

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Главное о МАГАТЭ | Сентябрь 2019 года

Читайте в интернете по адресу:
www.iaea.org/bulletin



Борьба против рака

Обнаружение и уничтожение раковых клеток: тераностика для диагностирования и лечения, стр. 8

Обеспечение безопасности и эффективности радиотерапии: интервью с ведущим экспертом в области дозиметрии, стр. 14

Удовлетворение постоянно растущего спроса на онкологические услуги в развивающихся странах, стр. 22

Также в выпуске:
Новости МАГАТЭ



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации (ОРИС)

Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр

А/я 100, 1400 Вена, Австрия

Тел.: (43-1) 2600-021270

iaeabulletin@iaea.org

Ответственный редактор: Николь Яверт

Редактор: Миклош Гашпар

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется

в интернете по адресу www.iaea.org/bulletin

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии указания на их источник. Если указано, что автор материалов не является сотрудником МАГАТЭ, то разрешение на повторную публикацию материала с иной целью, чем простое ознакомление, следует испрашивать у автора или предоставившей данный материал организации.

Взгляды, выраженные в любой подписанной статье, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, необязательно отражают взгляды Международного агентства по атомной энергии, и МАГАТЭ не берет на себя ответственности за них.

Обложка:

Анна Шлосман

Читайте наши новости на сайтах:



Миссия Международного агентства по атомной энергии состоит в том, чтобы предотвращать распространение ядерного оружия и помогать всем странам – особенно развивающимся – в налаживании мирного, безопасного и надежного использования ядерной науки и технологий.

Созданная в 1957 году как автономная организация под эгидой Организации Объединенных Наций, МАГАТЭ – единственная организация системы ООН, обладающая экспертным потенциалом в сфере ядерных технологий. Уникальные специализированные лаборатории МАГАТЭ способствуют передаче государствам – членам МАГАТЭ знаний и экспертного опыта в таких областях, как здоровье человека, продовольствие, водные ресурсы, экономика и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, в которой выходят одобренные на международном уровне руководящие материалы по физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и преступников и что ядерные установки окажутся объектом злоумышленных действий.

Нормы безопасности МАГАТЭ закладывают систему фундаментальных принципов безопасности и отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующих мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении.

Работа МАГАТЭ многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджет МАГАТЭ формируются на основе решений его директивных органов – Совета управляющих, насчитывающего 35 членов, и Генеральной конференции всех государств-членов.

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре. Полевые бюро и бюро по связи расположены в Женеве, Нью-Йорке, Токио и Торонто. В Вене, Зайберсдорфе и Монако работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает поддержку и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

Десятилетие действий по борьбе против рака

Корнел Феруцэ, исполняющий обязанности Генерального директора МАГАТЭ

В прошлом году рак стал причиной смерти почти 10 миллионов человек. Смертность в связи с онкологическими заболеваниями растет, и особенно сильно страдают развивающиеся страны.

В течение многих лет МАГАТЭ работает над улучшением доступа к ядерной медицине, включая диагностическую визуализацию, лучевой терапии и дозиметрии в развивающихся странах. За последнее десятилетие под руководством покойного Генерального директора Юкии Аmano оказание странам помощи, направленной на избавление от бремени онкологических заболеваний, стало одним из приоритетных направлений деятельности Агентства. Оказание поддержки странам в их усилиях по обеспечению большего числа больных комплексным лечением онкологических заболеваний и повышению качества услуг лучевой терапии стало одной из важнейших стратегических задач МАГАТЭ.

Хотя еще в примерно 60 странах всего менее четверти пациентов имеют доступ к лучевой терапии, за последние пять лет доступ к ней значительно расширился как минимум в 20 развивающихся странах.

Некоторые из этих стран воспользовались поддержкой, оказываемой МАГАТЭ. Наше внимание сосредоточено на передаче знаний и экспертного потенциала. Мы организуем программы обучения для радиационных онкологов, медицинских физиков, радиологов и других специалистов. Мы также помогаем странам приобретать оборудование.

МАГАТЭ помогает обеспечивать безопасность пациентов посредством оказания услуг по контролю качества. За последние 50 лет мы провели более 13 500 дозиметрических аудитов, которые помогли более чем 2300 учреждениям по всему миру обеспечить получение пациентами точно соответствующих предписаниям доз облучения.

В 2015 году мировые лидеры приняли цели Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития, включающие в себя ключевую задачу по сокращению смертности от неинфекционных заболеваний, таких как рак, на одну треть к 2030 году. Весомый вклад в достижение этой цели могут внести ядерная наука и техника.

В настоящем выпуске Бюллетеня МАГАТЭ более подробно рассматриваются применение радиационного облучения в целях борьбы против рака во всем мире и роль МАГАТЭ. В нем рассказывается о раке — его природе, диагностике и лечении (стр. 4), и освещаются главные последние достижения, такие как брахитерапия под визуальным контролем (стр. 10) и тераностика (стр. 8),

в том числе производство новых видов радиофармацевтических препаратов (стр. 6).

Хотя радиационное облучение является центральным элементом борьбы против рака, первостепенное значение для обеспечения его эффективного применения имеет безопасность. Сеть дозиметрических лабораторий, работу которой координируют МАГАТЭ и Всемирная организация здравоохранения, помогает экспертам обеспечивать надежное соответствие доз облучения международным нормам, а также их безопасность и эффективность (стр. 27). Нормы безопасности МАГАТЭ играют центральную роль в оказании помощи национальным органам здравоохранения по созданию центров по лечению рака (стр. 12). Разработанные МАГАТЭ инновационные и недорогие учебные модули помогают странам преодолеть связанные с географическим положением и финансовыми возможностями ограничения и создать национальный кадровый резерв высококвалифицированных специалистов, таких как радиационные онкологи и медицинские физики (стр. 24).

Для того чтобы обеспечить доступную онкологическую помощь, необходимо создать действенные национальные системы борьбы против рака. Одни страны сотрудничают с МАГАТЭ при разработке и принятии соответствующих законов и нормативных актов (стр. 16), а другие обращаются за помощью в связи с подготовкой так называемой «приемлемой для банков» документации, которая дает им возможность привлекать финансирование со стороны кредитных организаций (стр. 18). Многие страны также обращаются к МАГАТЭ за помощью с подготовкой кадров, оборудованием и экспертным анализом (стр. 22).

На проходящем в сентябре 2019 года научном форуме будет проведена оценка вклада МАГАТЭ в борьбу против рака за последнее десятилетие. В течение двух дней состоится четыре заседания, в ходе которых ведущие ученые и специалисты со всего мира вместе с экспертами МАГАТЭ обсудят достижения и проблемы, связанные с внедрением и предоставлением услуг ядерной и радиационной медицины в ответ на рост заболеваемости раком. Приглашаю вас в режиме реального времени следить за работой Форума по ссылке: www.iaea.org/scientific-forum.



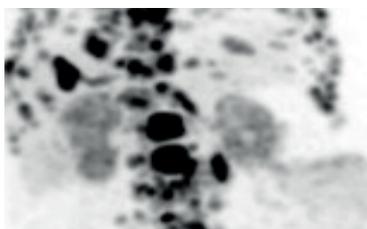
1 Десятилетие действий по борьбе против рака



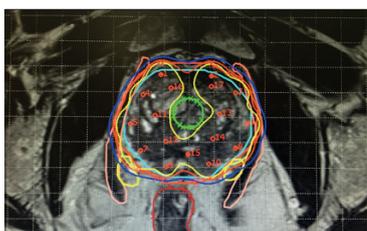
4 Онкологические заболевания, ядерная медицина, лучевая терапия и биология: общие сведения



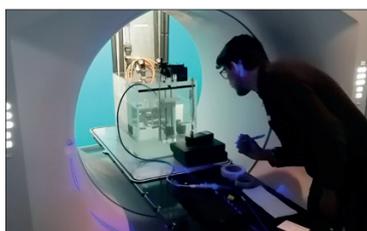
6 Благодаря МАГАТЭ радиофармацевтические препараты для лечения рака получают распространение в Азии



8 Обнаружение и уничтожение раковых клеток: тераностика для диагностирования и лечения



10 Новый подход к лечению рака: брахитерапия под визуальным контролем



12 Безопасное освоение растущего потенциала лучевой терапии



14 Обеспечение безопасности и эффективности радиотерапии: интервью с ведущим экспертом в области дозиметрии



16 Правовые основы использования радиации для целей онкологической помощи: открывая путь к эффективному лечению



18 От планирования к финансированию: приемлемая для банков документация и первое отделение лучевой терапии в Нигере



20 Бангладеш получает мощный импульс для расширения мер по борьбе против рака



22 Удовлетворение постоянно растущего спроса на услуги по лечению рака в развивающихся странах



24 Мобильные и онлайн-технологии меняют облик системы онкологической помощи и образования



27 Точная дозиметрия для качественной онкологической помощи: сеть дозиметрических лабораторий вторичных эталонов МАГАТЭ/ВОЗ

Мировой обзор

29 В борьбе против рака более заметная роль должна отводиться ионизирующему излучению

— Мэк Роуч

30 Десятилетие действий по борьбе против рака

— Кэри Адамс

Сегодня в МАГАТЭ

32 Нынешние и будущие лидеры ядерной отрасли призывают принять меры для поддержки инноваций

33 В Китае успешно проведено пилотное исследование по подавлению популяции комаров с использованием ядерных методов

34 Используйте онлайн-инструмент для всеобъемлющего поиска по публикациям МАГАТЭ в области ядерной и физической безопасности

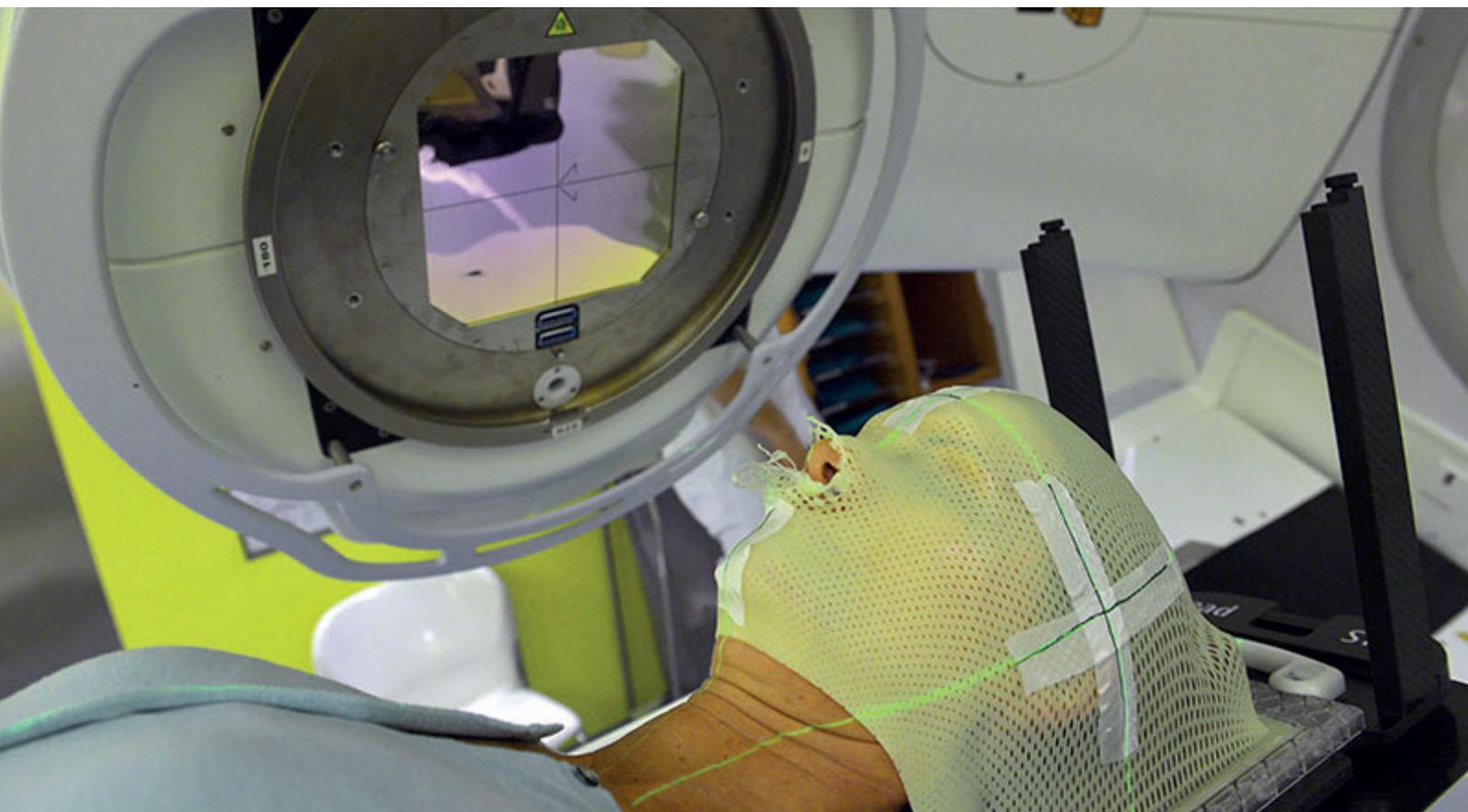
35 Более 700 специалистов прошли подготовку в рамках сессий Школы МАГАТЭ по управлению ядерными знаниями

36 Публикации

Онкологические заболевания, ядерная медицина, лучевая терапия и биология

Общие сведения

Николь Яверт



Маска для лучевой терапии удерживает голову пациента в неподвижном состоянии, чтобы во время лечения излучение неизменно и точно попадало в требуемую область.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

Раковые заболевания, которые когда-то считались неизлечимыми и смертельными, теперь могут диагностироваться на более ранних этапах и более эффективно подвергаться лечению с использованием ядерной медицины и лучевой терапии, что повышает качество жизни пациентов и дает многим из них реальный шанс на излечение. Эти достижения можно отнести на счет прогресса в научных исследованиях и инноваций в сфере технологий, которые становятся все более доступными.

В то же время во всем мире показатели заболеваемости раком продолжают расти: в 2018 году от него умерли 9,6 миллиона человек, и ожидается, что это число будет увеличиваться; по оценкам, в 2040 году рак станет причиной смерти 16,3 миллиона человек.

Рак возникает тогда, когда клетки в организме начинают неестественно и бесконтрольно расти и делиться, часто образуя скопления, называемые опухолями. Опухоли могут быть диагностированы с использованием небольших

доз излучения, после чего от них можно избавиться с помощью более существенных доз. Определение типа опухоли, а также ее размера, местоположения и масштаба распространения, чрезвычайно важно для выбора подходящего метода лечения, а именно хирургии, лучевой терапии, химиотерапии или иммунотерапии, которые используются либо по отдельности, либо в сочетании друг с другом. В случае уместности лучевой терапии необходимо тщательно подобрать требуемую дозу и нацелить ее на опухоль с помощью точно откалиброванного оборудования, чтобы максимально повысить эффективность процесса и свести к минимуму наносимый вред. Наука об измерении, расчете и оценке поглощенных доз излучения называется дозиметрией (см. стр. 14).

Ядерная медицина

Ядерная медицина — это отрасль медицины, в рамках которой для диагностики и, в некоторых случаях, лечения таких заболеваний, как рак, используются радиофармацевтические препараты.

Эти препараты подбираются в зависимости от местоположения и вида рака, подлежащего оценке, а также от того, используются ли они для диагностики, лечения или диагностики и лечения одновременно. Затем радиофармацевтический препарат вводится с помощью инъекции, вдыхается или принимается пациентом перорально. При попадании в организм такой препарат отыскивает раковые клетки и накапливается вблизи или внутри них, что позволяет выявить местоположение опухоли или направить на нее точную дозу излучения. В течение определенного периода времени радиофармацевтический препарат перестает быть радиоактивным.

Для целей диагностики в организм вводится радиофармацевтический препарат с очень малым количеством радиоактивного материала, называемый «индикатором». Когда он накапливается внутри или вблизи раковых клеток, специальная камера фиксирует испускаемое излучение, и затем создаются точные изображения того, что происходит в организме пациента. Эти изображения помогают врачам понять состояние пациента и спланировать лечение. Изображения могут делаться на протяжении всего процесса лечения рака, чтобы отслеживать течение заболевания и надлежащим образом корректировать лечение.

Для целей лечения подбираются радиофармацевтические препараты с более высоким содержанием радиоактивного материала. Индикатор накапливает излучение и доставляет его к раковым клеткам, и затем излучение повреждает и убивает их.

В некоторых случаях радиофармацевтические препараты используются как для диагностики, так и для лечения. Это называется тераностикой и является одним из последних достижений в диагностике и лечении рака (см. стр. 8).

Лучевая терапия

Лучевая терапия, также называемая радиотерапией, проводится группой специалистов в области радиационной онкологии, медицинской физики и технологии лучевой терапии и заключается в облучении раковых клеток ионизирующим излучением. В зависимости от вида и местоположения рака специалисты могут использовать внешние источники излучения, такие как кобальт-60, из аппарата, испускающего излучение, или линейный ускоритель, который производит фотонное излучение с помощью электричества. Кроме того, специалисты могут помещать источники излучения непосредственно рядом с опухолью или внутри нее, что называется брахитерапией. Одним из последних достижений в области лучевой терапии является брахитерапия под визуальным контролем (см. стр. 10).

В рамках лучевой терапии тщательно выбираются дозы излучения, которые достаточно сильны для того, чтобы эффективным образом повреждать ДНК в раковых клетках, нанося при этом минимальный вред здоровым клеткам. Раковые клетки после повреждения их ДНК

малыми дозами излучения часто не могут восстановиться так же эффективно, как нормальные здоровые клетки, находящиеся в зоне лечения. Чтобы воспользоваться этой биологической разницей между раковыми и здоровыми клетками, курс лучевой терапии можно разбить на множество этапов и растянуть его на несколько недель, используя малые дозы, что дает наибольшую вероятность уничтожения опухоли с наименьшими побочными эффектами. За понимание параметров, влияющих на определение наилучшего режима лечения в конкретной ситуации, отвечает наука, называемая радиобиологией.

Ежегодно во всем мире рак диагностируется у более чем 14 миллионов человек. Около половины онкологических больных на том или ином этапе лечения проходят курс лучевой терапии, которая часто используется в сочетании с другими методами, такими как хирургическое вмешательство и химиотерапия.

Вот уже более 60 лет МАГАТЭ содействует использованию радиационной медицины в борьбе против рака и прогрессу в этой области. Оно оказывает поддержку различным странам мира в развитии и обеспечении функционирования их национальных служб онкологической помощи, занимаясь подготовкой и обучением специалистов, оборудуя медицинские центры и способствуя обмену научными ноу-хау между экспертами (см. стр. 22). Кроме того, МАГАТЭ помогает в планировании, создании и пересмотре национальных программ борьбы с раковыми заболеваниями, в том числе в мобилизации ресурсов для осуществления проектов (см. стр. 18).

Радиофармацевтические препараты — это содержащие радиоактивный материал медицинские препараты, которые могут использоваться для диагностики или лечения.

(Фото: С. Славчев/МАГАТЭ)



Благодаря МАГАТЭ радиофармацевтические препараты для лечения рака получают распространение в Азии

Миклош Гашпар



Сотрудник института ИНМОЛ в Лахоре, Пакистан, проверяет качество радиофармпрепаратов перед их использованием для лечения пациентов.

