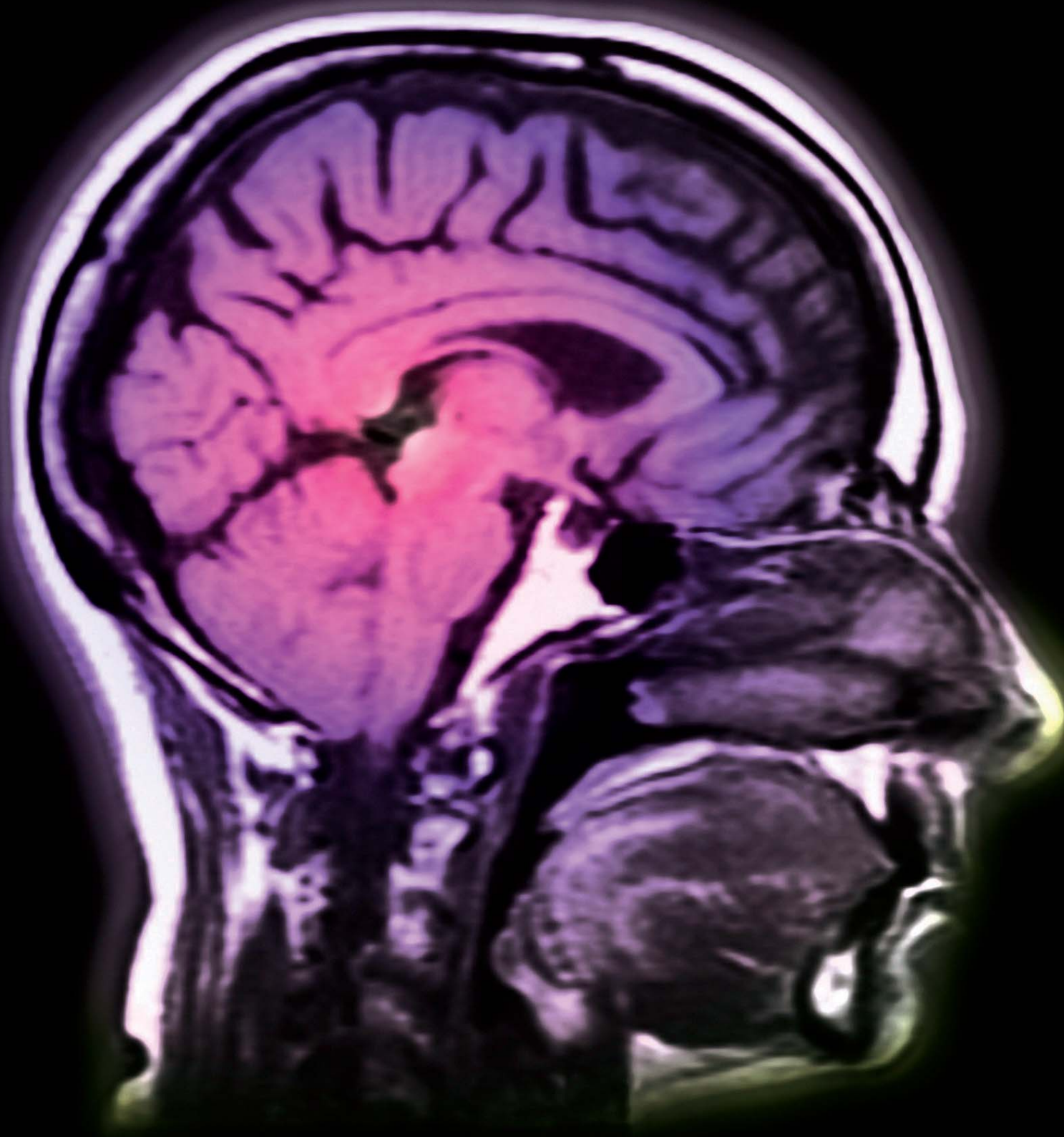




IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

55-4-Декабрь 2014 • www.iaea.org/bulletin

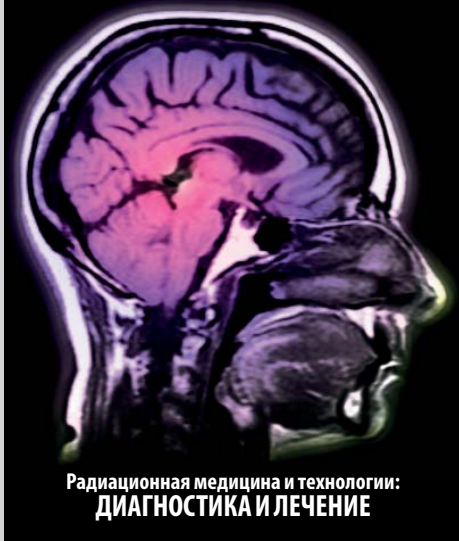


**Радиационная медицина и технологии:
ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**



IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
60-4 Декабрь 2014 • www.iaea.org/bulletin



