

Б.Я. Наркевич^{1,2}**РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ А.В. ХМЕЛЕВА «ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА: ФИЗИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ». – М.: НИЯУ МИФИ, 2018**

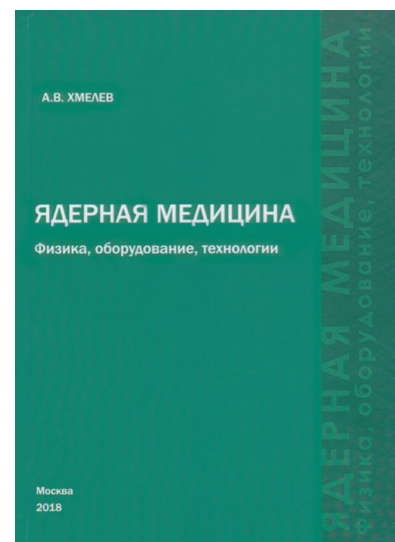
1. Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ, Москва;
2. Ассоциация медицинских физиков России (АМФР), Москва. E-mail: narvik@yandex.ru

Б.Я. Наркевич – в.н.с., д.т.н., проф., президент АМФР

Поступила: 30.08.2018. Принята к публикации: 05.09.2018

Ядерная медицина является одним из самых передовых и востребованных в мире направлений современной высокотехнологичной медицины, традиционно связанного с применением радиофармацевтических препаратов (РФП) для диагностики и лечения онкологических заболеваний, заболеваний сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, эндокринной системы и т.д. Активно создаваемые сегодня центры ядерной медицины оборудуются новым дорогостоящим высокотехнологичным оборудованием, к которому, в частности, относятся циклотроны, компьютерно-управляемые радиохимические модули синтеза РФП, роботизированные диспенсеры, автоматизированные инжекторы для дозирования и введения РФП пациенту. Эти факторы обуславливают настоятельную необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов для работы на сложнейшем оборудовании в отечественных центрах ядерной медицины. Востребованные и активно создаваемые сегодня дополнительные программы профессионального образования в этой сфере предусматривают необходимость разработки их разностороннего методического сопровождения. Поэтому трудно переоценить высокую актуальность появления книги А.В. Хмелева.

Учебное пособие «Ядерная медицина: физика, оборудование, технологии», выпущенное в 2018 г. опытным специалистом профессором, главным научным сотрудником РИНКЦЭ Минобрнауки РФ, профессором РМАНПО А.В. Хмелевым, посвящено рассмотрению самых современных знаний и накопленного за многие годы опыта в области ядерной медицины и, в частности, ее нового и быстро развивающегося диагностического метода позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ). Оно предназначено для самого широкого круга читателей: врачей-радиологов, медицинских физиков, разработчиков оборудования и проектировщиков центров ядерной медицины, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, обучаемых радиологическим специальностям, медицинской физике и биомедицинской инженерии, а также слушателям курсов последипломного повышения квалификации. Наконец, оно может быть полезным в качестве библиографического источника для специалистов, работающих в ядерной медицине. Основным достоинством учебного пособия является его исчерпывающий характер. Автор книги обладает многолетним теоретическим и практическим опытом работы в области разработки ПЭТ-технологий и создания объектов ядерной медицины, а также большим педагогическим опытом работы в системе непрерывного профессионального образования. Поэтому изложение материала,



апробированного и проверенного на личном опыте автора, только повышает ценность учебного пособия.

Материал учебного пособия выстроен в последовательном его изложении – от физических основ к технологическим и техническим аспектам ядерной медицины. Учебное пособие состоит из 20 глав, разделенных на четыре части: I. Радионуклиды и излучение; II. Оборудование и технологии радионуклидной визуализации; III. Производство радионуклидов и радиофармпрепаратов для ядерной медицины; IV. Центры радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии.

Первая часть посвящена рассмотрению фундаментальных для ядерной медицины понятий – радионуклидов и излучения. Этот теоретический раздел начинается с главы «Исторический экскурс», в которой кратко и весьма последовательно описана история фундаментальных открытий радиационной физики и развития технологий и оборудования ядерной медицины, что будет весьма полезно студентам, только начинающим изучать эту многостороннюю дисциплину.

Включение в книгу главы 2 «Элементы физики атомов и атомных ядер» и главы 3 «Основы радиационной физики» является вполне обоснованным, поскольку без знания фундаментальных основ прикладной радиационной физики невозможно профессионально заниматься техническими и технологическими вопросами ядерной медицины.

Глава 4 посвящена физическим основам методов радионуклидной диагностики *in vivo* и *in vitro* и радионуклидной терапии. В той же главе рассматривается новый медицинский метод, называемый тераностикой и заключающийся в комплексном решении задач диагностики и лечения с использованием РФП, явля-

ющихся одновременно терапевтическими агентами и средством ранней диагностики. В главе 5 обсуждаются требования, предъявляемые к селекции радионуклидов для целей ядерной медицины, и их общие и специфические свойства, актуальные для применений в этой области. В ней рассматриваются ядерно-физические свойства позитронно-излучающих и гамма-излучающих диагностических радионуклидов, альфа-, бета- и Оже-эмиттеров – терапевтических радионуклидов, а также радионуклидных пар для тераностики.