(Фото: ИНМОЛ)

Радиофармпрепараты — медицинские препараты, в состав которых входят радиоактивные материалы — уже давно применяются в системе здравоохранения многих стран мира для лечения рака, однако их распространение в развивающихся странах еще только начинается. В том числе благодаря проекту технического сотрудничества МАГАТЭ эти лекарственные препараты, которые позволяют увеличить ожидаемую продолжительность жизни пациентов, становятся доступными во многих странах Азии. К их числу относится лютеций-177 (Lu-177-DOTATATE) — радиофармацевтический препарат на основе изотопа лютеция-177, используемый для лечения нейроэндокринных опухолей, которые вызывают злокачественные виды рака желудочно-кишечного тракта. Этот препарат был успешно синтезирован и в настоящее время, в рамках реализуемого проекта, применяется в клинической практике в Иордании, Иране, Пакистане и Таиланде.

В ходе этого трехлетнего проекта по производству радиофармпрепаратов, который завершился в декабре 2018 года, МАГАТЭ предоставляло помощь специалистам-радиохимикам, радиофармацевтам и технологам в 20 странах. Они прошли обучение в области разработки, контроля качества и применения терапевтических радиофармпрепаратов. Из числа участвующих в проекте стран четыре уже применяют эти препараты в клинической практике, в результате чего лечение получают более 100 пациентов.

«Этот проект оказал огромное влияние на улучшение практики ведения онкологических пациентов, позволив внедрить новые, недоступные ранее варианты лечения, особенно учитывая невозможность или ограниченную пользу применения в отдельных случаях других методов терапии, таких как химиотерапия и радиотерапия», — говорит Амир аль-Гурани, радиофармацевт из иорданского Королевского института медицинской помощи, где в настоящее время лечение радиофармпрепаратами проходят десять пациентов.

Радиофармпрепараты для таргетной терапии

Радиофармпрепараты представляют собой медицинские препараты, в которых содержатся радиоизотопы, обычно связанные с биологическими молекулами, способные целенаправленно взаимодействовать с определенными органами, тканями или клетками в организме человека. С начала 1950-х годов радиофармпрепараты стали более широко применяться при диагностике различных заболеваний и, в меньшей степени, при лечении. Благодаря последним достижениям в области ядерной медицины создаются новые радионуклиды и радиофармпрепараты, обладающие улучшенным целевым воздействием, что расширяет спектр возможностей по индивидуальному подбору и комбинированию вариантов радиофармацевтической диагностики и лечения.

Основным лекарственным препаратом, который учились синтезировать и применять участники проекта, является Lu-177-DOTATATE. Таргетные радиофармацевтические препараты, например Lu-177-DOTATATE, в основном

состоят из биомолекул, в частности пептидов (связанных в определенном порядке аминокислот), антител и белков, которые помечаются радионуклидами, испускающими бета-излучение, такими как лютеций-177.

Выбор лютеция-177 обусловлен тем, что данный радиоизотоп обладает достаточным временем жизни после его производства на исследовательском реакторе для того, чтобы обеспечить его связывание с подходящей биологической молекулой, доставку готового препарата в больницу и, в конечном итоге, введение его пациенту.

Попав в организм человека, биологические молекулы быстро переносят лютеций-177 прямо к опухоли, где тот накапливается и испускает воздействующее на опухоль излучение. С учетом того, что молекулы нацеливаются только на раковые клетки, а сам лютеций-177 обладает ограниченным временем жизни, данный метод повышает эффективность лечения рака и сокращает вред, наносимый здоровым клеткам. Он чаще всего применяется для лечения опухолей в желудке, кишечном тракте, предстательной и поджелудочной железе.

Благодаря способности отдельных радиофармпрепаратов, таких как Lu-177-DOTATATE, к целевому воздействию они могут успешно применяться для лечения рака, распространившегося через лимфатическую систему или кровотока на несколько органов. В подобных случаях удалить исходную опухоль хирургическим путем будет недостаточно, а радиотерапия повлечет за собой облучение значительной части организма, что представляет угрозу для пациента. Радиофармпрепараты являются также одним из предпочтительных методов для лечения тех пациентов, чья иммунная система слишком слаба для того, чтобы им можно было назначить химиотерапию — метод лечения, который оказывает воздействие на весь организм пациента.

Лечение пациентов и увеличение продолжительности жизни

Наряду с разработкой и внедрением методов лечения рака с использованием препарата Lu-177-DOTATATE, несколько участвующих в проекте стран смогли также расширить свой потенциал в области тераностики. Тераностика представляет собой метод лечения рака, основанный на комбинированном применении радиофармацевтических препаратов для диагностики и лечения (подробнее об этом — на стр. 8).

Так, соответствующее обучение и оборудование было предоставлено, частично по линии МАГАТЭ, 15 врачам в Пакистане для содействия в создании в этой стране служб тераностической радиофармацевтической помощи. Каждый год в Пакистане регистрируется 170 000 новых случаев заболевания раком.

«Открытие в ИНМОЛ тераностического отделения — впервые в Пакистане — стало знаковым событием, — говорит Ирфан Уллах Хан, заместитель научного руководителя Лахорского института ядерной медицины и онкологии (ИНМОЛ) в Пакистане. — Хотя проект

[МАГАТЭ] завершился, [теперь] мы в Пакистане располагаем необходимой технологией, чтобы продолжать успешное лечение пациентов. Это действительно меняет судьбы людей».

Рассчитанный на три года последующий проект МАГАТЭ, который был запущен в начале 2019 года как второй этап предоставления помощи, призван оказать содействие странам, принимавшим участие в исходном проекте, в области дальнейшего сопровождения и оформления заявок на получение лицензии и полномасштабное внедрение метода на практике, поясняет Микола Курильчук — администратор проекта в МАГАТЭ, отвечающий за реализацию этой инициативы.

«В принципе, производить эти изотопы может любая страна, располагающая исследовательским реактором, и МАГАТЭ стремится к тому, чтобы сделать технологию доступной для всех заинтересованных стран», — говорит г-н Курильчук.

От бета- к альфа-излучению

Проект МАГАТЭ направлен также на то, чтобы помочь странам заложить основу для применения в качестве радиофармпрепаратов альфа-излучающих радионуклидов.

Радиофармпрепараты с использованием радиоактивного материала, подверженного альфа-, а не бета-распаду — то есть испускающего изотоп гелия-4, который состоит из двух протонов и двух нейтронов — с точки зрения лечения рака являются более эффективными, но также и более сложными в производстве. Альфа-частицы характеризуются большей линейной передачей энергии и меньшей длиной пробега. Вследствие этого они способны лучше проникать в раковые клетки и уничтожать их до десяти раз более эффективно, чем бета-частицы.

«После того, как страны получают необходимые знания для производства и назначения пациентам бета-излучателей, одним из дальнейших шагов на пути к более эффективной и таргетной терапии становится производство и применение альфа-излучателей», — говорит Амир Джалилиан — химик из МАГАТЭ, который специализируется на радиоизотопах и радифармацевтических препаратах.

МАГАТЭ оказывает поддержку экспертам из Кувейта и Таиланда в освоении этого более современного метода, и в настоящее время он уже применяется для лечения пациентов в двух больницах — первая из них находится в одной, а вторая в другой из упомянутых выше стран. Специалисты из ряда других участвующих стран намереваются начать производство и применение альфа-излучателей к 2021 году, основываясь на последующем проекте технического сотрудничества.

Обнаружение и уничтожение раковых клеток

Тераностика для диагностирования и лечения

Элиза Маттар и Николь Яверт

Использование молекул для безопасной доставки радиоактивных материалов внутри тела человека помогает врачам получать более точные изображения опухолей и более эффективно уничтожать раковые клетки. Этот метод, в рамках которого радиофармацевтические препараты используются одновременно в терапевтических и диагностических целях, называется тераностикой. Это одно из последних достижений в лечении рака и один из нескольких методов, которые МАГАТЭ помогает внедрять в интересах пациентов во всем мире, передавая технологии и создавая потенциал.

«Тераностика может изменить представление о лечении рака, — говорит Мохамад Хайдар, доцент клинической радиологии Департамента радиологии Медицинского центра Американского университета в Бейруте, Ливан. — Это очень эффективный подход, позволяющий видеть, что вы лечите, и лечить, что вы видите. Результат — лучшее качество жизни, увеличение ее продолжительности и минимальные побочные эффекты по сравнению с другими методами лечения, такими как химиотерапия».

Хотя для лечения некоторых специфических заболеваний, таких как рак щитовидной железы, тераностика используется уже более 70 лет, активно развиваться она начала только в последние несколько десятилетий; прогресс в медицине и технологиях позволил разработать новые радиофармацевтические препараты и медицинское оборудование, открыв путь к борьбе против таких раковых заболеваний, как рак простаты, печени, желудочно-кишечной системы и нервной системы. В частности, проводится лечение нейроэндокринных опухолей с использованием радиофармацевтического препарата под названием лютеций-177 (Lu-177)-DOTATATE (более подробная информация приведена на стр. 6).

Хотя тераностика дает возможность улучшить результаты лечения пациентов, она пока не является широкодоступной; для применения этого метода необходимы навыки и оборудование, отличные от тех, которые уже имеются в связи с другими методами лечения рака, такими как радиотерапия, химиотерапия и хирургия.

«Благодаря поддержке со стороны МАГАТЭ различные страны мира создают объекты и проводят подготовку в области ядерной медицины и радиотерапии; по мере готовности они без угрозы для пациентов переходят к использованию персонализированной медицины и передовых методов, таких как тераностика и стереотаксическая радиотерапия всего тела», — говорит Мэй Абдель Вахаб, директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ.

Как работает тераностика

В определенном смысле тераностика работает так же, как и другие медицинские препараты, взаимодействуя с белковыми молекулами, называемыми рецепторами, на стенках клеток. Эти рецепторы могут соединяться с внешними молекулами, такими как гормоны и лекарства, которые активируют рецепторы и генерируют биохимический или электрический сигнал, указывающий клетке, что делать, например прекратить производство химических веществ, сигнализирующих мозгу о боли.

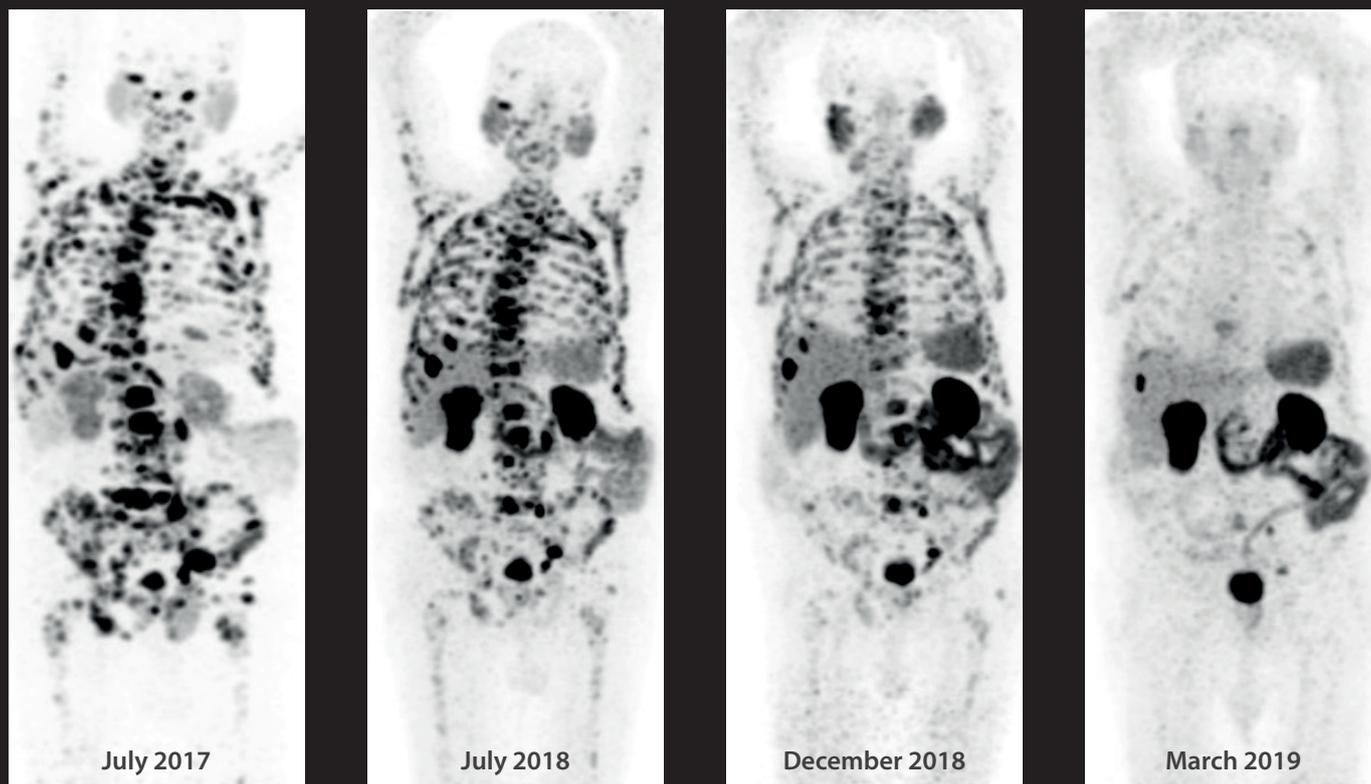
Различные молекулы притягиваются к разным типам рецепторов. Зная, какие молекулы взаимодействуют с какими рецепторами, можно создавать лекарства, связывающие нужные молекулы, к примеру, с болеутоляющими химическими веществами, которые затем переносятся молекулами к определенным рецепторам клеток, чтобы, скажем, остановить головную боль.

То же самое происходит и с радиофармацевтическими препаратами; радиоактивные материалы соединяются с молекулами, отобранными с учетом того, как они взаимодействуют с организмом при наличии определенных видов рака. Затем молекулы переносят радиоактивные материалы к опухоли-мишени для диагностической визуализации или лечения. Поскольку рецепторы здоровых клеток отличаются от рецепторов клеток-мишеней, радиофармацевтические препараты не соприкасаются с ними и не повреждают их.

«Благодаря подходу, ориентированному на конкретные потребности каждого пациента, тераностика позволяет перейти от традиционной медицины к персонализированной и точной медицине; в результате для пациента можно выбрать правильную терапию», — говорит Диана Паэс, руководитель Секции ядерной медицины и диагностической визуализации МАГАТЭ.

Сначала визуализация, затем лечение

В ходе диагностической визуализации радиофармацевтические препараты с небольшим количеством радиоактивного материала вводятся путем инъекции, принимаются перорально или вдыхаются, а затем перемещаются внутри тела в зону-мишень. Когда лекарственное средство накапливается вокруг или внутри клеток-мишеней, крошечный объем излучения, испускаемого радиофармацевтическим препаратом, сканируется и фиксируется специальной камерой. Это позволяет создать изображения конкретного участка тела.



Прогресс в тераностике 82-летнего пациента с раком простаты, распространившимся на лимфатические узлы и кости. Состояние в начале тераностики (крайнее изображение слева) и почти полная ремиссия (крайнее изображение справа).

(Фото: Медицинский центр Американского университета в Бейруте)

По результатам диагностической визуализации врач определяет наиболее подходящий для пациента курс лечения. В случае уместности тераностики для пациента подбирается радиофармацевтический препарат и определяется точный объем радиации, необходимой для лечения; доза зависит от типа и размера опухоли, а также от возраста и пола пациента, тяжести заболевания и затронутого органа. Когда радиофармацевтический препарат накапливается вокруг или внутри раковых клеток, излучение, которое он испускает, повреждает и убивает раковые клетки, при этом вред для находящихся рядом здоровых клеток сводится к минимуму. Пациенты обычно проходят несколько сеансов лечения, и для отслеживания прогресса делаются дополнительные диагностические изображения.

«Мы наблюдали случаи, когда эффективность тераностики была бы практически недостижима в случае применения других методов лечения», — говорит г-н Хайдар. Хотя сейчас он и его группа из 15 специалистов в Ливане каждый год лечат лишь небольшое число пациентов, уже достигаются значительные результаты.

«Например, у меня был 82-летний пациент с раком простаты, распространившимся на лимфатические узлы и кости, и после неудачного лечения другими методами мы

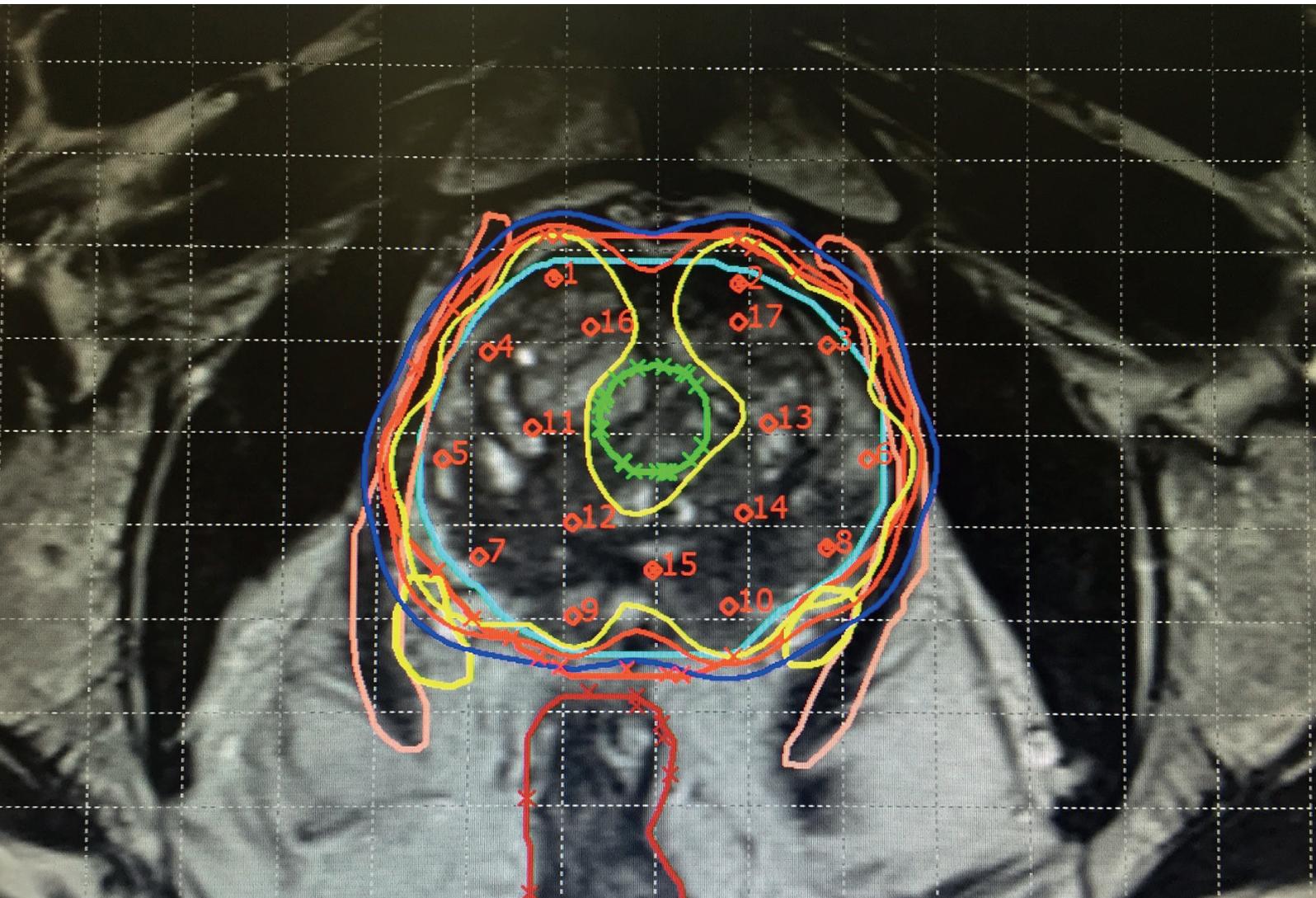
перешли на тераностикку. После двух доз простатического специфического мембранного антигена (ПСМА) лютеция-177 мы выявили значительное сокращение количества опухолевых поражений, а затем, после дополнительной дозы еще одного радиофармацевтического препарата — ПСМА актиния-255, — почти полную ремиссию».