Радиационная медицина и технологии:
ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации

Международное агентство по атомной энергии

P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Тел.: (43-1) 2600-21270

Факс: (43-1) 2600-29610

IAEABulletin@iaea.org

Технический редактор: Аабха Диксит

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется

· в Интернете по адресу www.iaea.org/bulletin

· как мобильное приложение по адресу

www.iaea.org/bulletinapp

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии наличия ссылки на 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.

На обложке:

Радиационная медицина и технологии помогают в диагностике и лечении болезней и других расстройств здоровья.

(Иллюстрация: Photodisc)

Читайте этот выпуск на iPad



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.

Созданное 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 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 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.

СОДЕРЖАНИЕ

Бюллетень МАГАТЭ 55-4-Декабрь 2014

Радиационная медицина и радиационные технологии повышают уровень здравоохранения Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ	3
Излучения и радионуклиды в медицине Общие сведения о ядерной медицине и лучевой терапии Николь Яверт, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	5
Семь фактов, которые необходимо знать о радиоизотопах Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	8
Что скрывается внутри Радиофармпрепараты позволяют обнаруживать очаги заболеваний внутри человеческого организма и целенаправленно воздействовать на них Николь Яверт, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ, совместно с сотрудниками Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ	10
Ясное представление о медицинской визуализации Михаэль Амди Мадсен, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	14
Безопасность и точность радиационной медицины Роль медицинских физиков Аабха Диксит, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	16
Модернизация лаборатории по производству радиоизотопов в ядерном центре в Ла-Рейне, Чили Чилийская комиссия по ядерной энергии (ЧКЯЭ)	18
Радиофармпрепараты для экономически эффективного лечения рака Аабха Диксит, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ, совместно с сотрудниками Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ	20
Ядерная визуализация приходит на помощь сердцу Михаэль Амди Мадсен, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	21
Повышение информированности, развитие партнерских связей, мобилизация ресурсов для диагностики и лечения рака: роль Отдела Программы действий МАГАТЭ по лечению рака Хосе Отарола-Силески, Отдел Программы действий МАГАТЭ по лечению рака	24
Хорошая медицина – залог крепкого здоровья МАГАТЭ содействует обеспечению радиационной защиты пациентов и медицинских работников Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	27

Уменьшение рисков, связанных с закрытыми радиоактивными источниками, в медицине Воспроизводится из публикации “Sealed Radioactive Sources — Information, resources, and advice for key groups about preventing the loss of control over sealed radioactive sources” IAEA Division of Radiation, Transport and Waste Safety October 2013	29
МАГАТЭ работает над расширением возможностей государств-членов в области тканевой инженерии Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	31
Использование механизмов гарантии качества для улучшения ухода за пациентами Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	33
Трансконтинентальное обучение: МАГАТЭ открывает платформу дистанционного онлайн-обучения DATOL Омар Юсуф, Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ	34
Ретроспектива событий – Важнейшие моменты в работе 58-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ Николь Яверт, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	36

РАДИАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА И РАДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШАЮТ УРОВЕНЬ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Во всем мире, в том числе в странах с низким и средним уровнем дохода, становятся все более распространенными такие неинфекционные заболевания, как рак и сердечно-сосудистые расстройства.

Рост числа людей, страдающих этими заболеваниями, тяжелым бременем ложится на развивающиеся страны, которые зачастую испытывают нехватку ресурсов для эффективной диагностики и лечения таких болезней. Многие пациенты умирают от заболеваний, от которых они могли бы излечиться, живя в странах с передовыми системами здравоохранения. Это огромная трагедия для человечества.



МАГАТЭ играет важную роль, содействуя применению строжайших норм безопасности при использовании радиационных методов. Это касается как защиты от облучения персонала, выполняющего процедуры, так и получения правильной дозы пациентами.

В этом выпуске бюллетеня МАГАТЭ рассказывается о том, какую помощь в борьбе с этими заболеваниями оказывает наша организация.

Чтобы победить рак, мы помогаем различным странам создать или модернизировать онкологические и радиотерапевтические центры, а также использовать потенциал ядерной медицины в диагностике.

Мы способствуем тому, чтобы медицинский и технический персонал проходил необходимую

подготовку для эффективного выполнения своей работы. Мы также сотрудничаем со многими странами, добиваясь включения лучевой терапии во всеобъемлющие долгосрочные программы борьбы с раковыми заболеваниями.

