. В этой статье рассмотрены биофизические основы использования радионуклидов, в том числе то, как они взаимодействуют с живыми клетками, тканями и органами, и их применение в медицине и исследованиях.

Использование радионуклидов является важным инструментом в различных областях, включая медицину, промышленность и исследования. Радионуклиды представляют собой нестабильные атомы, излучающие энергию в виде альфа-, бета- или гамма-излучения. Открытие радионуклидов в начале 20 века Марией Кюри и другими произвело революцию в нашем понимании структуры материи и открыло новую область науки — радиохимию.

Радионуклиды обладают многими уникальными свойствами, которые делают их полезными для самых разных применений. Например, их свойства распада можно использовать для обнаружения и измерения концентрации различных элементов и молекул в биологических и экологических системах. Их также можно использовать в качестве радиоактивных индикаторов для изучения биохимических процессов, а также для медицинской визуализации и лучевой терапии.

Несмотря на многочисленные преимущества, использование радионуклидов сопряжено с неотъемлемыми рисками. Воздействие ионизирующего излучения от радионуклидных источников может вызвать серьезные последствия для здоровья, такие как мутации, рак и повреждение тканей. Поэтому важно полностью понимать биофизические основы радионуклидов и то, как они взаимодействуют с живыми организмами и окружающей средой.

Поведение радионуклидов регулируется фундаментальными принципами физики и химии. Процесс распада радионуклидов включает испускание излучения в виде частиц или фотонов. Тип испускаемого излучения зависит от типа радионуклида и режима его распада.

Альфа-излучение состоит из высокоэнергетических ядер гелия (2 протона и 2 нейтрона), обладающих относительно низкой проникающей способностью. Бета-излучение состоит из электронов или позитронов, обладающих большей проникающей способностью, чем альфа-излучение. Гамма-излучение состоит из фотонов высокой энергии, обладающих наибольшей проникающей способностью и способных проходить сквозь толстые слои вещества.

Биофизическое поведение радионуклидов зависит от многих различных факторов, включая тип излучения, энергию излучения, период полураспада радионуклида и то, как он включается или связывается с другими молекулами.

Когда радионуклид внедряется в живые клетки, ткани или органы, на его поведение влияют физические и химические свойства биологической системы, а также радиобиологические эффекты воздействия ионизирующего излучения. Биологический период полураспада радионуклида определяется его физико-химическими свойствами, а также его поглощением и выведением из организма.

Когда ионизирующее излучение взаимодействует с веществом, оно может вызывать различные эффекты, включая возбуждение, ионизацию и образование свободных радикалов. Возбуждение происходит, когда энергия излучения передается орбитальному электрону, заставляя его перейти на более высокий энергетический уровень. Ионизация происходит, когда энергии достаточно, чтобы полностью удалить электрон из атома или молекулы, оставив после себя положительно заряженный ион.

Производство свободных радикалов происходит, когда ионизирующее излучение взаимодействует с молекулами воды в организме, образуя высокореактивные радикалы, включая ионы гидроксила и супероксида. Эти свободные радикалы могут повреждать клеточные структуры, включая ДНК, белки и липиды, что приводит к мутациям, раку и гибели клеток.

Различные виды излучения взаимодействуют с веществом по-разному. Например, альфа-частицы имеют очень малый пробег и взаимодействуют в основном за счет прямой ионизации и возбуждения атомов на своем пути. Бета-частицы имеют больший пробег и взаимодействуют как прямо, так и косвенно, в основном через вторичные электроны, образующиеся в результате возбуждения и ионизации атомов на их пути.

Гамма-излучение, с другой стороны, взаимодействует с веществом через эффект Комптона, при котором гамма-фотон взаимодействует с электроном, создавая электрон отдачи и рассеянный гамма-фотон. Этот процесс может вызывать ионизацию и возбуждение атомов на пути гамма-излучения.

Радиационная дозиметрия — это измерение и оценка энергии, выделяемой ионизирующим излучением в живых организмах или материалах. Количество поглощенной энергии излучения зависит от многих различных факторов, включая тип и энергию излучения, расстояние от источника излучения, экранирующий материал и продолжительность воздействия.

Стандартной единицей измерения поглощенной дозы излучения является Грей (Гр), который определяется как поглощение одного джоуля энергии на килограмм вещества. Другой часто используемой единицей является Зиверт (Зв), который является мерой биологического действия радиации, принимая во внимание относительную биологическую эффективность (ОБЭ) различных видов радиации. ОБЭ — это мера эффективности ионизирующего излучения в отношении биологических повреждений по сравнению со стандартным эталонным излучением, таким как рентгеновские лучи. ОБЭ варьируется в зависимости от типа излучения и рассматриваемой биологической конечной точки.

Радионуклиды имеют множество важных применений в различных областях, включая медицину и исследования.