Г-н Хайдар пояснил, что это лишь предварительные выводы, и в области тераностики многое еще предстоит сделать для улучшения понимания ее эффективности и потенциального масштаба применения. Он и его группа планируют продолжить работу с МАГАТЭ для достижения прогресса в своих исследованиях, совершенствования своих навыков и оказания помощи в подготовке своих коллег в регионе. В целях содействия развитию услуг по лечению рака в Ливане МАГАТЭ в рамках своей программы технического сотрудничества организовало подготовку кадров и на безвозмездной основе предоставило необходимое оборудование.

«Возможно, в будущем тераностика начнет применяться для лечения рака молочной железы и легких, — говорит г-н Хайдар. — Если мы сможем найти молекулу, которая воздействует именно на эти очень распространенные виды рака, то могут существенно повыситься показатели выживаемости и качество жизни после рака».

Новый подход к лечению рака: брахитерапия под визуальным контролем

Элиза Маттар



С помощью детальных медицинских изображений специалисты могут уточнить локализацию опухолей, здоровых тканей и органов для обеспечения правильного терапевтического воздействия радиоактивных источников.

(Фото: «Ауна Онкосалюд»)

Технологические достижения создают предпосылки для внедрения таких передовых методов лечения, как брахитерапия под визуальным контролем (IGBT), которые приводят к более стабильным результатам лечения и обеспечивают более высокое качество жизни пациентов.

«IGBT является методом лечения рака, который имеет высокую степень персонализации и может быть адаптирован под конкретные обстоятельства, что помогает улучшить показатели выживаемости в случае многих форм рака и снизить риск осложнений, — говорит Густаво Саррия Бардалес, заведующий отделением радиационной терапии в больнице «Ауна Онкосалюд», Перу. — На фоне роста заболеваемости раком по всему миру, применение метода IGBT дает возможность проводить безопасное, эффективное и качественное лечение некоторых его

наиболее распространенных видов, в частности рака молочной железы, простаты и шейки матки. Дальнейшее развитие и внедрение этой технологии открывает отличную возможность для того, чтобы сделать лечение доступным для большего числа пациентов и обеспечить предоставление им эффективной медицинской помощи».

Хотя брахитерапия — разновидность внутренней лучевой терапии с использованием радиоактивных источников — широко применяется для лечения многих форм рака вот уже более 100 лет, метод IGBT получил распространение только в последние 15 лет, во многом благодаря прогрессу в области медицинской визуализации, планирования лечения и подведения доз облучения.

Метод IGBT разработан для того, чтобы увеличить до максимума дозу облучения, необходимую для

уничтожения раковых клеток, при сведении к минимуму облучение окружающих опухоль здоровых клеток. Для его применения создаются детальные трехмерные медицинские изображения, фиксирующие изменения объема органа, благодаря чему можно адаптировать и оптимизировать параметры брахитерапии с учетом потребностей пациента. Изображения показывают точный размер и локализацию опухоли и соответствующих органов, что позволяет врачам составить строго определенный план лечения и безопасно разместить радиоактивные источники непосредственно рядом с опухолью или внутри нее. Доза облучения может быть подведена как временно, с помощью съемного аппликатора, содержащего радиоактивные источники, либо постоянно, с использованием так называемых имплантируемых источников, которые остаются в теле пациента на неопределенный срок; со временем имплантируемые источники теряют радиоактивность и становятся безвредными.

Для лечения некоторых видов рака, таких как рак шейки матки, IGBT применяется в сочетании с дистанционной лучевой терапией, а в некоторых случаях, например при раке молочной железы и простаты, может использоваться в качестве единственного метода лечения. Благодаря IGBT непосредственно к опухоли могут подводиться более высокие дозы облучения, но при этом, учитывая, что источники помещаются непосредственно в опухоль или рядом с ней, здоровые ткани получают меньшую дозу облучения.

В то же время, по словам Альфредо Поло Рубио, онколога-радиолога из МАГАТЭ, введение радиоактивных источников в тело пациента требует специальных знаний в различных областях, таких как хирургия, визуализация и контурирование опухолей, а также планирование лечения. «Это не шаблонная процедура, ведь тело каждого пациента и каждая опухоль по-своему уникальны, поэтому брахитерапию можно считать своего рода персонализированным лечением. Сочетание брахитерапии с визуальным контролем дает врачам более четкое представление об опухоли и окружающих ее органах и облегчает размещение радиационных источников, оценку реакции опухоли и точную корректировку дозы облучения».

Хотя метод IGBT считается малозатратным благодаря высоким показателям эффективности, его стоимость остается высокой. Он требует дорогостоящего программного и аппаратного обеспечения для подготовки персонализированного плана лечения, а также участия команды высококвалифицированных специалистов — от врачей-онкологов до дозиметристов и радиотерапевтов, а в некоторых случаях и хирургов, которые помогают ввести аппликаторы в тело пациента.

Многие страны мира сотрудничают с МАГАТЭ в том, что касается развития своих собственных услуг по лечению рака, и после того, как необходимые условия будут созданы, внедрения таких инновационных методов лечения, как IGBT. В рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ и проектов координированных исследований профильным специалистам предоставляется обучение и оборудование, а также доступ к профессиональным сетям в целях повышения

компетентности. МАГАТЭ также выпускает руководства и технические документы, призванные поддержать практическое применение IGBT и оказать содействие специалистам в переходе от простых методов лечения к более сложным.

Некоторые страны, в том числе Перу, в настоящее время предпринимают шаги по внедрению IGBT для борьбы с растущим бременем онкологических заболеваний.

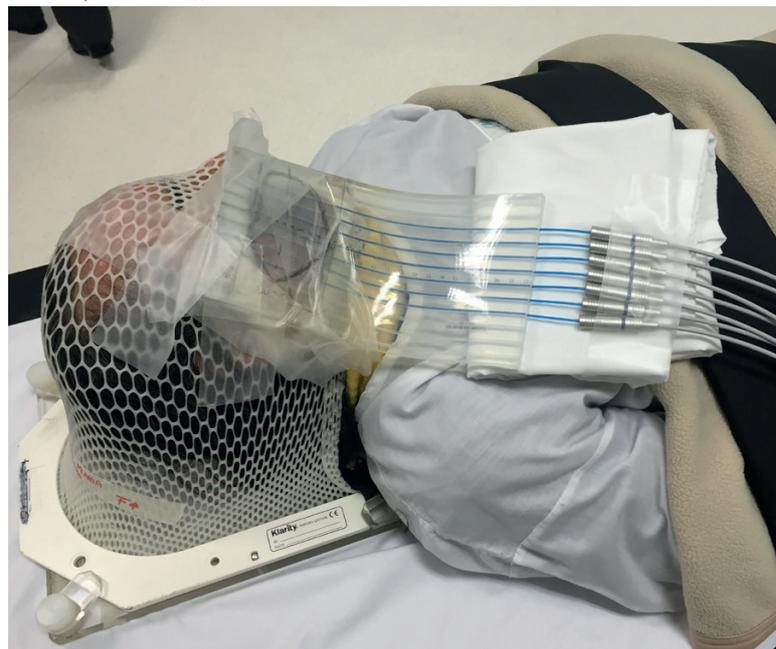
«Рак быстро выходит на первое место среди причин смертности у перуанцев и его доля в статистике смертности продолжает расти», — говорит г-н Саррия Бардалес. Каждый год порядка 66 000 пациентам в Перу ставится онкологический диагноз. «Система здравоохранения не готова к такому эпидемиологическому переходу, поэтому возникает необходимость в новых решениях — например IGBT».

Перу вот уже более 30 лет сотрудничает с МАГАТЭ в направлении организации услуг по лечению рака. За последние пять лет в рамках этого сотрудничества был создан кадровый потенциал Перу в области IGBT, а перуанские специалисты получили возможность взаимодействовать с международными сетями и экспертными сообществами в данной конкретной области.

«Раньше мы ограничивались традиционными методами брахитерапии с использованием двух- и трехмерных изображений. Сейчас мы начали применять метод IGBT и рассчитываем раскрыть весь потенциал его применения», — подытоживает г-н Саррия Бардалес. — Мы надеемся, что в ближайшее десятилетие IGBT станет в большей мере стандартным решением для лечения онкологических пациентов, так как предполагает более персонализированный подход и высокую долю успешных результатов, что делает его более экономичным и адекватным методом лечения разных форм рака».

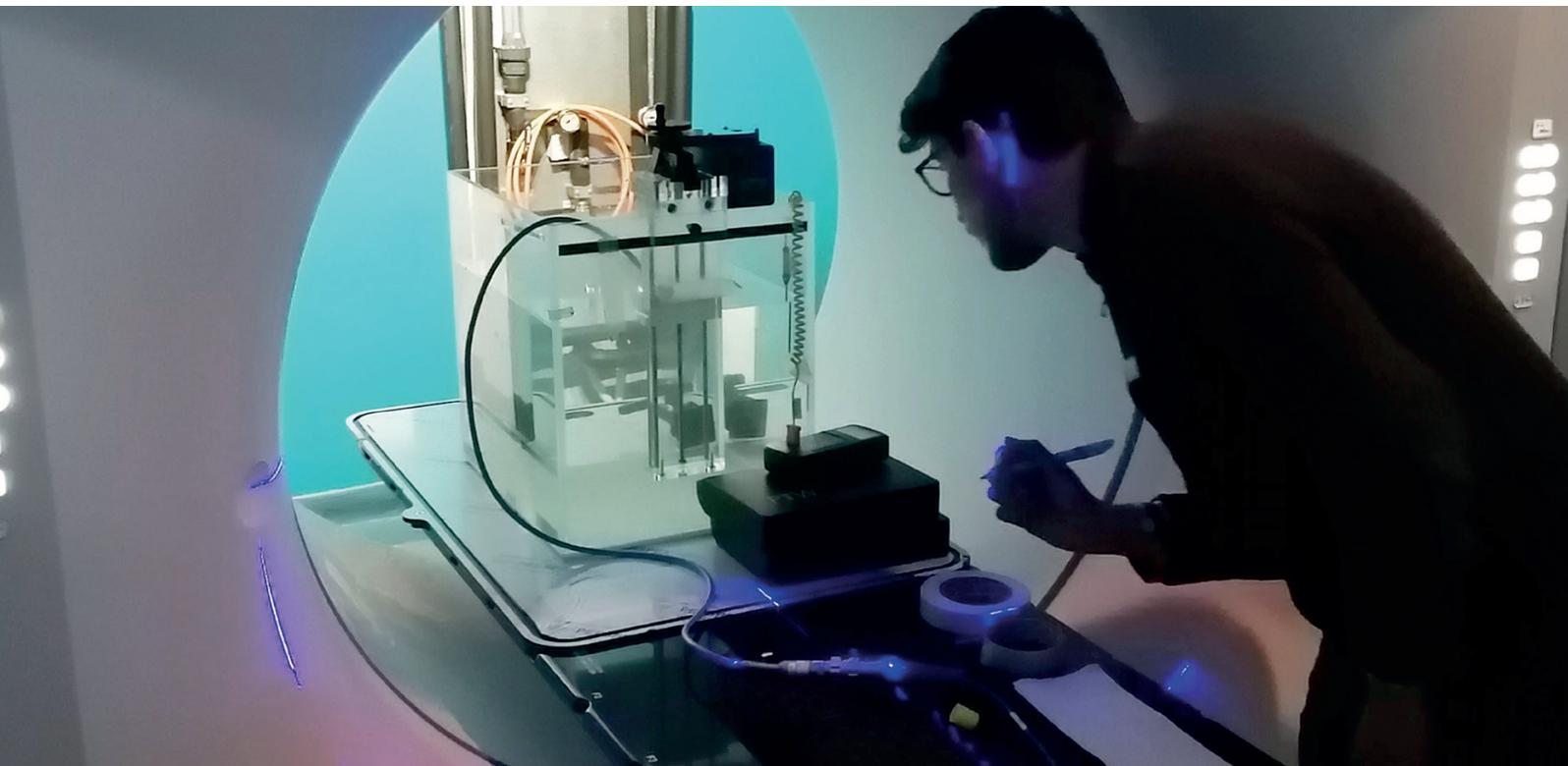
Брахитерапия предусматривает размещение радиоактивных источников внутри или на поверхности тела пациента, для чего применяются специальные проводники, трубки или иглы.

(Фото: «Ауна Онкосалуд»)



Безопасное освоение растущего потенциала лучевой терапии

Наталья Михайлова



Специалист по дозиметрии выбирает параметры для обеспечения безопасности и точности доз излучения.

(Фото: Тайгербергская больница)

Достижения в области радиотерапевтических технологий делают лечение рака более эффективным, точным и доступным. Это приносит пользу пациентам, но также приводит и к появлению новых вызовов с точки зрения безопасности.

«Внедрение новых технологий всегда связано с риском. Когда появляются новые аппараты, возможны ошибки, поскольку радиотерапевты еще учатся работать с таким аппаратом в реальных условиях. Они не могут просто положиться на то, что он будет работать, как надо. Они должны всё проверять, в идеале — путем тщательного тестирования», — говорит Кристоф Трауэрнихт, начальник отдела медицинской физики Тайгербергской больницы и старший преподаватель Стелленбошского университета в Кейптауне.

С начала XX века ионизирующее излучение играет все более важную и абсолютно незаменимую роль в лечении рака. В ходе лучевой терапии, называемой также радиотерапией, на опухоли в целях уничтожения раковых клеток направляются очень точные дозы излучения. Этого можно достичь с помощью направленных дистанционно пучков излучения, таких как рентгеновские лучи, гамма-лучи или пучки электронов, либо с помощью радиоактивных источников, вводимых в организм пациента или помещаемых на его тело.

Сегодня наиболее часто используемым аппаратом для лучевой терапии при раке является линейный ускоритель. В больницах по всему миру эксплуатируется более 12 000 линейных ускорителей, и ожидается, что их количество будет только расти.

«По мере развития технологий все более важным становится обеспечение безопасности лучевой терапии. Новые технологии позволяют добиться большей автоматизации и комплексной оптимизации доз излучения, но они требуют также и дополнительной профессиональной подготовки и различных систем безопасности для обеспечения правильного лечения пациентов», — говорит Дебби Гилли, специалист МАГАТЭ по радиационной защите.

На том или ином этапе лечения радиотерапию проходят около 50% онкологических больных. По мере роста заболеваемости раком будет возрастать и потребность в лучевой терапии. Это означает также, что все более важную роль в обеспечении безопасного и эффективного использования радиации в медицине будут и впредь играть медицинские физики и ресурсы для их подготовки в области радиационной защиты.

МАГАТЭ помогает странам всего мира адаптироваться к меняющимся технологиям и потребностям в области безопасности. Агентство осуществляет несколько инициатив по развитию медицинской физики путем публикации руководств и информационных буклетов, организации семинаров для медицинских работников и лиц, принимающих решения, и сотрудничества с профессиональными сообществами.

Эта работа проводится в русле общих усилий МАГАТЭ по расширению доступа к качественной лучевой терапии, включающих оказание помощи странам в применении норм безопасности МАГАТЭ в части радиационной безопасности. Эти нормы были разработаны в тесном сотрудничестве с правительствами и организациями разных стран мира и периодически пересматриваются и обновляются экспертами с учетом технических достижений и новых знаний.

МАГАТЭ оказывает поддержку в подготовке специалистов по радиационной медицине в Африке, чтобы те могли безопасным и эффективным образом использовать новые аппараты в целях расширения сферы охвата услуг визуализации и лучевой терапии и сокращения разрывов в доступе к медицинской помощи.

«Что касается доступа пациентов к радиотерапевтическим услугам, то условия в Южной Африке сильно различаются. Существует большой разрыв между государственным и частным сектором: чтобы получить лечение, некоторым пациентам в государственном секторе приходится ждать по несколько месяцев. Мы стараемся это изменить», — говорит г-н Трауэрнихт.

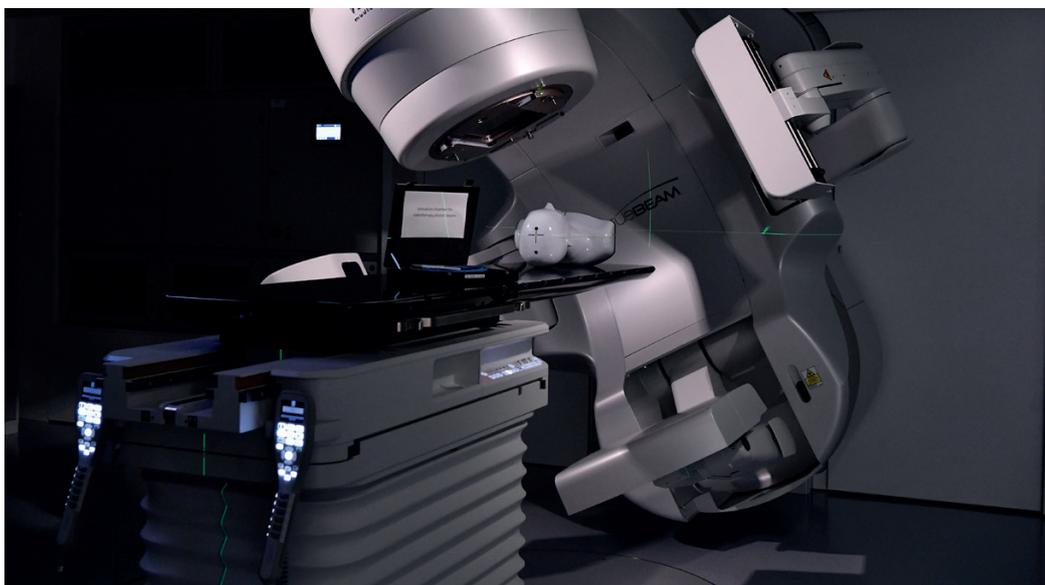
В Тайгербергской больнице — одной из крупнейших специализированных больниц в Южной Африке — курс лучевой терапии ежегодно проходят около 1600 пациентов. В 2019 году эта больница приобрела свой четвертый линейный ускоритель. В соответствии с регулирующими положениями по безопасности каждый

вновь поступивший линейный ускоритель, прежде чем его можно будет использовать для лечения пациентов, должен пройти процедуры приемочных испытаний, ввода в эксплуатацию и лицензирования. Это включает установку аппарата в специальном помещении, введение в действие системы планирования лечения и обучение персонала.

«Приобретая новые аппараты для лучевой терапии, мы надеемся, помимо прочего, сократить время ожидания, по возможности уменьшить срок лечения и, следовательно, увеличить пропускную способность больницы. Разумеется, при этом необходимо надлежащее укомплектование кадрами», — говорит г-н Трауэрнихт.

При этом он добавляет, что усовершенствования в лучевой терапии сами по себе единственным аспектом радиационной безопасности не являются. «Ключевое значение для обеспечения безопасности на институциональном уровне имеет эффективный национальный регулирующий орган. У нас в Южной Африке есть национальные общества специалистов в области медицинской физики, радиологии, онкологии, радиологии и ядерной медицины; все они играют очень важную роль в обеспечении безопасности. Они пытаются еще больше повысить осведомленность о регулирующих положениях по всей стране».