Эта работа чрезвычайно важна. Активная борьба с раком крайне необходима. По имеющимся оценкам, к 2020 году от этого заболевания будут ежегодно умирать свыше 10 млн. человек.

МАГАТЭ содействует внедрению программ лучевой терапии и ядерной медицины почти в 130 странах с низким и средним уровнем дохода. Лишь за последние восемь лет мы направили группы специалистов в более чем 65 государств-членов для оценки их возможностей в области борьбы с раковыми заболеваниями.

В последние десятилетия многим развивающимся странам удалось добиться успехов в борьбе с раком. Вместе с тем сохраняются очень серьезные проблемы. Чтобы обеспечить лечение и паллиативный уход за больными раком в странах с низким и средним уровнем дохода, все еще требуется около 5000 радиотерапевтических установок. Подобная терапия жизненно важна как для излечения пациентов, если это возможно, так и для облегчения их страданий. Для решения этой проблемы МАГАТЭ разрабатывает различные инициативы.

В целях обеспечения наилучшего качества лечения и ухода уже имеющимися средствами лучевой терапии наш Отдел здоровья человека оказывает услуги по всесторонней оценке практики лучевой терапии. Данная оценка позволяет государствам-членам гарантировать самое высокое качество лечения в своих учреждениях. Кроме этого, МАГАТЭ помогает государствам-членам решать проблемы, связанные с возникшим в последние годы риском нехватки изотопов.

Что касается таких патологий, как сердечные заболевания, то здесь радиационная медицина в целом и радиология и ядерная медицина в частности играют крайне важную роль в уходе за пациентом.

Методы радиационной медицины позволяют врачам наблюдать за регуляцией физиологических функций и обменом веществ в человеческом организме и получать более подробную информацию о состоянии отдельных органов.

МАГАТЭ играет важную роль, содействуя применению строжайших норм безопасности при использовании радиационных методов. Это касается как защиты от облучения персонала, выполняющего процедуры, так и получения правильной дозы пациентами.

В целях расширения возможностей развивающихся стран по диагностике и лечению неинфекционных заболеваний МАГАТЭ тесно сотрудничает с



Вверху: В ходе официального визита Генерального директора Аmano в Коста-Рику в 2013 году ему рассказывают о работе отделения лучевой терапии больницы "Мехико".

Внизу: Генеральному директору Ю.Аmano демонстрируют оборудование отделения ядерной медицины и онкологии больницы "Батьмай" во время его официального визита во Вьетнам в 2014 году. (Фото: К. Брейди/МАГАТЭ)

различными партнерами, в первую очередь со Всемирной организацией здравоохранения. Большое значение имеют сети по обучению и передаче знаний, а также новаторское государственно-частное партнерство.

Мы поддерживаем комплексный подход к здравоохранению, цель которого – предоставить, в первую очередь странам с низким и средним уровнем дохода, возможности создания полноценных систем здравоохранения с высококвалифицированным персоналом и современным оборудованием для выявления неинфекционных заболеваний

на ранних стадиях, своевременной постановки диагноза и обеспечения эффективного лечения и паллиативного ухода за больными.

Как Генеральный директор, я придаю первостепенное значение повышению эффективности деятельности МАГАТЭ, связанной со здоровьем человека. МАГАТЭ будет и впредь делать все возможное для облегчения страданий людей с онкологическими и другими неинфекционными заболеваниями.

Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ



ИЗЛУЧЕНИЯ И РАДИОНУКЛИДЫ В МЕДИЦИНЕ

Общие сведения о ядерной медицине и лучевой терапии



Последние два столетия медицина развивалась стремительными темпами. Наряду с открытием вакцины против оспы и антибиотиков открытие возможности применения излучений и радионуклидов в медицине способствовало появлению новых, более эффективных методов профилактики, диагностики и лечения многих заболеваний

Благодаря ядерным методам теперь стало возможным диагностировать на более ранних стадиях и эффективнее лечить считавшиеся ранее неизлечимыми и смертельными заболевания, в том числе рак, что не только позволяет многим пациентам бороться с болезнью, но и дает им существенные шансы на излечение. Данные методы приобретают особую актуальность сейчас, когда неуклонно растет число случаев заболеваний с высоким уровнем смертности, в первую очередь онкологических и сердечно-сосудистых, представляющих собой одну из самых серьезных и глобальных угроз здоровью человека.