Глава 6 посвящена изложению требований к РФП для диагностики и терапии, а также результатов конкретных применений ряда РФП в ядерной медицине. Особое внимание уделено наиболее часто используемому в ПЭТ-диагностике препарату – фтордезоксиглюкозе, меченной ^{18}F . Материал этой главы изложен очень подробно и сопровождается наглядными иллюстрациями данных визуализации патологических очагов, полученных при диагностических исследованиях с РФП на основе ^{18}F , биогенных РН и нетрадиционных ПЭТ-радионуклидов ^{68}Ga , ^{64}Cu , ^{89}Zr , ^{124}I , на основе γ -эмиттеров $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , а также при контроле радионуклидной терапии препаратами, меченными ^{131}I , ^{90}Y и ^{177}Lu .

Во второй части учебного пособия рассматриваются оборудование и технологии, применяемые для радионуклидной визуализации. Так, в главе 7 обсуждаются сцинтилляционные материалы и детекторы, а также детекторные конструкции для визуализации, а в главе 8 – принципы работы, основные компоненты и характеристики традиционных гамма-камер и однофотонных эмиссионных томографов (ОФЭКТ). Детально рассмотрены особенности ОФЭКТ-сканеров для рутинного использования и специальных применений, источники погрешностей ОФЭКТ-измерений, методы коррекции ослабления излучения и влияния рассеяния излучения на результаты измерений.

Глава 9 посвящена рассмотрению принципов работы и особенностей конструкции активно внедряемых в радионуклидную диагностику ПЭТ-сканеров и гибридных ПЭТ/КТ- и ПЭТ/МРТ-сканеров. Автором детально рассмотрены функциональные характеристики и процедуры контроля качества ПЭТ-сканеров.

Данные по основам традиционного и время-пролетного методов и технологий сбора и обработки данных ПЭТ-измерений, а также по коррекции влияния побочных факторов на измерения ПЭТ, по методам реконструкции изображений и количественному анализу ПЭТ-данных представлены в главе 10. Представляет большой интерес изложение целого ряда вопросов физико-технического и радиофармацевтического обеспечения технологий ПЭТ, в решении многих из которых автор сам принимал непосредственное участие, а их результаты были опубликованы в отечественных рецензируемых журналах. Мотивация применения гибридной визуализации, процедуры и проблемы такой визуализации обсуждаются в главе 11. Представленный здесь материал изложен также понятно и системно.

В целом, оборудование и технологии радионуклидной визуализации рассмотрены во второй части учебного пособия с исчерпывающей полнотой.

Третья часть посвящена рассмотрению физико-технических аспектов производства радионуклидов и РФП для ядерной медицины. Принципы работы циклотронов, ядерных реакторов и радионуклидных генераторов, мишени, циклотронные, реакторные и генераторные системы, а также радионуклиды, производимые циклотронным, реакторным и генераторным способами и их характеристики, подробнейшим образом рассматриваются в главах 12, 13 и 14 соответственно. Проанализированы особенности производства радионуклидов указанными методами.

В главе 15 подробно описываются способы мечення РФП радионуклидами, препараты радионуклида без носителя и с носителем, оборудование, методы и технологии производства и фасовки стерильных лекарственных средств для диагностики и терапии, а также правила их производства. Важными и полезными представляются приведенные здесь не всегда легкодоступные для специалистов сведения по технологиям получения РФП традиционно применяемых как в ПЭТ, ОФЭКТ и радионуклидной терапии, так и в экспериментальных исследованиях. Порядок и методы контроля качества РФП, а также основные контролируемые их параметры хорошо и в доступной форме изложены в главе 16.

Подробный и содержательный материал, изложенный в третьей части книги на 88 страницах, включает, в том числе, и полезные для работы специалистов справочные данные и рекомендации.

Четвертая часть учебного пособия посвящена актуальным аспектам создания центров радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии. В главе 17 рассматриваются вопросы дозиметрического обеспечения таких центров. Здесь обсуждаются физические характеристики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, приведены значения поглощенных доз, получаемых пациентами в различных видах исследований, показаны трудности точного определения поглощенных доз облучения органов и тела пациентов с введенным РФП, получаемых ими при диагностике и терапии. В конце главы подробно рассматриваются приборы, предназначенные для измерения ионизирующих излучений и используемые в ядерной медицине в основном для контроля уровня облучения обслуживающего персонала, участвующего в проведении ее процедур.