Южная Африка продолжает совершенствовать свою регулируемую основу для обеспечения строгого соблюдения норм безопасности МАГАТЭ. Согласно действующим регулирующим положениям, лучевая терапия должна предусматривать участие медицинских физиков, при этом необходимо разрабатывать и осуществлять программы обеспечения безопасности. Одновременно с этим набирают темп региональные мероприятия, в частности организуемые в рамках таких инициатив, как кампания AFROSAFE по повышению уровня образования в сфере радиационной защиты, и в рамках усилий Федерации африканских организаций медицинской физики, направленных на аккредитацию учебных программ в области медицинской физики.



Линейный ускоритель — аппарат, который генерирует излучение с помощью электричества.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

Обеспечение безопасности и эффективности радиотерапии

Интервью с ведущим экспертом в области дозиметрии

Наталья Михайлова

Радиация имеет ключевое значение для борьбы против рака, помогая спасти огромное множество жизней во всем мире. При этом слишком низкая доза может быть неэффективной, а слишком высокая — вредной. В данном случае на помощь приходит дозиметрия.

Дозиметрия — это наука об измерении, расчете и оценке поглощенных доз излучения. Она используется медицинскими физиками для обеспечения точности и правильной калибровки оборудования, облучающего пациентов, что крайне важно для их безопасности.

Так что представляет собой дозиметрия? Как обеспечивается ее надежность? Чтобы это выяснить, мы побеседовали с Дэвидом Фоллоуиллом, директором Группы визуализации и радиационной онкологии (IROC) Хьюстонского центра гарантии качества Онкологического центра им. М. Д. Андерсона Техасского университета, США. IROC — Хьюстон располагает крупнейшим в мире центром гарантии качества дозиметрии, который оказывает помощь 2200 центрам лучевой терапии в 58 странах. Занимая должность директора IROC — Хьюстон и обладая более чем 20-летним опытом работы в области дозиметрии, г-н Фоллоуилл посвятил свою карьеру обеспечению точного, последовательного и безопасного проведения лучевой терапии онкологических больных.

Вопрос. Дозиметрия используется для обеспечения безопасности и эффективности лучевой терапии, но как гарантировать надежность самой дозиметрии?

Ответ. Люди совершают ошибки. Это могут быть либо отдельные ошибки с одним пучком рентгеновского излучения или электронным пучком, либо системные ошибки, которые оказывают влияние на все пучки при подаче излучения. Такие ошибки могут оставаться незамеченными, если не проводится повторная проверка доз. Дозиметрический аудит, проводимый в IROC — Хьюстон, МАГАТЭ, а также других учреждениях по всему миру, чрезвычайно важен для обеспечения точности и постоянства доз.

Такой аудит представляет собой независимую экспертизу применяемых в той или иной клинике радиотерапевтических методов лечения. В распоряжение клиник предоставляются пассивные дозиметры (устройства, предназначенные для измерения поглощенной дозы излучения), которые облучаются в клиниках и отправляются аудиторам, проводящим их оценку. Результаты аудита позволяют подтвердить правильность измерения доз в клиниках и помогают выявить и исправить возможные ошибки. Благодаря стороннему повторному анализу можно удостовериться в точности проводимых дозиметрических измерений.

Вопрос. Что, по вашему мнению, необходимо учреждениям для создания и реализации эффективной программы в области дозиметрии?

Ответ. Осуществляемая любой клиникой программа в области дозиметрии должна начинаться с интенсивной подготовки медицинских физиков. Чтобы делать выводы относительно правильности измерений, медицинским физикам необходимо не только знать, как использовать дозиметрическое оборудование, но и иметь глубокое



«Поскольку количество аппаратов для лучевой терапии во всем мире растет, мы постоянно ищем пути повышения эффективности и совершенствования рабочего процесса».

—Дэвид Фоллоуилл, директор Группы визуализации и радиационной онкологии (IROC), Хьюстонский центр гарантии качества, Техасский университет

понимание того, как оно работает. Они всегда должны критически относиться к результатам своей работы, постоянно проверяя получаемую информацию и с готовностью признавая свои ошибки.

Кроме того, каждой клинике необходимо надежное оборудование, которое должно постоянно калиброваться и подвергаться контролю качества, чтобы получаемые результаты были точными и неизменными. Благодаря дополнительным учебным курсам и получаемым по результатам независимой экспертизы материалам медицинские работники могут сохранять понимание проблемы ресурсных ограничений и преодолевать ее. Только таким образом клиники могут быть уверены, что пациенты получают как можно более точную дозу.

Вопрос. Как международное сотрудничество, например между МАГАТЭ и IROC — Хьюстон, позволяет улучшить дозиметрические услуги во всем мире?

Ответ. IROC — Хьюстон и МАГАТЭ сотрудничают с начала 1980-х годов и, вероятно, являются двумя крупнейшими организациями, которые проводят соответствующий аудит. Вместе мы осуществляем мониторинг во многих учреждениях по всему миру, разрабатываем программы для местных больниц и обмениваемся методами и знаниями о том, как лучше всего проводить аудит.

Кроме того, мы сравниваем дозиметрические измерения; мы облучаем одни и те же дозиметры, используемые в рамках наших программ, чтобы убедиться, что наши дозиметрические измерения одинаковы. Мы учимся не только друг у друга, но и на основе результатов, получаемых в местных больницах.

Такое взаимодействие дает нам уверенность в нашей системе и в том, что мы вырабатываем правильные и

точные значения. Кроме того, оно позволяет нам выявлять проблемы, которые в отдельных клиниках могут остаться незамеченными. Благодаря этому мы совершенствуем практику проведения аудита, понимаем, почему люди совершают ошибки, и повышаем эффективность нашей работы. Поскольку количество аппаратов для лучевой терапии во всем мире растет, мы постоянно ищем пути повышения эффективности и совершенствования рабочего процесса.

Вопрос. Как развивается дозиметрия? Как вы думаете, что ждет ее в будущем?

Ответ. Развитие идет непрерывно, но все больший прогресс наблюдается в устройствах, дающих нам полную картину процесса лечения. Это означает, что мы можем использовать различные приборы для измерения дозы, позволяющие определять интенсивность всей терапии или ее части непосредственно перед началом лечения пациента. Такая дозиметрическая проверка в целях гарантии качества от начала до конца распространяется на весь процесс от визуализации до проведения лучевой терапии. В результате перед облучением пациента мы можем на месте дважды проверить фактическую дозу, которая будет подана системой.

При этом необходимо всегда удостоверяться в том, что базовые компоненты любой программы в области лучевой терапии осуществляются правильно. При проведении измерений мы по-прежнему в значительной степени полагаемся на простую систему с использованием водного фантома (физической модели, используемой для калибровки), ионизационной камеры и электрометра. Что касается аудита, то мы все еще проделываем лишь базовую работу, поскольку наше оборудование должно быть достаточно портативным, чтобы его можно было перевозить из клиники в клинику. Такая дозиметрия существует уже на протяжении десятилетий. Она является стандартной и широко используется.

Медицинский физик устанавливает оборудование для проведения выездного аудита в центре протонной терапии.

(Фото: Дж. Монтомери/ Онкологический центр им. М. Д. Андерсона)



Правовые основы использования радиации для целей онкологической помощи: открывая путь к эффективному лечению

Лаура Хиль



Когда мы слышим о «лечении онкологических заболеваний», эта фраза вызывает у нас ассоциации с врачами, больницами и медицинскими аппаратами. Однако, прежде чем в больнице будет установлен первый такой аппарат или пройдет лечение первый пациент, должны быть приняты соответствующие законы и нормативные акты. На их подготовку могут уйти долгие годы, но странам необязательно работать над этим в одиночку: МАГАТЭ оказывает странам во всем мире помощь в разработке необходимой правовой инфраструктуры, в том числе ядерного законодательства, в целях надежного и безопасного использования радиации для лечения рака.

«Без системы ядерного права нельзя создать соответствующий регулирующий орган, — говорит Ньяни Моети, юрист из министерства иностранных дел и международных отношений Лесото. — А в отсутствие такого регулирующего органа мы не сможем оказывать услуги ядерной медицины или лучевой терапии, а значит, и не сможем спасти жизни онкологических больных».

В Лесото, при поддержке МАГАТЭ, в 2018 году были приняты первые нормы ядерного права. Эта маленькая страна с населением 2,4 млн человек отправляет около 100 онкологических пациентов в год на лечение в Южную Африку. Теперь, когда в Лесото принят новый закон и до конца 2019 года планируется учредить соответствующий регулирующий орган, эксперты работают над вопросом создания центра лучевой терапии. Планируется начать

его эксплуатацию через три-четыре года, что позволит пациентам получать лечение поблизости от места своего проживания.

«Этот закон принесет пользу Лесото во многих отношениях, — считает г-н Моети. — Он позволит нам охватить все правовые нормы в области лучевой терапии и предоставлять услуги лучевой терапии в соответствии с международными передовыми практиками. Кроме того, имея действующее законодательство, теперь мы можем регулировать использование радиоактивных источников в здравоохранении и других отраслях, таких как горное дело и строительство, обеспечивая безопасность пользователей и территорий, где проводятся соответствующие работы».

Отсутствие национальной юридической и регулирующей основы по защите населения и окружающей среды является барьером на пути к приобретению страной радиоактивных источников у международных поставщиков.

«Чтобы гарантировать безопасность использования лучевой терапии для пациентов и обеспечить защиту персонала, необходима надлежащая правовая и регулирующая основа», — комментирует Фанни Тонос Паниагуа, сотрудник по правовым вопросам в МАГАТЭ.

Странам необходимо сформировать или пересмотреть свое национальное законодательство, если существующая законодательная основа не соответствует международным

нормам по защите населения и окружающей среды. Первым шагом в этом направлении является разработка и принятие положений ядерного права, устанавливающих систему правового регулирования в области использования ядерных технологий. Следующий шаг после вступления в силу ядерного законодательства — это создание национальной регулирующей основы, в том числе учреждение регулирующего органа, который обеспечивает разработку общих и технических регламентов, а также, в рамках деятельности по лицензированию, инспектированию и контролю за исполнением законодательства, проверяет работу этой правовой системы при обращении с радиоактивными источниками на территории страны.

МАГАТЭ предлагает законодательную помощь в вопросах оценки, пересмотра и подготовки проектов национальных законов. «Исходя из нашего опыта взаимодействия со странами, процесс подготовки необходимых законопроектов должен быть начат как можно раньше, чтобы исключить задержки в реализации национальных проектов в области лечения рака или в других соответствующих областях», — говорит Тонос Паниагуа.

Помощь со стороны МАГАТЭ

За последние 10 лет МАГАТЭ оказало законодательную помощь на двусторонней основе по вопросам принятия или пересмотра ядерного законодательства 82 странам, при этом в 29 странах этот процесс уже завершен, а во многих других — находится на завершающих этапах. Так, например, МАГАТЭ с 2011 года предоставляет юридическую помощь Ямайке.

«Нам нужно ввести в действие надлежащие законы, в первую очередь, в целях поддержания и обеспечения соблюдения норм безопасности, и во вторую очередь, в целях минимизации рисков для персонала, пациентов и окружающей среды», — говорит Эрика Босвелл-Манроу, бывший заместитель главного советника по вопросам законодательства в Парламенте Ямайки.

В марте 2013 года в ответ на запрос министра здравоохранения Ямайки МАГАТЭ направило в страну

группу экспертов для проведения углубленной оценки потенциала и потребностей Ямайки в сфере борьбы с онкологическими заболеваниями. Результаты этой оценки, проводимой в рамках так называемых миссий имПАКТ, используются для поддержки национальных мер по разработке комплексной национальной программы борьбы с раковыми заболеваниями, которая также охватывает законы и нормативные акты.

Целью министерства здравоохранения Ямайки является дальнейшее развитие национальной программы борьбы с раковыми заболеваниями. «Мы видим потребность в расширении спектра услуг онкологической помощи, равно как и потребность в окончательном утверждении сопутствующих законов и нормативных актов, — говорит г-жа Босвелл-Манроу. — Было несколько прецедентов, когда мы не смогли ввезти радиационные источники, потому что у нас не было действующего закона и, соответственно, мы не могли выдать необходимые разрешения».

В 2015 году Ямайка при поддержке МАГАТЭ приняла Закон о ядерной безопасности и радиационной защите. Среди прочего, этот закон устанавливает требования по защите людей от воздействия ионизирующего излучения и мониторингу установок, использующих ионизирующее излучение и ядерные технологии, и направлен на обеспечение соблюдения Ямайкой международных обязательств.

Закон предусматривает создание национального регулирующего органа, которой будет заниматься выдачей разрешений и установлением эксплуатационных стандартов, а также регулированием и мониторингом деятельности, методов и установок, в основе которых лежит использование ионизирующего излучения и ядерных технологий.

В настоящее время благодаря помощи по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ Ямайка осуществляет модернизацию своего Центра ядерной медицины при больнице Университета Вест-Индии. Работы в Центре планируется завершить к 2021 году, после чего он станет единственным в стране государственным учреждением ядерной медицины.



Делегаты из Лесото встретились с экспертами МАГАТЭ в рамках трехдневного совещания, посвященного созданию первого в стране онкологического центра. Слева направо: Мамасиане Тьехо, главный секретарь министерства туризма, окружающей среды и культуры Лесото; Шаукат Абдулразак, директор Отдела Африки Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ.

(Фото: Дж. Хоуллетт/МАГАТЭ)

От планирования к финансированию: приемлемая для банков документация и первое отделение лучевой терапии в Нигере

Джеймс Хоулетт



Лучевая терапия является важным способом лечения пациентов. Нигер планирует оказывать услуги по лучевой терапии более чем 600 пациентам ежегодно.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

Нигер завершает последние приготовления к открытию своего первого отделения лучевой терапии при Национальном центре по борьбе против рака (НЦБР) в столице страны, городе Ниамее. Нигер проделал долгий путь вместе со своими партнерами, среди которых были МАГАТЭ и Исламский банк развития (ИБР); создание нового центра лучевой терапии является значительной и сложной задачей для любой страны с точки зрения людских и финансовых ресурсов. Получение необходимого финансирования и поддержки со стороны доноров требует представления подробных обосновывающих документов (часто называемых «приемлемой для банков» документацией), в которых описываются потребности онкологического центра с точки зрения инфраструктуры, подготовки кадров и оснащенности оборудованием.

«Такая приемлемая для банков документация дает государствам-членам полное представление о потребностях и связанных с ними издержках; донорам же она предоставляет обоснование и подтверждение целесообразности и устойчивости этих столь остро необходимых центров», — говорит директор Отдела Программы действий по лечению рака МАГАТЭ Лиза Стивенс.

МАГАТЭ тесно сотрудничает с правительствами разных стран, в том числе Нигера, над составлением такой

приемлемой для банков документации. После завершения подготовки ее можно использовать для обращения к потенциальным донорам и предоставляющим финансирование организациям.

Страны сталкиваются с многочисленными трудностями при решении задач по удовлетворению потребностей в областях здравоохранения и развития, и МАГАТЭ привержено оказанию содействия усилиям по улучшению доступа к эффективной онкологической помощи в странах с низким и средним уровнем дохода. Для достижения этой цели важно работать с широким кругом международных партнеров, в том числе с предоставляющими финансирование организациями, чтобы внедрять инновационные решения, мобилизовать ресурсы и делиться знаниями и новыми технологиями для максимального содействия использованию ядерных технологий в борьбе с раком.

«Странам очень сложно удовлетворять растущий спрос на услуги по лечению рака, особенно в Африке, где такая помощь уже весьма ограничена, но сделать это все же возможно, — говорит директор Отдела Африки Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ Шаукат Абдулразак. — Для обеспечения надлежащего планирования, должного финансирования

и устойчивости новых услуг по лучевой терапии требуется приверженность и участие на самых высоких уровнях государственного управления».

Одним из первых шагов при подготовке приемлемой для банков документации для создания нового центра по лечению рака является проведение обзора инфраструктуры и возможностей страны по борьбе с раком. По просьбе Министерства здравоохранения Нигера в 2010 году МАГАТЭ провело экспертизу имПАКТ в сотрудничестве со Всемирной организацией здравоохранения и Международным агентством по изучению рака. Экспертиза имПАКТ — это комплексная оценка существующей в стране системы борьбы против рака, которая помогает местным должностным лицам лучше понять ситуацию с онкологическими заболеваниями. Рекомендации, подготовленные по итогам экспертизы имПАКТ, которая содержит приоритетные задачи и основанные на фактах меры, содействуют планированию и реализации связанных с раком проектов технического сотрудничества МАГАТЭ.

Экспертиза имПАКТ, проведенная в Нигере, высветила потребность в разработке плана по подготовке специалистов-онкологов и создании центров лучевой терапии, которые следует в идеале интегрировать и координировать в рамках всеобъемлющей национальной программы борьбы против рака.

Нигер сотрудничал с МАГАТЭ, Организацией исламского сотрудничества (ОИС) и ИБР для привлечения средств на расширение услуг по лечению рака. Эта совместная работа проходила в контексте более широкой программы партнерства, запущенной тремя организациями в 2012 году, в рамках которой также был проведен семинар высокого уровня с восемью странами, включая Нигер, посвященный рассмотрению их потребностей в финансировании мер по борьбе против рака. В семинаре приняли участие эксперты МАГАТЭ, которые тесно работали с национальными группами планирования каждой страны над разработкой приемлемой для банков документации.

«Эта поддержка со стороны МАГАТЭ позволила Нигеру представить в ИБР обоснованный и подкрепленный фактами запрос на финансирование, в результате чего в ноябре 2014 года было одобрено выделение средств в размере 3,46 миллиона евро. Средства были предназначены на приобретение линейного ускорителя, а также на подготовку в Марокко и Тунисе онкологов, лучевых терапевтов и физиков-радиологов для начала работы отделения лучевой терапии, созданной правительством Нигера при помощи МАГАТЭ», — говорит руководитель группы по операциям в сфере здравоохранения в региональном центре ИБР в Абудже (Нигерия) Мамаду Альфа Ба.

В мае 2019 года старшее руководство из Министерства здравоохранения Нигера, Верховного управления Нигера по вопросам атомной энергии, ИБР и НЦБР провели встречу с группой экспертов МАГАТЭ для обсуждения последних мероприятий для завершения создания центра лучевой терапии и планирования скоординированных



Участники национальных групп планирования из разных стран Африки работают с экспертами МАГАТЭ над созданием собственных служб по борьбе против рака.

(Фото: Дж. Хоуллетт/МАГАТЭ)

действий в поддержку начала применения в стране лучевой терапии для лечения рака в соответствии с нормами безопасности МАГАТЭ.

В новом центре, который разместится в помещениях НЦБР, будет работать команда высококвалифицированных специалистов, и он будет располагать двумя новыми бункерами для лучевой терапии, в которые будут помещены радиотерапевтическая установка на кобальте-60 и современный линейный ускоритель для лечения рака. Кроме того, он также будет иметь тренажер установки для компьютерной томографии (или КТ), дозиметры и систему планирования лечения. Центр рассчитан на оказание услуг по лучевой терапии каждый год примерно 600 пациентам НЦБР из Нигера и соседних стран.