МАГАТЭ уже свыше 50 лет содействует применению ядерных методов в медицине, сотрудничая с государствами-членами и

различными организациями в реализации соответствующих проектов, программ и соглашений. Цель Агентства – помочь государствам-членам создать потенциал в этой области и тем самым способствовать предоставлению качественных медицинских услуг во всем мире, в особенности в развивающихся странах. С тех пор, как МАГАТЭ начало свою деятельность в сфере здравоохранения, использование ядерных методов в медицине стало одним из самых распространенных направлений мирного применения атомной энергии.

Декабрьский выпуск бюллетеня МАГАТЭ посвящен работе Агентства в сфере радиационной медицины и технологий. Прежде чем перейти непосредственно к содержанию этого выпуска, приведем краткие сведения по его двум основным темам – ядерной медицине и лучевой терапии.

Ядерная медицина

Ядерная медицина – это область медицины, в которой для диагностики и лечения различных заболеваний, в том числе определенных видов рака, неврологических

Благодаря открытию возможности применения излучений и радионуклидов в медицине врачи могут предложить пациентам новые, более эффективные методы профилактики, диагностики и лечения.

(Фото: Р. Кевенко/МАГАТЭ)

Для получения диагностических изображений используется гамма-камера, которая отслеживает радиофармпрепараты в организме пациента и фиксирует их местоположение.
(Фото: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)



и сердечных заболеваний, используются незначительные количества радиоактивных веществ, называемых радиоизотопами.

Методы диагностики в ядерной медицине

Радионуклиды используются в ядерной медицине для получения диагностической информации об организме. Применяемые в этой области методы можно в целом разделить на две категории: исследования *in vitro* и *in vivo*.

In vitro

Диагностика *in vitro* осуществляется вне организма, на образцах тканей, помещенных, например, в пробирку или чашку для культивирования. Такие относящиеся к области ядерной медицины исследования, как радиоиммуноанализ или иммунорадиометрический анализ, главным образом используются для выявления предрасположенности к определенным заболеваниям и ранней диагностики различных патологий при помощи генотипирования и

Для лечения пациента, больного раком, используется пучок излучений, испускаемый радиотерапевтической установкой.
(Фото: А. Лойкер/МАГАТЭ)



молекулярного профилирования генов. Методы могут варьироваться от выявления изменений в раковых клетках и опухолевых маркерах до измерения и определения местоположения гормонов, витаминов и лекарственных препаратов в целях обнаружения нарушений обмена веществ и эндокринологических расстройств, а также бактериальных и паразитарных инфекций, в том числе туберкулеза и малярии.

In vivo

При неинвазивных исследованиях *in vivo* объекты исследования находятся в организме, и в ядерной медицине большинство исследований относится именно к этому типу. В основе данных методов лежит использование тщательно отобранных радиоактивных веществ – радиофармпрепаратов, которые вводятся в организм пациента и благодаря своим особым химическим свойствам воздействуют на определенные ткани или органы, например, легкие или сердце, не нарушая их функции и не повреждая их. Затем местонахождение радиоактивного материала визуализируется при помощи специального, размещаемого вне организма детектора, например, гамма-камеры, способной фиксировать незначительное количество излучений, испускаемых материалом. Камера преобразует полученные данные в двумерные или трехмерные изображения отдельной ткани или органа.

Среди этих методов одним из наиболее известных и популярных является позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). При помощи специальных приборов, называемых позитронно-эмиссионными томографами, врачи получают изображения, позволяющие им наблюдать за химическими процессами в организме и функционированием органов на молекулярном уровне и таким образом обнаруживать более тонкие изменения в состоянии здоровья пациента ранее, чем при использовании других методов диагностики. Большей скорости, точности и практической пользы ядерной медицинской визуализации можно добиться путем комбинирования ПЭТ с другими методами получения изображений.

Подобные методы ядерной медицины, в отличие от традиционных рентгеновских снимков, отображающих подробности анатомического строения, дают представление о функционировании организма – они демонстрируют важные физиологические или биохимические свойства конкретной части тела в динамике. Полученная в ходе таких диагностических исследований информация зачастую дополняет статичные рентгеновские изображения, позволяя врачу определить состояние и особенности функционирования различных органов, что может помочь ему в принятии критически важных решений и назначении индивидуального курса лечения для того или иного пациента.

Лучевая терапия

Лучевая терапия, или радиотерапия, – это область медицины, в которой ионизирующие излучения используются для лечения рака. При помощи излучений можно воздействовать на определенные клетки и уничтожать их. В случае с онкологическими заболеваниями, когда облучается раковая опухоль или скопление злокачественных клеток, выбранные в качестве цели клетки повреждаются или уничтожаются, в результате чего опухоль уменьшается в размере, а в некоторых случаях полностью пропадает.

