

УДК 621.384.63

P.G. Айданов

**Этико-правовые проблемы развития и применения циклотронов
сверхпроводящего состояния в медицине**

Аннотация:

Циклотроны сверхпроводящего состояния – это технология, которая использует сверхпроводящие магниты для создания электрических полей, необходимых для ускорения заряженных частиц до высоких энергий. Они применяются в производстве радиоактивных изотопов в медицинских целях, включая диагностику и лечение рака. Однако развитие этой технологии сопровождается этико-правовыми проблемами, связанными с возможностями пагубного воздействия на окружающую среду, низкой доступностью технологии для удаленных от центра регионов, а также использованием технологии в антигуманных целях. В статье затрагиваются этико-правовые аспекты развития технологии, предлагаются пути ее этичного развития в медицине.

Ключевые слова: циклотроны сверхпроводящего состояния, сверхпроводимость, ускоритель частиц, медицинские изотопы, этика науки, радиоактивные отходы, деконтаминация.

Об авторе: Айданов Руслан Гумарович, Государственный университет «Дубна», аспирант, Объединенный институт ядерных исследований, инженер конструктор З категории; эл. почта: aydanof@jinr.ru

Научный руководитель: Яковенко Сергей Леонидович, кандидат физико-математических наук, Объединенный институт ядерных исследований, главный инженер лаборатории ядерных проблем; эл. почта: yakoven@jinr.ru

Современная медицина находится в постоянном поиске новых технологий и методов диагностики и лечения заболеваний. Одной из таких технологий в ядерной медицине выступают циклотроны сверхпроводящего состояния, разрабатываемые в

медицинско-биологическом центре ОИЯИ и широко используемые в медицинско-биологических исследованиях для диагностики и лечения различных заболеваний, таких как болезни сердца, нервной системы, а также заболеваний онкологический природы. Циклотроны сверхпроводящего состояния – один из наиболее перспективных и оптимальных методов производства радиофармацевтических препаратов, таких как FDG-18, применяемых в позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ).

Метод практикуется в клиниках для визуализации опухоли и распознавания патологических процессов на молекулярном уровне. Он основан на использовании суперпроводниковых магнитов и позволяет производить радиоизотопы с высокой эффективностью и меньшим объемом радиоактивных отходов [5; 7]. Препараты, основанные на изотопах иттрия и лутеция, задействованы для лечения рака простаты, шеи и головного мозга, осложнений в других частях тела [1]. Эксплуатация циклотронов занимает важное место в кардиологии при лечении ишемической болезни сердца, аномалий сердечного ритма, при обнаружении протоков крови в сердце.

Одним из главных преимуществ циклотронов сверхпроводящего состояния становится возможность производства большого количества радиоизотопов за короткий промежуток времени: ультракороткая импульсная доставка дозы ионизирующего излучения в зону исследования дает более конформное облучение, когда форма облучения максимально приближена к форме опухоли и не затрагивает окружающие опухоль ткани. Более высокая эффективность циклотронов сверхпроводящего состояния, чем циклотронов традиционных, позволяет сократить затраты на производство радиоизотопов. Однако, как и в случае любой новой технологии, возникают этические и правовые проблемы, связанные с ее развитием и применением циклотронов в медицине.

Одной из основных этических проблем оказывается возможность использования радиоизотопов в антигуманных, отнюдь не в медицинских целях. Такая возможность обусловлена тем, что радиоактивные изотопы – это атомы, обладающие радиоактивностью, малым периодом полураспада. Благодаря тому, что радиоизотопное излучение легко прослеживается, оказывает влияние на облучаемый объект, радиоизотопы получили широкое применение не только в медицине, но и в промышленности, в т.ч., в военной, для создания оружия массового поражения [1].

Особые свойства радиоизотопов требуют контроля за их эксплуатацией. Чтобы снизить риски, связанные с генерацией потоков высокоэнергетических частиц при

эксплуатации и обслуживании циклотронов, требуется соблюдение мер предосторожности и следование строгим протоколам безопасности и инструкциям. Важно обеспечить надлежащее хранение, использование и утилизацию радиоактивных материалов, обучать не только персонал, но и пациентов правилам безопасности при использовании циклотронов, проводить регулярные проверки и тестирование оборудования [6].

Радиоизотопы (или радионуклиды) – природное явление, они присутствуют повсеместно, представляя собой нестабильную форму элемента, испускающего излучение, которое придает элементу более стабильную форму. Однако, становясь технологией, они могут наносить вред человеку: степень негативного воздействия зависит от полученной дозы, продолжительности облучения и глубины проникновения радиации в организм.

В этом плане понятны опасения пациентов и даже их отказ от радиобиологического обследования. В таких случаях необходимо, с одной стороны, провести разъяснение по возможностям и рискам такого обследования, а, с другой стороны, обеспечить право пациента на свободный выбор альтернативных методов диагностики и лечения, объясняя ему при этом возможные последствия. Такого рода индивидуальная работа с пациентами требует, разумеется, высокой общей и специальной квалификации. В этой сфере, может быть, как ни в какой иной от врача требуется такое свойство личности, как профессиональная критичность: в формировании диагностического суждения и, особенно, планировании действий, врач не только имеет право на сомнения, но и должен их иметь, выбирая наиболее обоснованное решение, и даже, в части случаев, делиться с пациентом своими размышлениями, как бы вместе приходя к выбранному решению [2, с. 301].

Критическое мышление врача – это целая система параметров его личности, позволяющая поддерживать здоровье и спасать жизни. Вот лишь некоторые, наиболее существенные, из таких параметров.