МАГАТЭ и его партнеры, такие как ОИС и ИБР, будут и дальше оказывать содействие Нигеру по внедрению процедур контроля качества и управления, а также началу клинической эксплуатации оборудования с тем, чтобы обеспечить пациентам максимальную выгоду от этих услуг на годы вперед, как сказала Стивенс. К такой деятельности относится, например, совместная глобальная инициатива между МАГАТЭ, ИБР и другими партнерами в области борьбы с онкологическими заболеваниями у женщин, направленная на содействие общемировым усилиям по спасению жизней миллионов женщин. Более одной трети деятельности в рамках этой инициативы планируется к реализации на африканском континенте, так что Нигер также выиграет от этого. Главный советник Президента ИБР по вопросам науки, технологий и инноваций Хайят Синди подчеркивает, что «поскольку женщины все больше нуждаются в качественной онкологической помощи, мы будем вместе работать для обеспечения того, чтобы каждая страна и каждый пациент имели доступ к услугам, спасающим жизнь. Каждая женщина в мире имеет право на доступ к диагностике рака, и мы гордимся тем, что принимаем участие в этом важном проекте в Африке и развивающихся странах».

Бангладеш получает мощный импульс для расширения мер по борьбе против рака

Лаура Хиль

Благодаря новому аппарату для ядерной визуализации, который при поддержке МАГАТЭ теперь появился и работает в Бангладеш, жизненно необходимые медицинские обследования смогут проходить на 500 человек в год больше. Этот аппарат является одним из важнейших инструментов ранней медицинской диагностики таких нарушений здоровья, как онкологические заболевания, с помощью ядерных методов.

«Очереди по три месяца, а столько приходится ждать некоторым пациентам, которым не по карману услуги частной клиники, в некоторых случаях могут стать решающим фактором в противостоянии между жизнью и смертью», — говорит Камаль Уддин, онколог-радиолог и партнер по ряду проектов технического сотрудничества МАГАТЭ в Бангладеш.

Новый аппарат позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ-КТ), поможет расширить возможности медицинского обслуживания в стране. Сканирование с помощью ПЭТ-КТ позволяет врачам получить картину происходящего внутри тела пациента, благодаря чему можно диагностировать такие заболевания, как рак, и отслеживать изменение состояния пациента в процессе лечения.

Изменение к лучшему, которое спасает жизни

Сканирование с помощью ПЭТ-КТ стало переломным моментом в жизни маленького Махбуба Мурада. В 2015 году, когда ему было всего три года, врачи

Махбуб Мурад и его отец, Мохаммад, пришли на прием для последующего наблюдения после успешного излечения лимфомы.

(Фото: Л. Хиль/МАГАТЭ)



из Национального института ядерной медицины и смежных наук (НИЯМСН) в Бангладеш обнаружили на сделанном у Махбуба снимке ПЭТ-КТ признаки ракового заболевания — лимфомы. С учетом тревожных известий о том, что заболевание находится на поздней стадии, врачи назначили Махбубу химиотерапию. После двух сеансов было проведено повторное сканирование ПЭТ-КТ для оценки терапевтического эффекта.

По словам руководителя центра ПЭТ-КТ в НИЯМСН Шамима Момтаза Фирдоуси Бегума, организм мальчика, к счастью, восстановился так быстро, что онкологи решили прекратить химиотерапию. «Вместо шести сеансов химиотерапии, которые должен был пройти Махбуб, оказалось достаточно четырех», — говорит он. — Сейчас он излечился и находится под последующим наблюдением».

«Мы сильно нервничали, потому что понимали, что просто не сможем оплатить лечение, — рассказывает Мохаммад Мурад, отец Махбуба. — Теперь мы приводим его в НИЯМСН и проходим обследование без долгих очередей и совершенно бесплатно. Мы не можем поверить своему счастью».

Сканирование методом ПЭТ-КТ — только одна из разновидностей процедур, входящих в арсенал ядерной медицины. Эти процедуры предусматривают применение особых медицинских препаратов — радиофармацевтических препаратов, которые содержат медицинские радионуклиды (см. стр. 4). Многие радионуклиды производятся на циклотронах, представляющих собой циклический ускоритель частиц.

В настоящее время в Бангладеш работает один циклотрон, который находится в частной клинике и запускается дважды в неделю. Это единственный в стране источник радиофармацевтических препаратов для государственных и частных центров, предоставляющих услуги ПЭТ-КТ. Новая циклотронная установка, которую планируется ввести в эксплуатацию в НИЯМСН до конца 2019 года, сможет производить радиофармацевтические препараты четыре-пять дней в неделю.

«Благодаря новому циклотрону не только можно будет увеличить производительность существующих аппаратов ПЭТ-КТ, но и создать возможности для открытия других центров ПЭТ-КТ и подключения их к национальной программе лечения рака», — считает Энрике Эстрада Лобато, врач ядерной медицины в МАГАТЭ.

Совершенствование услуг радиационной онкологии

Наряду с расширением возможностей ядерной медицины в сфере радиационной онкологии в Бангладеш также грядет значительное обновление — к работе приступают специалисты, в течение многих лет



(Фото: Л. Хиль и Ф.Нессим/МАГАТЭ)

старательно проходившие профильное обучение. В рамках 20 национальных программ подготовки кадров, осуществлявшихся при поддержке программы технического сотрудничества МАГАТЭ, в период с 2012 года курсы углубленной подготовки окончили несколько онкологов-радиологов, медицинских физиков и техников-радиологов.

«Важно быть уверенными в том, что мы все делаем правильно, — говорит Назмун Нахир Шанта, ординатор отделения радиационной онкологии в Национальном научно-исследовательском онкологическом институте и госпитале. — Проверка и подтверждение правильности наших действий старшими экспертами в регионе придает нам уверенность в применяемых методах и повышает качество проводимого нами лечения».

МАГАТЭ вот уже более 20 лет оказывает Бангладеш помощь по укреплению потенциала в сфере борьбы с онкологическими заболеваниями. Помимо подготовки специалистов, эта помощь включает методическое руководство по вопросам радиационной защиты и разработки норм, а также предоставление технических средств и оборудования.

Суровая реальность

Трудности, с которыми сталкиваются специалисты на местах, имеют двоякий характер. С одной стороны, это нехватка квалифицированных кадров. С другой стороны, это растущая численность населения. В то время как по международным нормам рекомендуется использование

одной радиотерапевтической установки на миллион жителей, в Бангладеш на 166 миллионов жителей пока есть только 24 установки.

Кроме того, большинство пациентов попадают в больницы и медицинские центры на настолько поздней стадии болезни, что нередко единственным доступным вариантом лечения остается паллиативная помощь для облегчения боли. Это обусловлено не столько нехваткой технических средств, сколько недостаточной информированностью: обычно пациенты в медицинские центры сами не обращаются, даже если у них появились симптомы заболевания.

«Если нам удастся решить эти проблемы, а именно, за счет большей доступности услуг, информированности, а также численности квалифицированного медицинского персонала, то за десять лет ситуация изменится кардинальным образом», — считает Уддин. Как и многие другие работники на местах, он уверен в том, что дальнейшие шаги должны быть направлены на создание центров за пределами столицы.

«В Бангладеш есть мотивированные и преданные своему делу профессионалы, и сейчас эта страна получает в свое распоряжение больше оборудования, — говорит Сьяхрил Сьяхрил, руководитель проекта в МАГАТЭ, отвечающий за техническое сотрудничество с Бангладеш. — Хотя впереди еще много нерешенных задач, мы работаем над тем, чтобы страна продолжила получать необходимую помощь в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ».

Удовлетворение постоянно растущего спроса на услуги по лечению рака в развивающихся странах

Джеймс Хоулетт



Благодаря поддержке со стороны Японии и МАГАТЭ в Никарагуа был передан и подготовлен к работе первый линейный ускоритель.

(Фото: Национальный радиотерапевтический центр Никарагуа)

Рак — это не только серьезная угроза здоровью населения, но и все более масштабная проблема развития со значительными последствиями для национального благосостояния и государственного бюджета, выделяемого на здравоохранение. По оценкам Международного агентства по изучению рака Всемирной организации здравоохранения, в 2010 году общие годовые экономические издержки в связи с раком составили 1,16 трлн долл. США. Ожидается, что по мере увеличения годовой заболеваемости раком эта цифра продолжит расти: так, в 2018 году во всем мире насчитывалось более 18 миллионов онкологических больных, из которых 9,6 миллиона умерли. Прогнозируется, что к 2030 году эти годовые показатели возрастут до 24 миллионов случаев заболевания раком, 13 миллионов из которых — со смертельным исходом.

Многие страны с низким и средним уровнем дохода не могут обеспечить надлежащую диагностику и лечение рака и вынуждены направлять пациентов за границу. Это дорого и может быть обременительно для пациентов и их семей. Создание национальных служб онкологической помощи, в том числе радиотерапевтических учреждений и отделений ядерной медицины — сложная задача, в рамках которой для налаживания узкоспециализированной инфраструктуры, оборудования и подготовки кадров, а также мобилизации финансовых средств требуется тщательное планирование.

МАГАТЭ уже давно оказывает поддержку странам в применении ядерных технологий в сфере здравоохранения. Агентство способствует борьбе

против рака путем передачи технологий и укрепления кадрового и институционального потенциала в целях диагностики и лечения рака с использованием радиационных технологий. С 2011 года в рамках своей программы технического сотрудничества МАГАТЭ подготовило более 2000 медицинских работников и выделило свыше 172 млн евро для помощи странам в развитии национальных служб онкологической помощи. В одном только 2019 году оно оказало поддержку более 125 проектам по борьбе против рака во всем мире.

«Наша цель — сотрудничать с нашими государствами-членами, особенно относящимися к числу стран с низким и средним уровнем дохода, чтобы создать и укрепить их потенциал в области борьбы против рака. Это откроет путь к безопасному и эффективному лечению большего числа пациентов», — говорит Ян Дачжу, заместитель Генерального директора, руководитель Департамента технического сотрудничества.

Поддержка со стороны МАГАТЭ в этой области включает специализированное обучение в целях развития людских ресурсов и экспертное консультирование на всех этапах данного процесса, а также предоставление инструментов, материалов и оборудования, необходимых для создания реально действующего медицинского учреждения, способного оказывать соответствующие услуги.

О результативности этой поддержки свидетельствуют примеры таких стран, как Шри-Ланка, которая на протяжении более 40 лет сотрудничает с МАГАТЭ в интересах развития своих служб онкологической

помощи. Так, в последние восемь лет это сотрудничество привело к расширению возможностей в области ядерной медицинской визуализации, обеспечив наличие в Шри-Ланке высококвалифицированных специалистов для оказания диагностических услуг.

В центральной части Шри-Ланки в городе Канди было создано полностью оборудованное отделение ядерной медицины, дополнившее аналогичный проект в городе Галле на юге страны. Кроме того, на севере в районе Джафны создается новый центр аналогичного профиля. В октябре 2019 года в Шри-Ланке будет проведена миссия МАГАТЭ по экспертизе имПАКТ, в рамках которой эксперты оценят достигнутые страной успехи и окажут помощь в разработке планов дальнейших действий по борьбе против рака.

Планирование, финансирование, сотрудничество

Многие страны обращаются к МАГАТЭ за помощью в вопросах планирования, привлечения финансовых средств и развития сотрудничества для решения приоритетных задач в деле борьбы против рака. МАГАТЭ содействует организации и проведению переговоров с донорами, банками развития и финансовыми учреждениями.

Например, в мае 2019 года в Национальном радиотерапевтическом центре Никарагуа был открыт первый в стране линейный ускоритель (современный аппарат для лучевой терапии), что стало возможным благодаря тесному сотрудничеству с министерством здравоохранения страны и двустороннему финансированию, обеспеченному Японией. МАГАТЭ оказывало поддержку в обучении специалистов работе с новой системой, чтобы обеспечить эффективный переход от существующей клинической практики к новейшим методам трехмерной лучевой терапии, позволяющим проводить более безопасное и качественное лечение. Это стало для страны важным этапом в развитии служб онкологической помощи и открывает дорогу к применению высокоспециализированных методов лучевой терапии.

Аналогичным образом были усовершенствованы службы лучевой терапии в Монголии, где в июне 2019 года были введены в эксплуатацию два линейных ускорителя. Были оптимизированы системы гарантии качества, необходимые для того, чтобы пациенты получали правильные дозы облучения; были также внедрены новые технологии и система радиационной безопасности при оказании радиотерапевтических услуг. Кроме того, благодаря оказанной донорами поддержке в 2016 году в стране появилась передовая система диагностики и лечения рака, а благодаря помощи со стороны МАГАТЭ в подготовке специалистов — высокоточная трехмерная лучевая терапия и другие современные технологии.

По мере того как страны готовятся к открытию новых центров лучевой терапии, МАГАТЭ в партнерстве с ведущими международными медицинскими учреждениями проводит обучение специалистов и

организует стажировки в целях того, чтобы службы онкологической помощи могли быть достаточной степени укомплектованы хорошо подготовленными сотрудниками, в том числе онкологами, радиологами и медицинскими физиками.

Подготовка специалистов

По словам Фатимы Хаггар, врача-онколога в Больнице матери и ребенка в столице Чада — Нджамене, для создания национального пула квалифицированных медицинских работников, прошедших необходимую подготовку и способных обращаться с новым оборудованием, необходимо своевременное предоставление поддержки, часто за годы вперед. «Примерно через три года откроется наш новый центр, и для того чтобы все необходимые нам сотрудники получили соответствующую квалификацию, понадобится время».

Недавно в рамках национальной программы борьбы с раковыми заболеваниями на период 2017–2021 годов в Чаде был подготовлен документ о планировании и финансировании в целях создания первого в стране радиотерапевтического учреждения. МАГАТЭ помогает Чаду в вопросах прохождения персоналом необходимой подготовки, обеспечивая наряду с правительством страны финансирование долгосрочных и краткосрочных стажировок и предоставляя консультации и экспертные оценки.

Учитывая масштабы и сложность оснащения онкологических учреждений, прогресс может быть достигнут только при активном участии национальных правительств и сотрудничестве широкого круга заинтересованных сторон. Для того чтобы меры по облегчению национального бремени онкологических заболеваний принимались на всех уровнях — при разработке национальных планов в области здравоохранения, составлении выделяемого на здравоохранение бюджета, развитии инфраструктуры, привлечении финансовых средств и создании потенциала, правительствам необходимо сделать борьбу против рака одним из национальных приоритетов в области здравоохранения.

К примеру, в Сьерра-Леоне проблема онкологических заболеваний была признана на самом высоком правительственном уровне, благодаря чему страна имеет все возможности для того, чтобы добиться успехов в реализации национальных мер по борьбе против рака.

«Наш президент признает, что онкологические заболевания представляют собой огромное бремя для страны, — говорит Фрэнк Косиа, радиолог и координатор в министерстве здравоохранения и санитарии Сьерра-Леоне. — Его главный проект направлен на то, чтобы к 2023 году обеспечить общедоступность лучевой терапии». Для достижения этой цели МАГАТЭ сотрудничает с правительством Сьерра-Леоне, оказывая поддержку в создании отделений лучевой терапии и ядерной медицины в больнице Лакки, которая будет соответствующим образом переоборудована.

Мобильные и онлайн-технологии меняют облик системы онкологической помощи и образования

Джоэнн Лиу



(Фото: X. Корпус/Южноафриканский медицинский центр)

Повсеместное распространение мобильных телефонов и интернета расширяет возможности получения информации, и сейчас для работы с огромным объемом информации достаточно лишь одного компактного гаджета в ваших руках. Вот уже более десяти лет для упрощения нашей повседневной жизни предлагаются мобильные приложения; а теперь они распространяются и на сферу онкологической помощи.

«Для предоставления людям во всем мире инновационных и экономичных возможностей в сфере образования МАГАТЭ все чаще применяет информационные и мобильные технологии, — говорит Мэй Абдель Вахаб, директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ. — Когда мы развиваем инструменты и услуги, которые позволяют экономить ресурсы, наши возможности перестают зависеть от географического положения, доступности ресурсов или финансовых ограничений, и мы можем и далее оказывать странам помощь в вопросах повышения квалификации специалистов, занятых в сфере онкологической помощи по всему миру».

На фоне того, как наша жизнь и само общество продолжают меняться под влиянием технологий, все большее распространение получают мобильные приложения, платформы электронного обучения и различные инструменты на основе информационно-коммуникационных технологий, которые также затрагивают сферу онкологической помощи — от содействия в расшифровке диагностических изображений и обучения специалистов-практиков до обоснования решений о назначении лечения. В этой статье мы расскажем о некоторых приложениях и курсах электронного обучения, предоставляемых МАГАТЭ на бесплатной основе.

Приложения TNM и FIGO для оценки стадийности рака

TNM Cancer Staging App — это мобильное приложение, которое содержит информацию с удобной навигацией, позволяющую врачам определять характер лечения и прогноз онкологического заболевания в зависимости от стадии первичной опухоли (T), вовлеченности лимфатических узлов (N) и наличия дочерних образований первичного злокачественного очага — метастазов (M). Система стадирования TNM является признанным стандартом для описания анатомического распространения опухолевого процесса. Эта обновляемая на регулярной основе система классификации была разработана Международным противораковым союзом (МПРС) и применяется также Американским объединенным комитетом по раку (АОКР) и Международной федерацией гинекологии и акушерства (МФГА).

Приложение, которое было разработано МАГАТЭ в сотрудничестве с индийским Центром им. Таты (Индия) и Всеиндийским институтом медицинских наук (ВИМН), охватывает 65 видов рака и более 100 разновидностей опухолей. «В этом приложении сосредоточена информация, объем которой сопоставим с целой книгой из 1000 страниц и которая всегда находится под рукой у пациентов, врачей и специалистов-практиков», — рассказывает Диана Паэс, руководитель Секции ядерной медицины и диагностической визуализации МАГАТЭ. Чтобы получить помощь в выборе конкретного варианта лечения, пользователь может ввести такие данные, как размер новообразования и наличие или отсутствие вовлеченных в процесс лимфатических узлов.

«Книги, в которых содержится подобная информация, дороги и не всегда имеются в клинике, где находится пациент, — говорит Палак Бхавеш Попат, радиолог из Центра им. Таги в Индии. — Когда на телефоне доступно автономно работающее и бесплатное приложение, которым можно пользоваться даже в отдаленных районах, его полезность трудно переоценить».

С момента выхода приложения в 2015 году оно было скачано уже более 52 000 раз.

В 2016 году МАГАТЭ выпустило похожее приложение, ориентированное на онкогинекологические заболевания. Приложение FIGO Gyn Cancer Management разработано МАГАТЭ совместно с Центром им. Таги и ВИМН и в сотрудничестве с МФГА. Это приложение, которые скачали почти 10 000 пользователей, позволяет оценить распространение раковой опухоли в женских репродуктивных органах для целей стадирования и лечения онкогинекологического заболевания. С апреля 2019 года приложение помогает в стадировании и лечении рака шейки матки.

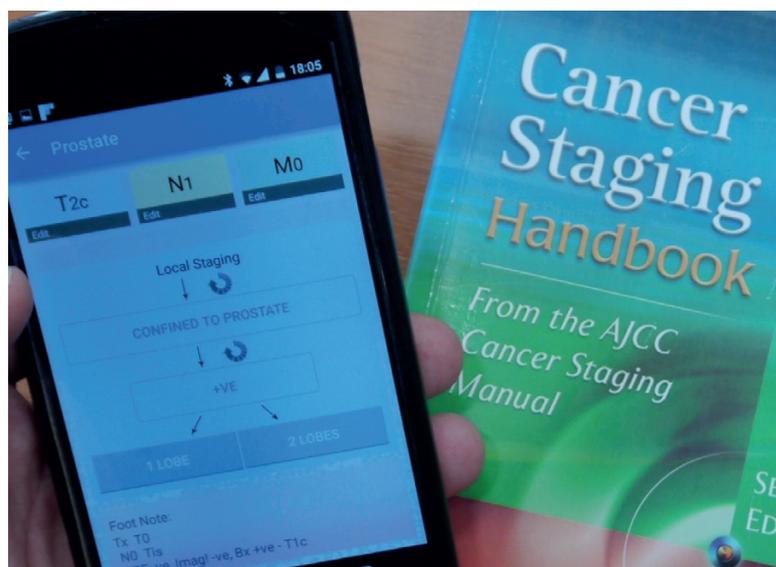
Как предполагается, в октябре 2020 года с учетом обновленной информации из клинической практики будут выпущены новые версии приложений TNM и FIGO. Наибольшее количество скачиваний этих двух приложений, которые доступны в магазинах приложений Android и Apple, отмечается в Бразилии, Индии, Мексике, Соединенных Штатах, Таиланде и Японии.