В лучевой терапии существует три основных варианта лечения: дистанционная лучевая терапия, брахитерапия и системная радионуклидная терапия.

В **дистанционной лучевой терапии** определенные части тела пациента облучаются одним или несколькими пучками излучения. Пучок формируется таким образом, чтобы свести к минимуму облучение здоровых клеток и в то же время либо остановить распространение раковых клеток, либо уничтожить их. Пучок может состоять из электронов и/или рентгеновских лучей, гамма-лучей, а при терапии заряженными частицами – из протонов или ионов углерода. В некоторых случаях врачи применяют такое облучение в сочетании с хирургической операцией, к которой прибегают для того, чтобы открыть новообразование и навести пучок непосредственно на опухоль. Данная процедура называется интраоперационной лучевой терапией.

При **брахитерапии** источники излучения помещаются внутрь той части тела пациента, где необходимо лечение, или рядом с ней. Например, при раке шейки матки для воздействия на опухоль радиоактивные источники могут вводиться непосредственно в матку. В отличие от дистанционной лучевой терапии брахитерапия позволяет лечить опухоли высокими дозами локализованного излучения, снижая при этом вероятность ненужного облучения смежных здоровых тканей.

Системная радионуклидная терапия (известная также как радиоизотопная терапия) может применяться для борьбы с рядом заболеваний, в том



Получение диагностического изображения: снимок ПЭТ-КТ раскрывает места высокой концентрации радиофармпрепаратов в организме женщины и позволяет определить, какая часть тела требует дальнейшего осмотра терапевтом.
(Фото: Э. Эстрада Лобато/ МАГАТЭ)

числе раком, заболеваниями крови и заболеваниями, поражающими щитовидную железу. В этом случае небольшое количество радиоактивного материала, например, лютеция-177 или иттрия-90, вводится в организм внутривенно, перорально, внутримышечно или другим способом и целенаправленно воздействует на какую-либо часть тела или орган для их лечения. Выбор радиоактивного вещества для лечения производится на основании его изотопных свойств, поскольку отдельные части тела гораздо эффективнее других поглощают те или иные изотопы, что позволяет врачам в процессе терапии воздействовать именно на эти органы.

Например, больных раком щитовидной железы лечат при помощи терапии радиоактивным йодом, то есть натрием йодидом-131. В этом случае пациент проглатывает небольшое количество натрия йодида-131, который через желудочно-кишечный тракт попадает в кровоток и затем концентрируется в щитовидной железе, поглощаящей в тысячи раз больше йодида-131, чем остальные органы. Как только йодид-131 попадает в щитовидную железу, он начинает разрушать находящиеся в ней высокоактивные раковые клетки, вызвавшие данное заболевание, тем самым уничтожая их.

Николь Яверт, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

СЕМЬ ФАКТОВ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ О РАДИОИЗОТОПАХ

1. Что такое радиоизотопы?

Любой атомарный элемент стабилен (пребывает в своей элементарной форме), когда в его центре (ядре) находится строго определенное число протонов и нейтронов. Радиоизотопы – это атомарные элементы, не обладающие необходимым для стабильного состояния соотношением протонов и нейтронов. Атом с несбалансированным количеством протонов и нейтронов, стремясь вернуться в стабильное состояние, выделяет энергию¹.

Так, ядро стабильного атома углерода состоит из шести протонов и шести нейтронов. В то же время его нестабильный (и потому радиоактивный) изотоп углерод-14 имеет шесть протонов и восемь нейтронов. Углерод-14 и все другие нестабильные элементы называются радиоизотопами.

Процесс изменения в сторону стабильности известен как радиоактивный распад, при нем атом выделяет энергию в виде излучения.

Такое излучение можно наблюдать и измерять, и благодаря этому радиоизотопы приносят большую пользу в промышленности, сельском хозяйстве и медицине.

2. Откуда берутся радиоизотопы? Как они производятся?

Существуют изотопы как природного, так и искусственного происхождения. Однако в медицине применяются лишь те изотопы, которые получают в ядерных реакторах или циклотронах², поскольку их легко производить, они обладают свойствами, необходимыми для получения изображений (визуализации), и период их полураспада, как правило, гораздо меньше, чем у изотопов природного происхождения.

Период полураспада – это время распада радиоизотопа, за которое его первоначальная активность снижается вдвое; оно указывает, сколько просуществует данный радиоизотоп. Радиоизотопы с очень большими периодами полураспада более стабильны и поэтому менее радиоактивны. Периоды полураспада радиоизотопов, используемых в медицине, варьируются от нескольких минут до нескольких дней.