Во-первых, способность собирать и оценивать актуальную информацию, эффективно ее интерпретировать, проверяя на соответствие устоявшимся критериям и стандартам, например, протоколам диагностики и лечения. Эти протоколы имеют разные уровни доказательности и, соответственно, разные степени рекомендаций («должно», «желательно», «можно»). Однако нередко методики применяются конвенционально, на основе экспертного согласия. Соответственно, для принятия эффективного решения врачу необходимо действовать – с одной стороны, в соответствии

со строгими стандартами (что способно обезопасить его еще и юридически), а – с другой стороны, уметь управлять их использованием. Бездумное следование лечебным протоколам может привести к трагическим исходам.

Во-вторых, способность мыслить непредвзято, даже будучи приверженцем или последователем той или иной врачебной школы, помня, что каждый организм – уникален, мыслить в рамках альтернативных практик, признавая и оценивая, по мере необходимости, их опыт, следствия и практические последствия.

В-третьих, способность к коммуникации, совершенное владение профессиональным языком, эффективное взаимодействие с другими коллегами в поиске решений сложных проблем, а также стремление к преодолению эгоцентризма, личных и корыстных мотивов, соблюдение этических принципов, в особенности в ситуации практически повсеместного лоббирования коммерческих интересов.

В-четвертых, чтобы реализовать названные выше требования, врач должен знать методы логического исследования и рассуждения и обладать умением эти методы применять [2, с. 309].

Не менее актуальным оказывается уважение права пациентов на конфиденциальность: проблема защиты персональных данных, которые собираются для получения информации о заболевании и применении циклотронов, как и в других сферах жизни цифрового общества, обретает критичный характер.

Циклотроны сверхпроводящего состояния – дорогостоящие и сложные в эксплуатации устройства, и это ограничивает доступность технологии для медицинских учреждений, расположенных в удаленных от центра регионах, неравномерность распределения радиоизотопов. Поэтому важно обеспечить прозрачность в использовании циклотронов, например, путем публичных отчетов о численности использованных радиоизотопов и радиоактивных веществ. Это позволит установить доверие к технологии и сократить возможность неоптимального расходования средств.

Использование циклотронов сверхпроводящего состояния в медицине может оказывать негативное воздействие на окружающую среду на разных стадиях производства и эксплуатации циклотронов. Например, производство сверхпроводящих магнитов, необходимых для работы циклотрона, может потребовать большого количества энергии и материалов, что приведет к выбросам парниковых газов и других вредных веществ [4]. Производство радиоактивных изотопов чревато выбросом радиоактивных веществ в

окружающую среду, что опасно для здоровья людей и животных. Именно поэтому необходимо строго контролировать процесс производства радиоактивных веществ, осуществлять их транспортировку и хранение в соответствии с международными нормами и стандартами.

Таким образом, учитывая, что технология использования в медицине циклотронов сверхпроводящего состояния применяется все чаще, возникает необходимость в выработке правил, устанавливающих требования для получения лицензии на использование этой технологии, контроля за распределением радиоизотопов и радиоактивных веществ, защиты личных данных пациентов. Необходимо проводить обучение и повышение квалификации медицинских работников, которые будут применять технологию в дальнейшем. Обозначенный комплекс мер обеспечит должное использование технологии и минимизирует потенциальные риски для пациентов [3].

Развитие и применение циклотронов сверхпроводящего состояния в медицине – важный шаг на пути к улучшению здоровья населения. Однако развитие этой технологии, сопряженной с определенными рисками, связано с комплексом этико-правовых проблем, которые необходимо регулировать в соответствии с законодательством и международными стандартами: обеспечение прав и защиты интересов пациентов выступают здесь приоритетом.

Библиографический список:

1. Матвеев А.В. Ядерная медицина. Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2016. 126 с.
2. О критичности врача: междисциплинарный подход / О. В. Кубряк, Н. Г. Багдасарьян, М. Ю. Герасименко [и др.] // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2019. № 6(154). С. 295-313.
3. Овчинников В. А. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебное пособие для студентов III курса медико-психологического и медико-диагностического факультетов / В.А. Овчинников, В.Н. Волков. Гродно: ГрГМУ, 2009. 404 с.
4. Сергиенко Ю. А. Радионуклидная диагностика с нейротропными радиофармпрепаратами / Ю. А. Сергиенко, А. А. Аншелес. М: ИНФРА-М, 2014. 111 с.
5. Смирнов В. П. Циклотроны и синхроциклотроны в медицине / В. П. Смирнов, Е. М. Лебедев, А. В. Абакумов. М.: Медицинское информационное агентство, 2009. 112 с.

6. Шарков Б. Ю. Развитие физики и технологии ускорителей заряженных частиц / Б. Ю. Шарков, И. Н. Мешков. М.: РАН, 2021. 140 с.
7. Шевченко А. А. Применение циклотронов в медицине / А. А. Шевченко, В. Н. Яголич, И. В. Рябцев. М.: Наука, 2004. 306 с.

Aydanov R.G. Ethical and legal problems of development and application of superconducting cyclotrons in medicine

Superconducting cyclotrons are a technology that uses superconducting magnets to create the electric fields necessary to accelerate charged particles to high energies. They are used in the production of radioactive isotopes for medical purposes, including the diagnosis and treatment of cancer. However, the development of this technology is accompanied by ethical and legal problems associated with the possibility of harmful effects on the environment, low availability of technology for remote regions, as well as the use of technology for inhumane purposes. The article touches upon the ethical and legal aspects of technology development, suggests ways of its ethical development in medicine.

Keywords: superconducting cyclotrons, superconductivity, particle accelerator, medical isotopes, cancer, ethical issues, safety, risks, environmental impact, radioactive waste, accessibility, economic efficiency, decontamination.