«Эти приложения появились в результате сотрудничества между МАГАТЭ и профессиональными организациями; они позволяют бесплатно получать информацию, имеющую большую ценность и научную значимость, — поясняет г-жа Паэс. — Несмотря на ограниченный бюджет, с помощью этих мобильных инструментов мы смогли повысить эффективность лечения и расширить его охват».

Средства дистанционного и электронного обучения

Перед тем, как заняться созданием приложений, МАГАТЭ реализовало масштабный проект по разработке учебных модулей для организации дистанционного обучения в области ядерной медицины. Средства дистанционного обучения МАГАТЭ, разработка которых началась еще в 1990-х годах, эволюционировали от материалов на компакт-дисках и DVD до Платформы дистанционного онлайн-обучения (DATOL), с 2009 года доступной в интернете. Материалы на платформе регулярно обновляются, что позволяет поддерживать их актуальность и отражать последние достижения в этой области.

Учебная программа DATOL состоит из 39 предметов, рассчитанных примерно на 900 часов учебного времени; кроме того, проводится формальная оценка знаний и выдается свидетельство об обучении. При обучении без отрыва от работы эта программа может быть пройдена за два-три года. После аккредитации уполномоченным национальным органом программа DATOL может осуществляться на местном уровне с использованием разработанных экспертами МАГАТЭ учебных материалов и при поддержке и под контролем МАГАТЭ.



Приложение TNM Cancer Staging

(Фото: В. Фурнье/МАГАТЭ)

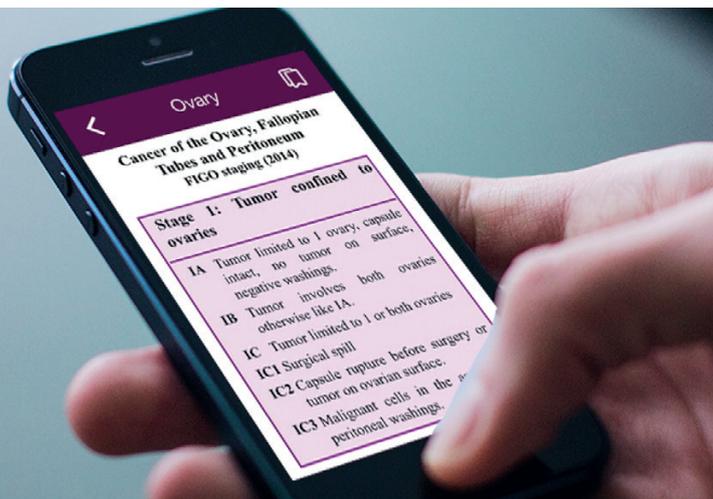
«Раньше технологи ядерной медицины проходили обучение на рабочем месте, не имея формального образования, — говорит г-жа Паэс. — Платформа DATOL позволяет пройти подготовку в рамках структурированной учебной программы, обеспечивая доступ к местным преподавателям, презентациям, примерам из практики и аналитическим оценкам».

Обучение по программе завершили уже около 700 специалистов из более чем 30 стран Африки, Азии, Европы и Латинской Америки. Материалы программы, которые доступны на английском и испанском языках, утверждены в Аргентине, Колумбии и Таиланде в качестве официального учебного пособия для технологов ядерной медицины.

Расширение спектра интернет-ресурсов

МАГАТЭ продолжает расширять свое присутствие в интернете, предлагая средства электронного обучения, которые способствуют распространению публикаций и ресурсов МАГАТЭ. «Это можно рассматривать как продолжение и дополнительный элемент нашей работы: мы берем за основу опубликованные МАГАТЭ руководства и распространяем их с помощью учебных курсов, в ходе которых мы разрабатываем материалы для целей электронного обучения», — говорит Джорджа Лорети, специалист по обучению в области медицинской физики из МАГАТЭ. МАГАТЭ разрабатывает курсы онлайн-обучения, чтобы упростить доступ к наилучшей практике клинического применения методов радиационной медицины, в том числе в таких областях, как медицинская физика.

«Мы тратим много времени на тестирование модулей электронного обучения и, прежде чем их выпустить, проводим тщательный контроль качества, — рассказывает г-жа Лорети. — Электронное обучение представляет собой гибкий инструмент для организации доступного, хорошо структурированного курса подготовки, график проведения которого можно выбирать самостоятельно. Это повышает ценность процесса обучения, принося в него элемент интерактивности».



Приложение FIGO Gyn Cancer Management

(Фото: В. Фурнье/МАГАТЭ)

В частности, в дополнение к выпущенной в 2019 году публикации МАГАТЭ «Introduction of Image Guided Radiotherapy into Clinical Practice» («Введение в клиническую практику лучевой терапии с визуальным контролем») был создан курс электронного обучения, в основу которого легли материалы учебных курсов, проводимых совместно с Международным центром теоретической физики (МЦТФ). Этот курс электронного обучения, предназначенный для специалистов и слушателей программ последиplomной подготовки в области медицинской физики, содержит восемь учебных модулей с видеороликами, слайдами и тестами для самооценки, которые позволяют получить представление о физических процессах и технологиях, используемых в лучевой терапии с визуальным контролем.

«Понятно, что люди, которые проходят курс электронного обучения, не имеют доступа к практическим занятиям, обычно организуемым в рамках курсов по медицинской физике, а также не могут взаимодействовать с

преподавателями, — говорит г-жа Лорети. — Нами разработаны инструменты самооценки, которые позволяют удостовериться в том, что учащийся имеет полное понимание конкретной темы, прежде чем он может перейти к следующему модулю».

Дополнительная подготовка

После успешного осуществления проекта AMPLE (усовершенствованная среда обучения для медицинских физиков в Азиатско-Тихоокеанском регионе) МАГАТЭ работает над аналогичным инструментом для подготовки онкологов-радиологов. В качестве дополнения к программам ординатуры в регионах с ограниченной доступностью экспертов и образовательных ресурсов будет использоваться «усовершенствованная образовательная платформа для онкологов-радиологов» (AROLE), которая начнет функционировать в 2020 году.

«Мы осознаем, что профессия онколога-радиолога является дефицитной, особенно в странах с более низким уровнем дохода. Возможности по выпуску дипломированных онкологов-радиологов в настоящее время очень скромны, а доступ к экспертному опыту ограничен, поэтому необходимо, чтобы обучение студентов проходило более эффективно, а эксперты могли оказывать им помощь, не совершая поездок на дальние расстояния, — говорит Бен Праджоги, младший специалист по образованию в Секции прикладной радиобиологии и радиотерапии МАГАТЭ. — В сотрудничестве с учебными заведениями и профессиональными сообществами мы намерены предоставлять доступ к высококачественным учебным ресурсам, содействуя реализации глобальной программы подготовки на основе компетенций».

Для доступа к бесплатно предоставляемым МАГАТЭ курсам электронного обучения понадобится браузер с доступом в интернет и учетная запись на портале Nucleus, которую можно создать на странице nucleus.iaea.org.

Первая виртуальная конференция МАГАТЭ

Для содействия распространению ядерных наук и применений, необходимо искать новые решения, позволяющие раскрыть все возможности информационно-коммуникационных технологий. В сентябре 2019 года МАГАТЭ организовало первую в своей истории виртуальную конференцию — Международную виртуальную конференцию по тераностике (МВКТ-2019). Тераностика — это область медицины, в рамках которой сочетаются диагностические и терапевтические аспекты применения радиофармацевтических препаратов для диагностики и лечения рака (подробнее см. на стр. 8).

Чтобы обеспечить связь между экспертами в области ядерной медицины и глобальной аудиторией, в ходе конференции использовались несколько онлайн-платформ. Программа конференции включала интерактивные презентации, посвященные разбору конкретных ситуаций и выступления международной группы экспертов, а также лекции на тему рака предстательной железы, нейроэндокринных опухолей и дифференцированного рака щитовидной железы. Участники могли взаимодействовать друг с другом через мобильное приложение МАГАТЭ, с помощью мессенджера WhatsApp, а также используя официальный хэш-тег конференции #iViCT; для проведения сессии вопросов и ответов была задействована система WebEx.

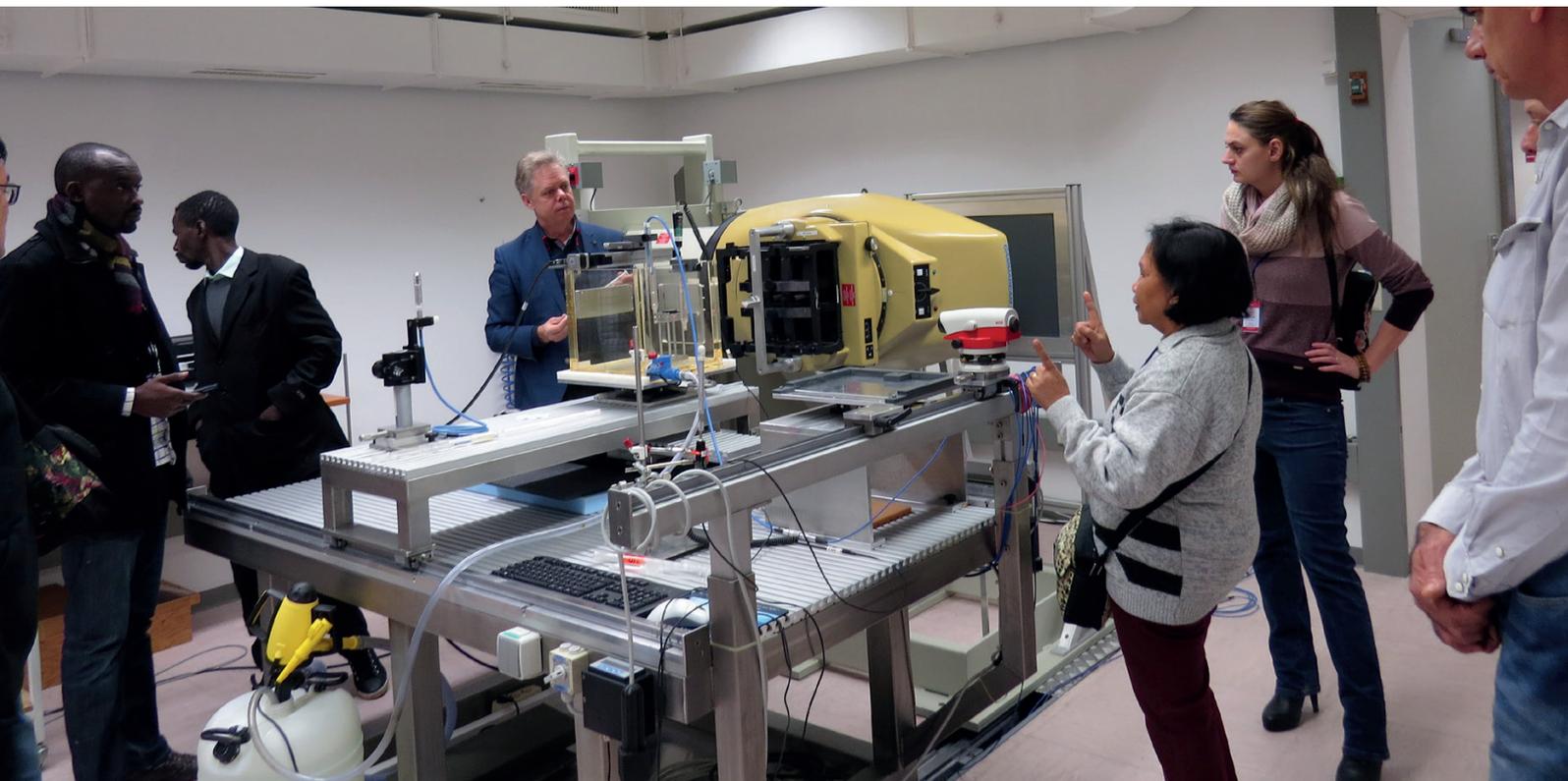
«Виртуальную конференцию можно рассматривать в качестве платформы и технического средства для существенного расширения сферы охвата ядерной науки и применений; она позволяет поддерживать процесс повышения медицинской квалификации и помогает оптимизировать доступные ресурсы», — отметила г-жа Паэс. Чтобы учесть различия в часовых поясах, веб-трансляция конференции велась в двух разных временных интервалах, а после завершения конференции ее запись была размещена в интернете.



Точная дозиметрия для качественной онкологической помощи

Сеть дозиметрических лабораторий вторичных эталонов МАГАТЭ/ВОЗ

Аабха Диксит



Дозиметрическая лаборатория МАГАТЭ проводит практические занятия по обеспечению точных калибровок для дозиметрии. (Фото: П. Торой/МАГАТЭ)

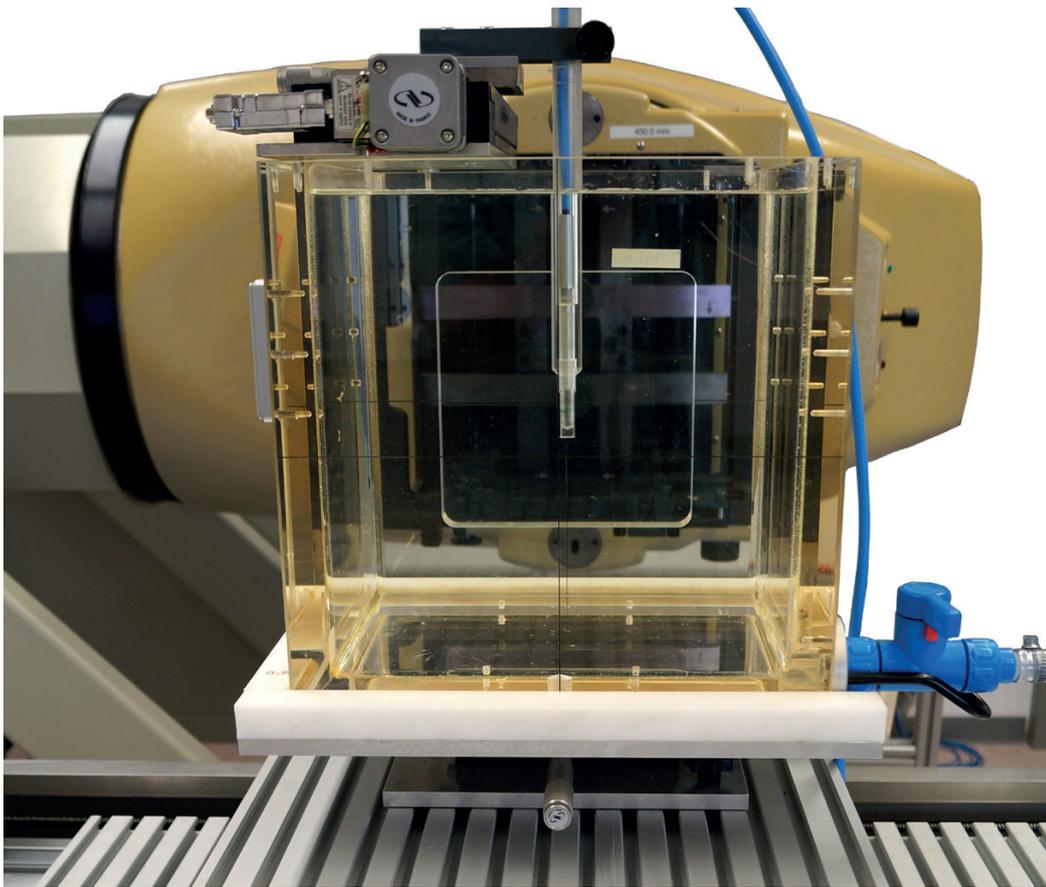
Более половины онкологических больных на определенном этапе лечения нуждаются в лучевой терапии. Результаты лечения могут существенно меняться, если объем излучения отклоняется даже на незначительные 5% от назначенной дозы облучения. Для того чтобы больные получали очень точные дозы облучения, крайне важно должным образом настроить и эксплуатировать измерительное оборудование.

«Точная дозиметрия является важнейшей составляющей лучевой терапии, — отмечает Закити Мсиманг, директор отделения ионизирующих излучений Национального института метрологии Южной Африки. — Если доза облучения слишком мала, то рак может оставаться не вылеченным, а если она слишком велика, могут возникнуть неблагоприятные побочные последствия».

Дозы облучения измеряются с помощью особого измерительного оборудования, называемого дозиметрами. Эти устройства играют центральную роль в обеспечении точной дозиметрии, являющейся

наукой измерения, расчета и оценки доз облучения. Для обеспечения точной дозиметрии необходимо регулярно выполнять калибровку измерительного оборудования. Это достигается путем перекрестной сверки показателей приборов с национальными эталонами, поддерживаемыми национальными калибровочными лабораториями, такими как дозиметрические лаборатории вторичных эталонов (ДЛВЭ). Эти эталонные стандарты являются прослеживаемыми и привязанными к Международной системе единиц (СИ).

«Мы не способны видеть радиацию, поэтому нам необходимо обеспечить корректную работу измерительного оборудования, — говорит Паула Торой, медицинский радиационный физик — сотрудник МАГАТЭ, ответственный за работу с ДЛВЭ. — В лучевой терапии предписанные уровни дозы обычно основываются на международных исследованиях и рекомендациях. Для подтверждения сопоставимости доз, приводимых в этих рекомендациях, и доз, позднее измеренных в больницах, следует проводить калибровку



Система калибровки, подготовленная для дозиметра лучевой терапии.

(Фото: МАГАТЭ)

дозиметрического оборудования и согласовывать методики выполнения измерений. ДЛВЭ обеспечивают такую калибровку дозиметрического оборудования, кроме того они привязывают измерения к согласованным международным дозиметрическим эталонам».

Сеть ДЛВЭ была создана МАГАТЭ и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) для оказания странам помощи по повышению точности в дозиметрии. В нее входят расположенные в 73 странах 86 ДЛВЭ, которые обеспечивают калибровку дозиметров. Целью сети ДЛВЭ МАГАТЭ/ВОЗ является повышение точности и согласованности в области радиационной дозиметрии и стимулирование сотрудничества между странами.

«Профессиональная подготовка и обмен опытом имеют жизненно важное значение для этой сферы, поскольку технологии развиваются очень быстрыми темпами, — говорит Мсиманг и добавляет, — некоторые развивающиеся страны только сейчас создают свои собственные национальные калибровочные лаборатории, а сеть ДЛВЭ оказывает именно ту самую поддержку, которая для этого требуется».

Дозиметрическая лаборатория МАГАТЭ в Зайберсдорфе (Австрия) служит центральной лабораторией сети ДЛВЭ МАГАТЭ/ВОЗ. Лаборатория бесплатно проводит калибровку национальных измерительных эталонов, в частности для стран, которые не имеют прямого доступа к дозиметрическим лабораториям первичных эталонов, которые и устанавливают значения величин, используемых для измерения доз облучения.