¹ Существуют также стабильные изотопы, но они не являются предметом настоящей статьи.

² Циклотрон представляет собой сложное устройство, в котором происходит центробежное ускорение заряженных частиц в вакууме по спиральной траектории. В процессе ускорения заряженные частицы приобретают значительную энергию. Затем накопившие энергию частицы вступают во взаимодействие с помещенным на их пути стабильным веществом. В результате этого взаимодействия стабильное вещество преобразуется в пригодные для медицинских целей радиоизотопы, используемые для приготовления радиофармпрепаратов.

Например, период полураспада рубидия-82, который используется для визуализации перфузии миокарда, составляет 1,26 минуты, а йода-131, применяемого при лечении и диагностике заболеваний щитовидной железы, – восемь дней. Всего существует приблизительно 1800 радиоизотопов, в медицине используется около 50 из них.

3. Как радиоизотопы используются в медицине?

Некоторые радиоизотопы испускают альфа- или бета-излучение, используемое для лечения таких заболеваний, как рак.

Другие изотопы являются источником гамма- и/или позитронного излучения; в сочетании с мощными медицинскими сканерами и камерами* они позволяют получать изображения происходящих в организме процессов или внутренних органов и используются для диагностики заболеваний. В больницах (в клинических условиях) радиоизотопы применяются по-разному. Они используются для лечения заболеваний щитовидной железы, артрита и опухоли печени, облегчения боли при артритах и раке костей. При проведении брахитерапии (разновидность внутренней лучевой терапии) радиоизотопы используются для лечения рака предстательной железы, молочной железы, мозга и новообразований глаза. Кроме того, они успешно применяются для диагностики заболевания коронарных артерий и некроза сердечной мышцы.

Наиболее часто в медицине используются два радиоизотопа – технеций-99m и йод-131. При помощи испускающего гамма-излучение технеция-99m проводят, в частности, визуализацию скелетных и сердечных мышц, а также мозга, щитовидной железы, легких (их кровоснабжения и газообмена), печени, селезенки, почек (их структуры и скорости фильтрации), желчного пузыря, костного мозга, слюнных и слезных желез, пула крови сердца, распространения инфекции, а также для многих других специализированных медицинских исследований. Йод-131 широко используется для лечения гиперфункции и рака щитовидной железы и ее визуализации. Он испускает бета-излучение и поэтому пригоден для терапии³. Кроме того, радиоизотопы применяются в медицинских исследованиях для изучения нормального и

*К таким мощным аппаратам для визуализации относятся камеры однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и позитронно-эмиссионной томографии, которые часто используются в сочетании со сканерами компьютерной томографии и аппаратами магнитно-резонансной томографии.

³World Nuclear Association | Radioisotopes in Medicine www.world-nuclear.org/info/Non-Power-Nuclear-Applications/Radioisotopes/Radioisotopes-in-Medicine

аномального функционирования систем органов. С помощью радиоизотопов могут также проводиться исследования, направленные на разработку медицинских препаратов.

4. Почему радиоизотопы используются в медицине? В чем их преимущества?

Преимущество радиоизотопов основано на том, что определенные органы в организме человека специфически реагируют на те или иные вещества. Так, щитовидная железа поглощает йод в гораздо больших количествах, чем любое другое химическое вещество, и поэтому для лечения рака щитовидной железы и ее визуализации широко используется радиоизотоп йод-131. Точно так же другие органы, например, печень, почки и мозг, поглощают определенные радиоактивные вещества и включают их в свои процессы обмена веществ. Однако большинство радиоизотопов необходимо доставлять к нужному органу на своего рода носителе (биологически активной молекуле). Так, при диагностике расстройств сердечной деятельности технеций-99m часто присоединяется к шести молекулам метоксиизобутилизонитрила для доставки его к тканям сердца.

Соединения молекул с прикрепленными к ним радиоизотопами (называемые радиофармпрепаратами) вводятся в организм пациента пероральным, ингаляционным или внутривенным путем, чтобы врач мог оценить размеры органа и его функционирование, обнаружить нарушения и наметить область, которую следует подвергнуть терапии.

Кроме того, преимущество использования радиоизотопов заключается в том, что пациенты и врачи могут избирать минимально инвазивные хирургические методы вместо гораздо более опасной крупномасштабной хирургии, от которой организму труднее восстанавливаться и которая в прошлом применялась для лечения большинства заболеваний. Радиоизотопы позволяют проводить таргетную терапию любых видимых и скрытых очагов заболевания в организме.

5. Опасны ли радиоизотопы для пациентов?