Радионуклиды широко используются в ядерной медицине в диагностических и терапевтических целях. Методы диагностической визуализации, такие как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), используют радиоактивно меченные соединения для визуализации распределения и функциональной активности биологических процессов в организме.

Терапевтическое применение радионуклидов включает внешнюю лучевую терапию и внутреннюю лучевую терапию с использованием радиофармпрепаратов. Радиоактивные изотопы, такие как йод-131, иттрий-90 и лютеций-177, используются для лечения различных видов рака путем доставки направленного излучения к опухолевым клеткам.

Например, радиография — это метод неразрушающего контроля, в котором используются рентгеновские или гамма-лучи для визуализации внутренней структуры таких материалов, как металлические трубы, сварные швы и детали самолетов. Радиоактивные индикаторы также используются для отслеживания потока нефти, воды или газа по промышленным трубопроводам.

Радионуклиды широко используются в исследованиях для различных целей, включая изучение биологических процессов, характеристику материалов и датирование геологических образцов. Например, радиоактивные индикаторы можно использовать для исследования движения и метаболизма молекул в клетках и тканях. Радиоуглеродное датирование — это метод, используемый для определения возраста археологических и геологических образцов путем измерения распада углерода-14.

Заключение. Использование радионуклидов произвело революцию в нашем понимании структуры материи, а также в нашей способности диагностировать и лечить болезни, изучать биологические процессы и характеризовать материалы. Однако необходимо полностью понимать биофизические основы использования радионуклидов, чтобы свести к минимуму потенциальные риски для здоровья, связанные с воздействием ионизирующего излучения.

Поведение радионуклидов регулируется фундаментальными принципами физики и химии, а их взаимодействие с живыми клетками, тканями и органами определяется радиобиологическими эффектами.

Литература:

Абдуганиева, Шахиста Ходжиевна, Феруза Бахтияровна Нурматова, and Рахимжан Абдуллаевич Джаббаров. "Роль биомедицинской и клинической информатики в изучении медицинских проблем." *European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences*. 2017.

Нурматова, Феруза Бахтияровна. "Междисциплинарная интеграция биофизики в медицинском вузе." *Методы науки* 4 (2017): 78-79

Kh, Rakhimova. "Zh., Nurmatova FB The main physico-chemical properties of dental materials/Kh. Zh. Rakhimova, FB Nurmatova." (2018): 79

Абдуганиева, Шахиста Ходжиевна, and Феруза Бахтияровна Нурматова. "Прогнозирование атмосферного давления воздуха на город Антананариву на основе учета

перераспределения гравитационных сил солнечной системы." *The priorities of the world science: experiments and scientific debate*. 2018

Нурматова, Ф. Б., and А. Н. Кобзарь. "Специфика обучения биофизике будущих стоматологов (из опыта работы российского и узбекского медицинских вузов)." *Педагогическое образование и наука* 3 (2020): 122-127

Нурматова, Ф. Б. "Методические подходы к преподаванию биофизики в стоматологическом вузе." (2019): 198-203

Bakhtiyarova, Nurmatova Feruza. "Organization and Methodology Laboratory Works on Biophysics for Dental Direction." *Annals of the Romanian Society for Cell Biology* (2021): 597-607

Нурматова Феруза Бахтияровна, Нигора Эргашевна Махкамова, and Улугбек Нуридинович Вохидов. "Интегративный подход к преподаванию биофизики в медицинском вузе на примере раздела" БИОАКУСТИКА." *Молодой ученый Учредители: ООО "Издательство Молодой ученый"* 12: 261-264

Bakhtiyarova, Nurmatova Feruza. "OUR EXPERIENCE IN CONDUCTING INTEGRATION LECTURES ON BIOPHYSICS AND EYE DISEASES ON" OPTICS. BIOPHYSICS OF VISION."

Никонорова, М. Л., et al. "МЕТОДИЧЕСКИЙ КЕЙС КАК ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ." *SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM* 1.10 (2022): 115-119.

Абдуганиева, Ш. Х., and М. Л. Никонорова. "Цифровые решения в медицине." *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины* 12.2 (2022): 73-85

Zukhriddinova, Khodjaeva Diyora. "Methodology of teaching physics in academic lyceums of medical direction." *Journal of Critical Reviews* 6.5 (2020): 2019

Plakhtiev, A., Gaziev, G., Doniyorov, O., & Muradov, K. (2023). Contactless wide-range ferromagnetic high-current converters for monitoring and control systems in the electric power industry. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 401, p. 04014). EDP Sciences.

Plakhtiev, A., Gaziev, G., Doniyorov, O., & Muradov, K. (2023). High-current contactless ferromagnetic converters for multi-profile monitoring and control systems. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 401, p. 04015). EDP Sciences.