Отдельная глава (18) посвящена последовательному рассмотрению вопросов обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации центров радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии, которое проведено в полном соответствии с действующими отечественными нормативно-методическими документами и руководствами в этой области. Приведенный в этой главе большой объем данных начинается с рассмотрения особенностей воздействия ионизирующих излучений на биологические системы. Здесь обсуждается регламентация воздействия иони-

зирующих излучений, проводимая на основе концепции приемлемого радиационного риска и данных по фоновому облучению человека. Подробно рассмотрены проблемы радиационной защиты работающего с источниками ионизирующего излучения персонала, обеспечения радиационной безопасности пациентов и населения, обращения с радиоактивными отходами и радиационного контроля.

Уникальный материал представлен в главе 19, посвященной планированию помещений центров ядерной медицины и размещения в них оборудования. Он основан на большом личном опыте участия автора в создании нескольких отечественных ПЭТ-центров и центра ядерной медицины. Подробно рассмотрены вопросы планирования помещений циклотронного комплекса, радиохимической лаборатории, отделений радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии. Исключительно полезные сведения приводятся по планированию «чистых» помещений в составе радиохимической лаборатории, предназначенных для проведения в них производственных процессов в условиях поддержания концентрации загрязняющих веществ в пределах, установленных соответствующими нормативными документами. В этой же главе приводится методика расчета радиационной защиты помещений от излучения пациентов с введенным в организм РФП. Приведенная в этих главах информация будет крайне полезна для проектных компаний, специализирующихся на создании центров ядерной медицины.

В конце четвертой части подробно рассмотрен совершенно новый и очень важный аспект создания подразделений ядерной медицины – валидация их радиофармацевтического производства. В главе 20 обсуждаются системы и процессы, способные оказывать прямое или косвенное влияние на качество производимого лекарственного средства и подлежащие квалификации и валидации. В ней детально описывается квалификация проекта и технологического оборудования, а также «чистых» помещений. Рассматривается валидация процесса и продукта синтеза РФП для установления соответствия критериям приемки, а также используемых аналитических методик для подтверждения их специфицированных характеристик.

Материал, содержащийся в четвертой части учебного пособия, изложен автором профессионально и с высоким качеством.

В Заключении учебного пособия на основе последних литературных данных анализируются перспективы развития ядерной медицины, рассмотрены важные вопросы совершенствования применяемых в ней оборудования и методов, развития технологий производства медицинских радионуклидов, а также разработки наиболее клинически важных РФП.

В конце каждой главы учебного пособия суммируются ее основные положения, приводятся контрольные вопросы и тестовые задания для проверки усвоения содержащегося в ней материала. Для более глубокого освоения материала студентами, несомненно, будут полезны приведенные после каждой главы книги списки использованной и рекомендуемой научной и методической литературы – основной и дополнительной. В общем, рецензируемое учебное пособие хорошо структурировано, написано доступным языком, прекрасно проиллюстрировано, наполнено табличным материалом для лучшего восприятия обучающимися изложенного материала. К достоинствам учебного пособия следует отнести высокий научно-методический уровень представленного материала по физико-техническим основам ядерной медицины. При этом автор сумел изложить данный достаточно сложный материал таким образом, чтобы он, не теряя своего научного содержания, был понятен инженерам даже с минимальной базовой подготовкой по ядерной физике и технике, а также врачам-радиологам.

В целом учебное пособие «Ядерная медицина: физика, оборудование, технологии» характеризуется не только высокой актуальностью и своевременностью, но и научно-методическим уровнем, соответствующим мировым требованиям, а также имеет несомненное научное, практическое и педагогическое значение. Большой объем учебного материала может несколько затруднять его восприятие студентами высших учебных заведений, но он исключительно полезен для последипломного повышения квалификации врачей и применения ими полученных знаний в их практической деятельности, а также для других специалистов, как работающих в области ядерной медицины, так и создающих центры для ее реализации в России.

Для цитирования: Наркевич Б.Я. Рецензия на книгу А.В. Хмелева «Ядерная медицина: физика, оборудование, технологии». М.: НИЯУ МИФИ, 2018 // Мед. радиология и радиационная безопасность. 2018. Т. 63. № 5. С. 65–67.

DOI: 10.12737/article_5bc89759df9677.86485798

Review of the book A.V. Khmelev «Nuclear medicine: physics, equipment, technologies», Moscow, 2018

B.Ya. Narkevich^{1,2}

1. N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russia;

2. Association of Medical Physicists of Russia (AMFR), Moscow, Russia. E-mail: narvik@yandex.ru;

B.Ya. Narkevich – Leading Researcher, Dr. Sci. Tech., Prof., President of the AMFR

For citation: Narkevich B.Ya. Review of the book A.V. Khmelev «Nuclear medicine: physics, equipment, technologies», Moscow, 2018. Medical Radiology and Radiation Safety. 2018;63(5): 65–7. Russian.

DOI: 10.12737/article_5bc89759df9677.86485798