Радиоизотопы, вводимые в организм пациентов в целях лечения или диагностики, в зависимости от периода полураспада самопроизвольно преобразуются в течение нескольких минут или часов, быстро становясь стабильными (нерадиоактивными) элементами, или же за короткое время выводятся из организма.

Врачи выбирают радиоизотопы с периодом полураспада и энергетическими характеристиками, которые без вреда для здоровых тканей обеспечивают наиболее эффективное лечение и диагностику, а также позволяют получить всю необходимую информацию. Так, период полураспада технеция-99m равен шести

часам, а выделяемая им энергия составляет 140 кэВ (килоэлектронвольт) – это достаточно низкие уровни, не могущие причинить вред пациенту.

Кроме того, стремясь свести к минимуму дозу облучения и в то же время обеспечить приемлемое качество изображений, врачи крайне тщательно подходят к вопросу определения количества радиоизотопа, вводимого в организм пациента.

Чтобы еще больше снизить и без того небольшую дозу облучения, которую пациент получает при вводе радиофармпрепаратов, врачи применяют радиоизотопы с малым и очень малым периодом полураспада.

6. Опасны ли для находящихся рядом людей радиоизотопы, оказавшиеся в организме пациента?

Медицинский персонал строго соблюдает инструкции и проходит соответствующую подготовку по применению правил, согласно которым пациенты, получающие терапевтические дозы радиоизотопов (такие дозы используются только для лечения рака и других видов терапии и **никогда** не применяются в диагностике), должны находиться в односторонних больничных палатах до тех пор, пока уровень исходящего от них излучения не станет безопасным для работников больницы и окружающих их людей. Кроме того, чтобы полученные на работе дозы не превышали установленные пределы, которые гораздо ниже порога безопасности, медработники младшего и среднего звена и врачи, осуществляющие лечение и уход за такими пациентами, при любом контакте с ними соблюдают безопасную дистанцию и для контроля дозы носят индивидуальные дозиметры.

Как только распад радиоизотопов достигает уровня, при котором излучение становится достаточно слабым, пациентам разрешают выписку из больницы и возвращение к повседневной жизни.

7. Если медперсонал должен соблюдать дистанцию, почему тогда такое лечение разрешается для пациентов?

При лечении рака свойства радиации оказываются полезными для пациента. Назначение процедуры тем, кто в ней нуждается, подлежит обоснованию. Принцип “обоснования” – это один из основополагающих принципов в ядерной медицине. Обоснование означает, что для пациента польза от применения излучения должна превышать потенциальный вред. Использование радиоизотопа с малым периодом полураспада в лечебных целях позволяет излечить больного раком или продлить ему жизнь. Для правильного обращения с излучением при уходе за пациентами, проходящими лучевую терапию, медицинские работники обучаются соответствующим клиническим процедурам. Поэтому подобное лечение, как правило, является обоснованным с точки зрения и пациента, и врача.

Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

ЧТО СКРЫВАЕТСЯ ВНУТРИ

Радиофармпрепараты позволяют обнаруживать очаги заболеваний внутри человеческого организма и целенаправленно воздействовать на них



Визуальный контроль внутреннего объема защищенного контейнера во время подготовки радиофармпрепаратов к расфасовке в стеклянные флаконы. (Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

Менее 100 лет назад возможность точного определения местоположения и размера таящейся в организме больного злокачественной опухоли казалась немыслимой. Сегодня врачи при помощи специальных сканирующих устройств и радиоактивных лекарственных препаратов, известных как радиофармпрепараты, могут заглянуть внутрь человеческого организма и даже использовать радиофармпрепараты для лечения многих заболеваний. В ядерной медицине радиофармпрепараты играют главную роль при проведении процедур минимально инвазивной диагностики, лечения и ухода в случае многих заболеваний, в первую очередь онкологических, а также применяются для облегчения боли при некоторых разновидностях рака.

Из чего состоят радиофармпрепараты

Радиофармпрепараты – это лекарственные средства, содержащие радиоактивные вещества, которые называются радиоизотопами. Радиоизотопы представляют собой атомы, испускающие излучение, например, гамма-лучи или потоки частиц. В некоторых

случаях в радиофармпрепаратах присутствуют радиоизотопы, излучающие комбинированное излучение нескольких типов.

Радиоизотопы для радиофармпрепаратов могут производиться путем облучения специальной мишени внутри ядерного исследовательского реактора или в ускорителях частиц, таких как циклотроны¹. Полученные радиоизотопы прикрепляются в качестве метки к определенным молекулам с учетом их биологических характеристик, в результате чего получаются радиофармпрепараты.