В июне 2019 года Дозиметрическая лаборатория МАГАТЭ ввела в эксплуатацию новый линейный ускоритель для укрепления дозиметрических служб и радиационной безопасности во всем мире, а также содействия исследованиям в рамках разработки новых сводов правил для дозиметрии. Линейные ускорители — это агрегаты, использующие электричество для создания пучков высокоэнергетических рентгеновских лучей и электронов. Чаще всего они применяются для лечения рака.

«С помощью нового линейного ускорителя МАГАТЭ сможет удовлетворить растущий спрос со стороны государств-членов, в том числе на непосредственную калибровку дозиметров ДЛВЭ, — отмечает директор Отдела здоровья человека МАГАТЭ Мэй Абдель Вахаб. — Эта поддержка также поможет расширить возможности проведения контрольных проверок для более чем 3400 медицинских линейных ускорителей, находящихся в больницах в странах с низким и средним уровнем дохода».

Помимо услуг по калибровке Дозиметрическая лаборатория МАГАТЭ занимается и другими видами деятельности по содействию точной дозиметрии во всем мире. В их числе проведение сопоставлений и дозиметрических аудитов, которые дают ДЛВЭ и больницам возможность проверить, правильно ли они проводят калибровки и измерения. Лаборатория также обеспечивает подготовку кадров и занимается исследованиями и разработками в области дозиметрии и медицинской радиационной физики.

В борьбе против рака более заметная роль должна отводиться ионизирующему излучению

Мэк Роуч III

Значительная часть научных исследований в области онкологии и лечения рака финансируется государственными учреждениями, такими как Национальный институт рака в составе Национальных институтов здравоохранения Соединенных Штатов, а также фармацевтическими и биотехнологическими компаниями. Многие из этих исследований ориентированы на разработку новых химиотерапевтических препаратов. Выбор химиотерапии обычно зависит от локализации раковой опухоли: цисплатин применяется при раке головы, шеи и легких, различные формы гормональной терапии — при раке простаты, темозоломид — при опухолях мозга. С другой стороны, для лечения большинства плотных опухолей может применяться ионизирующее излучение.

Лучевая терапия обладает огромным спектром воздействия на целый ряд раковых заболеваний. Она используется для лечения рака уже более 100 лет и доказала свою высочайшую эффективность с точки зрения затрат. Это объясняется тем, что если радиологическое оборудование уже приобретено, то оно может генерировать излучение в любом необходимом объеме, а основные затраты при его использовании связаны только с электричеством и техническим обслуживанием. Это, в свою очередь, означает, что чем больше оно используется, тем более экономичным оказывается лечение в расчете на одного пациента. В отличие от лекарственных средств специфического действия, которые предназначены для конкретного пациента и не могут быть использованы повторно, пучок излучения можно применять снова и снова. Кроме того, лучевая терапия может стать альтернативой хирургическому вмешательству, особенно когда последнее может крайне негативно сказаться на качестве жизни, как, например, в случае рака гортани и рака заднего прохода. Столь высокая эффективность лучевой терапии с точки зрения затрат объясняется ее широким спектром воздействия, способностью непрерывно обеспечивать лечение и длительным сроком службы радиологических аппаратов, превышающим десять лет.

Дополняя терапевтическую универсальность радиационной медицины, методы ядерной медицины позволяют обнаруживать очень малые скопления раковых клеток, что дает возможность более точно проводить стадирование рака и воздействовать на опухоль. Эти особенности радиационной и ядерной медицины делают их необходимыми компонентами обеспечения качественной онкологической помощи. Важнейшую роль в содействии тому, чтобы эти методы вошли в

являющийся мировым стандартом комплекс мер онкологической помощи, что, в свою очередь, помогает пациентам в развивающихся странах получить доступ к эффективному лечению, способному увеличить продолжительность жизни и спасти людей от смерти, играет ряд международных организаций, в частности МАГАТЭ и Всемирная организация здравоохранения.



Мэк Роуч III, доктор медицины, научный сотрудник Американского общества радиационной онкологии и научный сотрудник Американского колледжа радиологии, Центр комплексной онкологической помощи им. Хелен Диллер и ее семьи при Калифорнийском университете в Сан-Франциско

Перспективные варианты лечения с использованием ионизирующего излучения

Результаты многочисленных исследований, проводившихся как на животных, так и на людях, свидетельствуют о том, что излучение может уникальным и целенаправленным образом стимулировать иммунную систему. Кроме того, получены новые интригующие данные о том, что большой потенциал скрыт в новых весьма многообещающих достижениях, касающихся «нюансов» традиционного применения излучения, которые активно изучаются в настоящее время. Эти «нюансированные» подходы, в частности предусматривающие облучение «вспышками», микропучками и минипучками, а также воздействие корпускулярных излучений, вполне могут сделать лечение онкологических больных менее рискованным, гораздо менее дорогостоящим и более эффективным и могут оказать серьезное влияние на практику онкологической помощи во всем мире, особенно в развивающихся странах.

Хотя радиационная и ядерная медицина уже обладает высокой эффективностью с точки зрения затрат и является ключевым фактором в лечении наиболее распространенных онкологических заболеваний, ее значимость, по моему мнению, будет только расти. Использование таких методов лечения позволяет очень оптимистично смотреть в будущее, а их «невидимая» природа и эффективность на расстоянии делают их похожими на «магию», к которой мы сможем прикоснуться уже на моем веку.

Десятилетие действий по борьбе против рака

Кэри Адамс

В будущем прошедшее десятилетие будут помнить как время, когда раковые и другие неинфекционные заболевания (НИЗ) были признаны в качестве глобальной проблемы в области здравоохранения и развития: состоялись три совещания высокого уровня; Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) опубликовала новый глобальный план действий по НИЗ; всеми странами были согласованы целевые показатели по сокращению преждевременной смертности на 25% к 2025 году; в 2017 году Всемирная ассамблея здравоохранения согласовала новую резолюцию по раку; НИЗ были учтены в целях Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (ЦУР). Это было десятилетие соглашений и обязательств.



Кэри Адамс,
генеральный директор,
Международный противораковый
союз (МППС)

Такие шаги были предприняты не случайно. МППС сыграл важнейшую роль в том, чтобы раковым заболеваниям уделялось первоочередное внимание в рамках движения, поставившего себе цель сделать НИЗ одним из глобальных приоритетов. Он работал в сотрудничестве с МАГАТЭ и другими ключевыми партнерами, возглавляя и поддерживая эту глобальную кампанию. В 2009 году МППС, Всемирная федерация сердца и Международная федерация диабета создали Альянс НИЗ. Его цель была проста: добиться проведения совещания высокого уровня Организации Объединенных Наций по НИЗ и обеспечить включение НИЗ в ЦУР. Некоторые поначалу

были недовольны Альянсом, считая, что его влияние на выработку политики будет слабым из-за того, что неинфекционные заболевания объединялись по признаку наличия одинаковых факторов риска. Однако Альянс НИЗ обеспечил себе уважение в системе ООН и вместе с группой приверженных стран добился проведения совещания высокого уровня, которое состоялось в 2011 году и завершилось принятием глобального плана действий ВОЗ по НИЗ и девяти целей, установленных на период до 2025 года. В 2014 и 2018 годах состоялись новые совещания высокого уровня, на которых страны взяли на себя обязательства по разработке и осуществлению планов действий. НИЗ учтены в ЦУР 3, содержащей обязательство к 2030 году уменьшить более чем на треть преждевременную смертность от НИЗ. Это был беспрецедентный период приверженности возглавляемой ООН борьбе с рядом заболеваний, с которыми может столкнуться любой человек в любой стране мира.

Одновременно МППС вместе со своими участниками и партнерами добивались принятия конкретных мер по борьбе против рака и характерных для него факторов риска. В 2017 году был серьезно обновлен примерный перечень основных лекарственных средств ВОЗ, и в том же году ВОЗ опубликовала перечень необходимого медицинского оборудования для лечения рака. В нем содержится информация об основных технологиях, которые должны использоваться в каждой стране для эффективной борьбы против рака.

МАГАТЭ является для МППС одним из ключевых партнеров; участие МАГАТЭ в борьбе против рака способствовало достижению широкого понимания того, что необходим баланс между инвестициями в профилактику и в обеспечение доступа к лечению и паллиативному уходу и что междисциплинарные услуги и помощь занимают центральное место в программах борьбы с раковыми заболеваниями. Это включает также оказание помощи национальным директивным органам

в оценке соответствующих первоначальных затрат на развитие услуг лучевой терапии с точки зрения отдачи от инвестиций.

Сейчас идут последние месяцы этого десятилетия, и естественно задаться вопросом: оказали ли принятые на глобальном уровне соглашения и обязательства существенное влияние на жизнь людей с онкологическими заболеваниями в странах по всему миру?

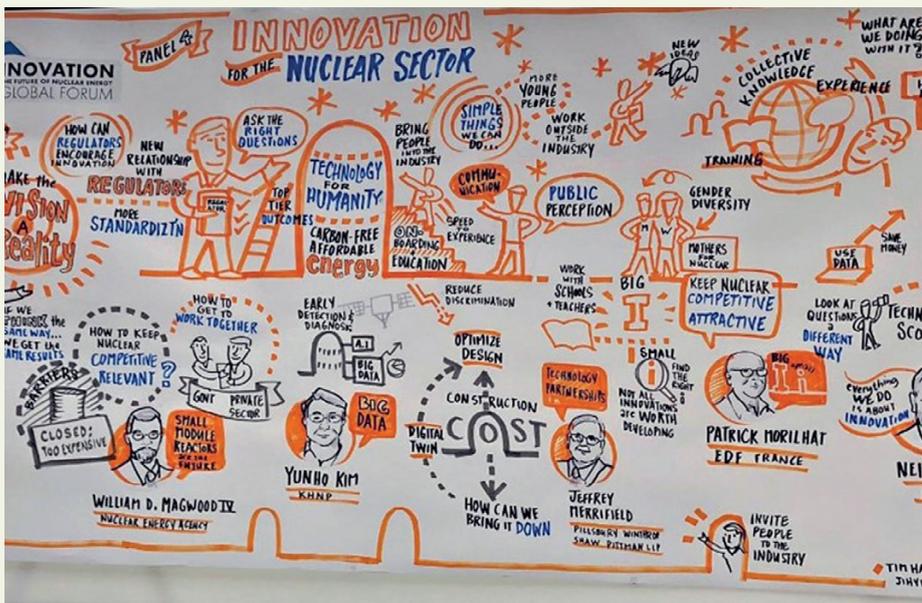
Согласно глобальному обзору национальных программ борьбы с раковыми заболеваниями и программ по НИЗ, проведенному МПРС в сотрудничестве с Международным партнерством по борьбе против рака¹, ответ на этот вопрос является утвердительным. За последнее десятилетие доля стран, в которых имеются национальные программы борьбы с раковыми заболеваниями, увеличилась с 66% в 2013 году до 81% в 2017 году. Конечно, многие программы все еще не полностью профинансированы, и степень, в которой они осуществляются, может вызывать вопросы, но с учетом того, что, по мнению МПРС, наличие политической воли и такой программы является предварительным условием для решения проблемы рака в любой стране, мы должны находить удовлетворение в свидетельствах того, что достигаемый нами прогресс является существенным. Мы видим, что страны, в которых имеется соответствующая политическая поддержка и опубликованная, обеспеченная финансированием национальная программа борьбы с раковыми заболеваниями, предпринимают шаги, направленные на то, чтобы их население было в меньшей степени подвержено факторам риска, например путем принятия более строгих законов о борьбе против табака, проведения всеобщих медицинских осмотров для выявления основных видов рака или защиты девочек от вируса папилломы человека посредством вакцинации. Поэтому наличие большего числа таких программ является хорошим показателем того, что сегодня проблема рака воспринимается более серьезно, чем в начале десятилетия.

Однако для активизации борьбы против рака во всем мире многое еще предстоит сделать. Страны, подписавшие Рамочную конвенцию ВОЗ по борьбе против табака, должны значительно повысить цены на сигареты, но многие из них еще не сделали этого. Рак шейки матки остается одной из основных причин женской смертности в странах с низким и средним уровнем дохода. В этой связи МПРС объединил усилия с ВОЗ в новом стремлении искоренить данный вид рака, чтобы с ним не сталкивались будущие поколения девочек и женщин. Хотя перечень основных лекарственных средств ВОЗ постоянно обновляется, многим странам не хватает квалифицированных кадров для обеспечения того, чтобы те, кто нуждаются в качественных лекарственных средствах, имели к ним регулярный доступ. Кроме того, мы по-прежнему наблюдаем огромное глобальное неравенство в доступе к обезболивающим средствам, которое можно предотвратить: миллионы онкологических больных, испытывающих боль в диапазоне от умеренной до сильной, не имеют доступа к опиоидным анальгетикам. Эти проблемы серьезны, но наши возможности вполне позволяют их решить.

Мы вступаем в новое десятилетие, и мы должны находить удовлетворение в том, сколь многого удалось достичь за прошедшие десять лет в деле побуждения и поощрения всех стран к укреплению своего потенциала в области борьбы с растущим бременем рака. Чтобы воспользоваться нынешней динамикой, активисты, борющиеся против рака, должны стремиться мобилизовать другие группы и организации гражданского общества в государственном и частном секторах для осуществления и поддержания изменений, которые могут оказать позитивное влияние на здравоохранение и благополучие населения во всем мире.

¹Romero Y, Trapani D, Johnson S, Tittenbrun Z, Given L, Hohman K, Stevens L, Torode JS, Boniol M, Ilbawi AM. 2018. 'National cancer control plans: a global analysis.' *Lancet Oncology* 19(10): e546–e555.

Нынешние и будущие лидеры ядерной отрасли призывают принять меры для поддержки инноваций



Более 250 лидеров ядерной отрасли, представителей регулирующих органов, исследователей, представителей государственного сектора и поставщики технологий опубликовали «призыв к действию» с целью ускорения внедрения инновационных решений для поддержания и развития существующего эксплуатационного парка атомных электростанций (АЭС) по всему миру. В «призыве к действию» особенно отмечаются четыре инновации, названные участниками организованного при участии МАГАТЭ трехдневного Глобального форума «Инновации для будущего ядерной энергии», который проходил с 10 по 12 июня в Кёнджу (Республика Корея).

Основная цель мероприятия заключалась в решении самых неотложных задач, стоящих перед ядерной отраслью, и изучении препятствий и возможностей для внедрения инновационных технологий и технических решений в целях поддержания или даже повышения уровня ядерной безопасности с одновременным сокращением издержек. В этой связи участники выделили 28 инноваций, связанных с различными аспектами эксплуатации существующего парка АЭС, четыре из которых были поставлены на первые места:

1. Создание «цифровых двойников» (виртуальное воспроизведение технологии в виде компьютерной модели) для повышения эксплуатационных показателей АЭС и сокращения расходов;
2. Перспективные технологии производства, в том числе трехмерная

печать, для решения сложностей в рамках логистических цепей;

3. Машинное обучение для более полного использования «больших данных», которыми уже располагает отрасль атомной энергетики, в целях оптимизации технического обслуживания;
4. Использование более инновационных систем обмена информацией для распространения информации об исследованиях и разработках, эксплуатации и техническом обслуживании.

«Призыв к действию» закладывает основу для разработки реализуемых на практике подходов, внедрение и реализация которых будут происходить уже после самого мероприятия.

Форум был совместно организован МАГАТЭ, Научно-исследовательским институтом электроэнергетики (ЭПРИ), Национальной ядерной лабораторией Соединенного Королевства (НЯЛ), Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (АЯЭ/ОЭСР) и Корейской компанией по гидро- и ядерной энергетике (КГЯЭ), которая также была принимающей стороной мероприятия.

«Ядерная отрасль является жизненно важной составной частью мирового энергетического баланса, в частности с точки зрения борьбы с изменением климата, поскольку атомная энергия не связана с выбросами углерода, — отмечает Нил Уилмсхерст, вице-президент и куратор ядерной проблематики ЭПРИ. — Участники этого уникального форума определили приоритетное значение критически важных инноваций, которые необходимы

в ядерной отрасли, определили существующие препятствия и взяли на себя обязательства сообща работать над их устранением».

Участники мероприятия, среди которых были и молодые специалисты, и лидеры отрасли, руководствовались следующими принципами в своей работе: сотрудничество, содействие техническому прогрессу, изменение устоявшихся подходов и обеспечение положительных перемен внутри своих организаций, а также во всей ядерной отрасли. Заседания были посвящены таким темам, как проблемы, стоящие сегодня перед инновациями в ядерной отрасли, и успешные примеры ядерных инноваций. В ходе обсуждения в формате круглого стола с регулирующими органами, прошедшего под председательством генерального директора АЯЭ/ОЭСР Уильяма Д. Магвуда IV, были представлены точки зрения лидеров в этой области.

«Реальная поддержка со стороны молодого поколения специалистов ядерной отрасли, работающих в тандеме с руководством, является воодушевляющим сигналом того, что движущей силой инноваций будет сочетание энергичности и заинтересованности нынешних и будущих лидеров», — говорит Эд Брэдли, руководитель группы эксплуатационной и инженерно-технической поддержки АЭС в Департаменте ядерной энергии МАГАТЭ.

Джоан Найт, директор по инновациям компании «Экселон», председательствовавшая на одном из обсуждений в рамках форума, добавляет: «Я рада участвовать в усилиях, направленных на продвижение более действенной практики внедрения инноваций во всей ядерной отрасли и на формирование восприятия, содействующего соответствующей деятельности».

Для учреждений, которые совместно организовали форум, это было первое подобное мероприятие, проведение которого стало возможным после состоявшихся в Вене в 2018 и 2019 годах встреч, посвященных инновациям. Ожидается, что в будущем пройдут аналогичные форумы, которые станут площадками для информирования о ходе выполнения соответствующих действий, обсуждения новых задач, укрепления сотрудничества и налаживания новых партнерских связей.

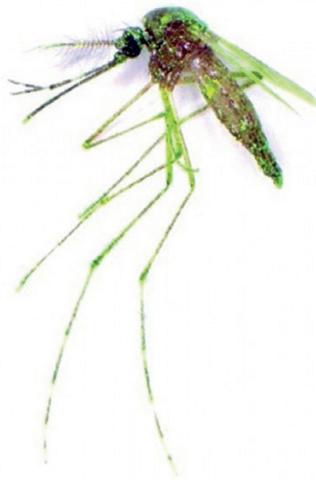
«Мы рады принять у себя следующий глобальный форум в 2020 году», — заявил вице-президент НЯЛ Роб Уитлстон во время церемонии закрытия.

— Марианна Нарн Фишер и Венсан Руэ

В Китае успешно проведено пилотное исследование по подавлению популяции комаров с использованием ядерных методов

Азиатский тигровый комар (*Aedes albopictus*) — один из наиболее инвазивных видов комаров в мире. В номере журнала «Нейчер» от 17 июля 2019 года были опубликованы результаты успешно завершеного пилотного проекта по контролю популяции этого насекомого-вредителя.

(Фото: Н. Кальберт/МАГАТЭ)



Ученым впервые удалось добиться успешного подавления популяции комаров путем комбинации метода стерильных насекомых (МСН) и метода несовместимых насекомых (МНН); это многообещающий шаг вперед в борьбе с комарами, являющимися переносчиками лихорадки денге, вируса Зика и многих других губительных болезней. В номере журнала «Нейчер» от 17 июля 2019 года были опубликованы результаты пилотного проекта, недавно завершеного в Гуанчжоу, Китай, при поддержке МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО).

МСН представляет собой экологически чистый метод борьбы с насекомыми-вредителями, который предусматривает массовое разведение и стерилизацию насекомых-вредителей конкретного вида с помощью излучения, после чего над определенными районами систематически производится массовый выпуск с воздуха стерильных самцов. Стерильные самцы спариваются с обитающими в естественных условиях самками, однако потомства в этом случае не появляется, что со временем приводит к сокращению популяции. При использовании МНН воздействие на комаров оказывается с помощью бактерий *Wolbachia*. Эти бактерии приводят к частичному бесплодию у комаров, благодаря чему для завершения процесса стерилизации требуется меньшая доза излучения. В результате самцы в большей степени сохраняют способность к спариванию.

Хотя МСН как элемент комплексной стратегии борьбы с насекомыми-вредителями в масштабах района успешно применяется для контроля численности различных видов насекомых, наносящих ущерб сельскохозяйственным культурам и животным, таких как плодовая муха и

моль, возможность его применения по отношению к комарам все еще предстоит доказать.

Главным препятствием на пути к увеличению масштабов применения МСН для борьбы с различными видами комаров являются некоторые технические трудности, связанные с необходимостью выведения и выпуска достаточного количества стерильных самцов для того, чтобы подавить дикую фертильную популяцию. Эти проблемы успешно преодолели исследователи из Университета им. Сунь Ятсена и их партнеры в Китае, работающие при поддержке со стороны Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях, который возглавляет и координирует глобальные исследования в области МСН.

В частности, исследователи использовали специальные стеллажи, позволяющие выводить более чем 500 000 комаров в неделю. Эти стеллажи были сконструированы на основе моделей, разработанных в лабораториях Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ в окрестностях Вены, Австрия. Кроме того, исследователи в тесном сотрудничестве с Объединенным отделом ФАО/МАГАТЭ разработали и проверили на практике специальный облучатель для обработки партий, насчитывающих 150 000 куколок комаров.

Результаты этого пилотного проекта, предусматривающего использование МСН в комбинации с МНН, свидетельствуют о практически полном уничтожении местных популяций одного из самых инвазивных видов комаров в мире — азиатского тигрового комара (*Aedes albopictus*). Упомянутый проект длился два года (с 2016 по 2017 год) и охватывал территорию площадью 32,5 гектара на двух относительно изолированных островах на Жемчужной реке в городе Гуанчжоу. В ходе проекта было выпущено

примерно 200 миллионов массово разведенных самцов комаров, которые были подвергнуты облучению и воздействию бактерий *Wolbachia*.

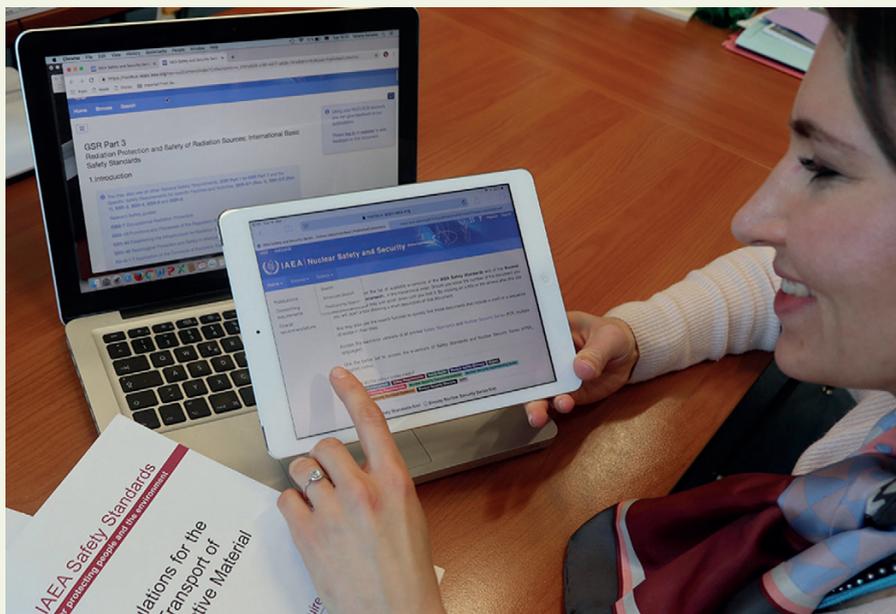
Исследование также показало, что для успешного применения комбинированного подхода МСН-МНН большое значение имеют социально-экономические аспекты. Так, например, по мере проведения исследования отмечался рост его признания обществом, поскольку после выпуска комаров и последующего сокращения числа укусов, доставляющих неудобства местным жителям, проект начал пользоваться все большей поддержкой со стороны местного населения. Таким образом, для успешного применения подхода МСН-МНН необходимо привлекать местное население и взаимодействовать с ним, что позволит обеспечить последовательную и комплексную реализацию данного подхода в масштабах всего района и эффективным образом сдерживать и контролировать перемещение насекомых. Еще одним немаловажным аспектом является экономическая эффективность: совокупные будущие затраты на осуществление действенных мер оцениваются в диапазоне от 108 до 163 долларов США на один гектар в год, что делает эту стратегию контроля популяции весьма экономичной по сравнению с другими.

По словам Чжиюна Си, директора Объединенного центра по борьбе с переносчиками тропических болезней Университета им. Сунь Ятсена и Университета штата Мичиган и профессора Университета штата Мичиган в США, китайские специалисты планируют в ближайшем будущем испытать эту технологию в более крупных городских районах, используя стерильных самцов комаров из центра массового разведения в Гуанчжоу. Компания, являющаяся оператором этого центра, применяет усовершенствованное оборудование для массового разведения и облучения комаров, которое было разработано в сотрудничестве с Объединенным отделом ФАО/МАГАТЭ.

Глобальное сотрудничество в области развития МСН для борьбы с комарами активизировалось после эпидемии лихорадки Зика в 2015–2016 годах. Более того, отмечается рост заболеваемости лихорадкой денге: в докладах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) указывается, что количество случаев инфицирования возросло с 2,2 млн в 2010 году до более 3,3 млн в 2016 году. Фактические показатели заболеваемости гораздо выше, и, как сообщает ВОЗ, согласно одной из оценок достигают 390 млн новых случаев инфицирования каждый год.

— Миклош Гаупар

Используйте онлайн-инструмент для всеобъемлющего поиска по публикациям МАГАТЭ в области ядерной и физической безопасности



(Фотография: P. Shaw/OIEA)

В Серию норм безопасности МАГАТЭ и Серию изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности входят более 150 публикаций, и все они содержат множество перекрестных ссылок. Многие важные области освещаются более чем в одной публикации. Для облегчения поиска всей необходимой информации, содержащейся в обширном корпусе этих публикаций, МАГАТЭ разработало инструмент расширенного поиска — онлайн-пользовательский интерфейс в области ядерной безопасности и физической безопасности (ОПИ-ЯБФБ), — дающий различные возможности для систематического просмотра и поиска этих публикаций.

В Серии норм безопасности и Серии изданий по физической ядерной безопасности содержатся рекомендации для официальных органов и других соответствующих заинтересованных сторон относительно того, как повысить безопасность и надежность ядерных технологий. Они охватывают деятельность, связанную с ядерными установками и применением источников излучения в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и научных исследованиях. Эти публикации готовятся МАГАТЭ в тесном сотрудничестве с правительствами и организациями во всем мире. Они регулярно пересматриваются и обновляются. Эти два свода публикаций организованы в иерархическом порядке: Основы безопасности и Основы физической ядерной безопасности применяются ко всем видам деятельности, а публикации более низкого уровня содержат более конкретные рекомендации.

«ОПИ-ЯБФБ является важным элементом работы МАГАТЭ по оказанию помощи странам в выполнении ими рекомендаций, приведенных в этих публикациях, — говорит Густаво Карусо, директор Бюро координации деятельности по обеспечению безопасности и физической безопасности МАГАТЭ. — Это единственная платформа, на которой все публикации доступны в составе единого корпуса. Она также позволяет увидеть, как публикации более высокого уровня с изложением условий, которые должны быть выполнены, связаны с более практическими публикациями, где объясняется, как это сделать».

ОПИ-ЯБФБ позволяет пользователям осуществлять поиск по ключевым словам или тексту, а также предоставляет в их распоряжение инструмент расширенного контекстного поиска. В результате пользователи могут быстро находить конкретные требования, рекомендации и руководства, относящиеся к выбранным тематическим областям или концепциям.

По словам г-на Карусо, этот интерфейс также позволяет экспертам более эффективно пересматривать содержание публикаций. «Только так можно добиться согласованности при создании новых и пересмотре существующих стандартов, — утверждает он. — В этот инструмент встроен механизм сбора отзывов авторизованных пользователей, который помогает нам привязывать новые знания к существующим материалам и позволяет эффективным образом пересматривать их, акцентируя внимание на темах, а не на отдельных публикациях».

У этой платформы несколько сотен постоянных пользователей. Среди них члены комитетов по нормам безопасности, Комиссии по нормам безопасности и Комитета по руководящим материалам по физической ядерной безопасности. С начала этого года после проведения учебных курсов в нескольких странах в ОПИ-ЯБФБ зарегистрировались более 1500 новых пользователей.

«Этот интерфейс позволяет экономить очень много времени. Он представляет собой универсальную поисковую систему, специально разработанную для облегчения доступа к материалам из Серии норм безопасности МАГАТЭ и Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, — говорит Фиона Чараламбус, помощник директора и старший научный сотрудник по подготовке оценок и рекомендаций Австралийского агентства радиационной защиты и ядерной безопасности. — Он помогает мне определять представляющие интерес ключевые области, относящиеся к стандартам, техническим докладом и многому другому. Он помогает мне легко находить перекрестные ссылки, которые могут быть полезны в моей работе. Например, с помощью ключевых поисковых запросов я могу сравнивать, как соответствующие термины используются в определенном контексте в стандартах, руководствах, рекомендациях и технических докладах».

ОПИ-ЯБФБ содержит актуальную информацию о смежных публикациях и о справочных материалах, которые были заменены. В нем также имеются ссылки и указания на другие соответствующие публикации МАГАТЭ, например из Серии технических документов МАГАТЭ. Недавно добавленные нормы содержат ссылки на определения из Глоссария МАГАТЭ по вопросам безопасности, помогающие обеспечить правильное понимание любых используемых специальных терминов.

«Без этого интерфейса можно запутаться в материалах, включенных в Серию норм безопасности и Серию изданий по физической ядерной безопасности. С его помощью вы сможете найти необходимую вам информацию, — говорит г-н Карусо. — В результате ОПИ-ЯБФБ способствует обеспечению глобальной ядерной и физической безопасности».

— Наталья Михайлова

Более 700 специалистов прошли подготовку в рамках сессий Школы МАГАТЭ по управлению ядерными знаниями



Образование и профессиональная подготовка необходимы для обеспечения того, чтобы следующее поколение специалистов ядерной отрасли было готово управлять сложными ядерно-энергетическими программами. Оказание помощи национальным органам, особенно в развивающихся странах, в получении этих знаний и управлении ими является ключом к обеспечению устойчивости ядерной энергетики. С закрытием 15-й сессии Совместной школы по управлению ядерными знаниями МАГАТЭ-МЦТФ 9 августа МАГАТЭ отметило важную веху, подготовив за время, прошедшее с момента создания Школы по управлению ядерными знаниями в 2004 году, более 700 молодых специалистов.

На сегодняшний день в Школе по управлению ядерными знаниями, которую совместно организовали Международный центр теоретической физики им. Абдуса Салама (МЦТФ) и МАГАТЭ, прошли профессиональную подготовку специалисты из более 80 стран. В ней слушатели получают специальное образование и подготовку по проблематике разработки и реализации программ управления ядерными знаниями в организациях, занимающихся ядерной наукой и техникой. Темы включают, в частности, развитие людских ресурсов, разработку политики и стратегий по управлению ядерными знаниями, управление ресурсами ядерной информации, риск потери знаний и передача знаний.

«Ядерные технологии сложны и имеют междисциплинарный характер. В целях обеспечения безопасности каждая страна несет ответственность не только за накопление надлежащих технических знаний и экспертного опыта в собственных ядерных организациях, но и за сохранение этих знаний и обеспечение их доступности», — отмечает Хуан Вэй, директор Отдела планирования, информации и управления знаниями. — Именно поэтому еще в начале 2000-х годов МАГАТЭ прислушалось к призывам государств-членов создать программу управления знаниями».

В последние годы управление ядерными знаниями становится все более важным элементом ядерной отрасли не только ввиду проблем, связанных с потребностями в укреплении потенциала, старением рабочей силы, сокращением числа студентов, получающих естественно-научные и инженерные специальности, но еще и потому, что наличие эффективной программы управления знаниями имеет решающее значение для развития устойчивой культуры безопасности.

«Мы помогли нашей организации выявить, передать, сохранить и распространить критические знания, особенно в связи с выходом на пенсию стареющих работников», — говорит Белхика Вильялобос, руководитель подразделения организационного развития в отделе кадров ЧКЯЭ. — При помощи инструментов, о которых я узнала в Школе в 2011 году, я смогла внедрить в Чилийской комиссии по ядерной энергии собственную

внутреннюю систему управления ядерными знаниями».

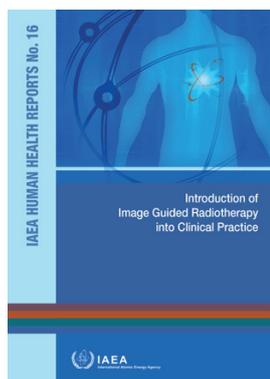
По словам Хуана, важнейшее значение имеет создание потенциала с помощью подготовки и обучения кадров, а также улучшения доступа к существующему массиву знаний посредством методов обмена информацией и объединения данных. Управление ядерными знаниями оказывает непосредственное воздействие не только на людские ресурсы, но и на информационно-коммуникационные технологии, системы управления процессами и документооборотом. Способность управлять знаниями как сейчас, так и в будущем может оказывать существенное влияние на национальные и организационные стратегии в области ядерной безопасности.

Лесего Молоко, старший научный сотрудник Южноафриканской ядерно-энергетической корпорации (НЕКСА), особенно подчеркивает важность Школы: «Я бы настоятельно рекомендовал научным сотрудникам, менеджерам и специалистам по кадрам пройти обучение в Школе для того, чтобы обеспечить наличие необходимых механизмов передачи навыков. После моего возвращения из школы НЕКСА создала специальный отдел, который обеспечивает реализацию внутри компании программ по управлению знаниями в области ядерной науки и техники».

«Поскольку у нас возникла перспектива значительного увеличения в следующем году количества сессий Школы УЯЗ в ответ на растущее число запросов со стороны государств-членов, были разработаны новая стандартная программа и модель обучения», — говорит Мария Элена Урсо, специалист по управлению знаниями МАГАТЭ и ученый секретарь Школы. Сюда входят как онлайн-цифровой компонент, так и традиционные методы преподавания в учебной аудитории.

«Цель всех сессий нашей Школы состоит в том, чтобы заставить участников думать о будущем и применять освоенную ими теорию управления знаниями непосредственно на своем рабочем месте», — добавляет она.

— Шант Крикорян

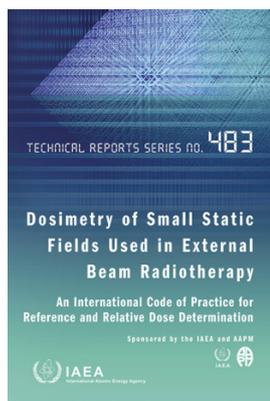


«Introduction of Image Guided Radiotherapy into Clinical Practice» («Введение в клиническую практику лучевой терапии с визуальным контролем»)

содержит руководящие указания и информацию об основных этапах, на которые должны ориентироваться отделения лучевой терапии в целях безопасного и эффективного внедрения лучевой терапии с визуальным контролем. В число последних достижений в области дистанционной лучевой терапии входит технология визуализации пациента, находящегося в положении для лечения во время его пребывания в лечебном кабинете в течение сеанса лечения. С учетом того, что эта технология и соответствующие методы получения изображений — так называемая лучевая терапия с визуальным контролем — являются новым словом в лучевой терапии, данная публикация затрагивает различные вопросы, возникающие у сотрудников отделений лучевой терапии в отношении предварительных условий и ресурсов, требуемых для внедрения указанной технологии. Кроме того, приводятся полученные к настоящему времени фактические данные, свидетельствующие об улучшении результатов лечения в случае применения лучевой терапии с визуальным контролем.

IAEA Human Health Reports No. 16; ISBN: 978-92-0-103218-8; на английском языке; 31,00 евро; 2019 год

www.iaea.org/publications/12264/image-guided-radiotherapy

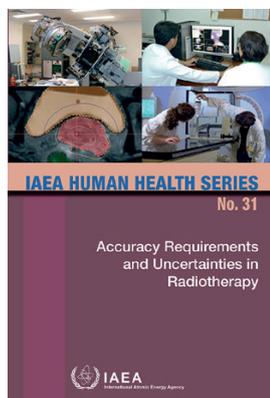


«Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy» («Дозиметрия малых статических полей, используемых в дистанционной лучевой терапии»)

содержит принципы последовательной эталонной дозиметрии на основе метрологических первичных эталонов и позволяет использовать единые процедуры в пределах той или иной страны. В публикации в общих чертах рассмотрены физические аспекты и теоретические основы эталонной дозиметрии малых полей. В отношении конкретных клинических аппаратов, действие которых основывается на создании малых статических полей, содержатся указания по практическому проведению дозиметрии с использованием подходящих детекторов и методов определения коэффициентов полезного действия поля. Этот кодекс практики разработан международной рабочей группой, созданной совместно с Американской ассоциацией физиков в медицине. Согласованные на международном уровне руководящие указания в данной области призваны обеспечить единообразие подводимых доз облучения в отделениях лучевой терапии по всему миру и способствовать стандартизации доз в рамках международных клинических исследований, что позволяет сравнивать результаты лечения с помощью различных методов лучевой терапии на основе малых полей.

Technical Reports Series No. 483; ISBN: 978-92-0-105916-1; на английском языке; 52,00 евро; 2017 год

www.iaea.org/publications/11075/dosimetry-of-small-static-fields



«Accuracy Requirements and Uncertainties in Radiotherapy» («Требования к точности и факторы неопределенности в лучевой терапии»)

представляет собой международный консенсусный документ с информацией о требованиях к точности и факторах неопределенности в лучевой терапии, способствующий применению более безопасных и эффективных подходов к лечению пациентов. В этой публикации рассмотрены вопросы точности и неопределенности, касающиеся работы подавляющего большинства отделений лучевой терапии, в том числе применяющих дистанционную лучевую терапию и брахитерапию. Она охватывает клинические, радиобиологические, дозиметрические, технические и физические аспекты.

IAEA Human Health Series No. 31; ISBN: 978-92-0-100815-2; на английском языке; 76,00 евро; 2016 год

www.iaea.org/publications/10668/accuracy-requirements-and-uncertainties-in-radiotherapy

За дополнительной информацией и для заказа книг просьба обращаться по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

International Atomic Energy Agency

Vienna International Centre

PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria

Эл. почта: sales.publications@iaea.org

Международная конференция по ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ реакторам:

Учет проблем и возможностей для обеспечения
эффективности и устойчивости

25–29 ноября 2019 года, Буэнос-Айрес, Аргентина



Организатор:



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

Принимающую сторону (правительство Аргентины)
представляет:



Национальная комиссия по атомной энергии,
Аргентина (НКАЭ)

Читайте этот и другие выпуски Бюллетеня МАГАТЭ в Интернете по адресу
www.iaea.org/bulletin

С более подробной информацией о МАГАТЭ и его работе можно ознакомиться на сайте
www.iaea.org

или на наших страницах