¹ Циклотрон представляет собой сложное устройство, в котором происходит центробежное ускорение заряженных частиц в вакууме по спиральной траектории. В процессе ускорения заряженные частицы приобретают значительную энергию. Затем накопившие энергию частицы вступают во взаимодействие с помещенным на их пути стабильным веществом. В результате этого взаимодействия стабильное вещество преобразуется в пригодные для медицинских целей радиоизотопы, используемые для приготовления радиофармпрепаратов

Как действуют радиофармпрепараты и как они применяются в медицине

Когда врач принимает решение применить радиофармпрепараты для диагностики и/или лечения заболевания, препараты обычно вводятся пациенту внутривенным, пероральным или внутривольстным способом. Внутри организма благодаря своим физическим и биологическим свойствам радиофармпрепараты взаимодействуют или связываются с различными белками или сахарами. Это в свою очередь ведет к тому, что препараты, как правило, концентрируются в определенных частях тела с теми или иными биологическими характеристиками. Поэтому врачи могут с высокой точностью воздействовать на разные части тела, подбирая радиофармпрепараты определенного типа.

В настоящее время существует ряд радиофармпрепаратов, которые способны скапливаться преимущественно в тканях, пораженных раком, что делает их эффективным средством диагностики и лечения определенных видов рака. Похожим образом действуют и другие радиофармпрепараты.

В период от нескольких часов до нескольких дней радиофармпрепарат распадается до уровня, при котором его содержание уже не определяется, и/или он окончательно выводится из организма.

Диагностическая визуализация

Для диагностической визуализации врач использует радиофармпрепарат с радиоизотопом, испускающим гамма-лучи или частицы, называемые позитронами, – эти излучения улавливаются гамма-камерой или соответствующими сканерами. Такие аппараты способны обнаруживать место, где радиофармпрепарат накапливается и испускает излучение, и преобразовать данную информацию в двумерные или трехмерные изображения, которые позволяют видеть местоположение и размер искомого органа или ткани, включая опухолевые очаги. Диагностическая визуализация широко и рутинно применяется в кардиологии и при исследованиях нарушений функции щитовидной железы; радиофармпрепараты используются и при исследованиях многих других органов (например, печени, почек, мозга, костей скелета и т.п.).

Помимо получения точных данных о размерах, форме и местоположении различных органов и новообразований с помощью радиофармпрепаратов и диагностической визуализации получают информацию о функционировании различных систем человеческого организма. Так, визуализация сердца позволяет оценить его работу и состояние, наблюдать за тем, как оно перекачивает кровь, и обследовать сердце на предмет наличия омертвевших или поврежденных тканей. Это диагностическое обследование используется наиболее часто, поскольку помогает пациентам с сердечными заболеваниями своевременно пройти необходимое

Радиофармпрепараты – это лекарственные средства, которые содержат радиоактивные вещества. Они вводятся пациенту внутривенным, пероральным или внутривольстным способом.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

лечение и впоследствии периодически проверять состояние своего здоровья. При лечении больных раком визуализация проводится на регулярной основе, позволяя оценивать реакцию опухоли на лечение, а также контролировать возникновение новых образований с тем, чтобы путем применения своевременных терапевтических методов предотвратить их дальнейшее развитие.

Поскольку используемые в диагностической визуализации радиофармпрепараты испускают незначительное количество излучения, считается, что они приносят пациенту исключительно пользу. Радиофармпрепараты главным образом применяются в двух визуализационных технологиях: в однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) с детектированием гамма-излучения и в позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), основанной на детектировании позитронов. При комбинировании ПЭТ и/или ОФЭКТ с традиционной компьютерной томографией испускаемое радиофармпрепаратами излучение можно детектировать с еще большей точностью.

Наиболее часто применяемый в ОФЭКТ радиофармпрепарат содержит технеций-99m. Он используется в более чем 80% всех диагностических процедур ядерной медицины и чаще всего – для сканирования сердца или костей скелета. Технеций-99m получают из исходного радиоизотопа молибдена-99 при помощи генератора. Технецием-99m можно метить различные молекулы для получения радиофармпрепаратов, предназначенных для диагностики определенных органов или очагов заболевания.

В ПЭТ наиболее широко применяется радиофармпрепарат фтордезоксиглюкоза (ФДГ), содержащий радиоизотоп фтор-18; он является биологическим аналогом глюкозы, которую высокоактивные раковые клетки потребляют интенсивнее, чем здоровые клетки. Фтор-18 получают в циклотроне, представляющем собой циклический ускоритель частиц, путем облучения кислорода-18 протонами высокой энергии. Затем фтор-18 прикрепляют в виде метки к различным молекулам для

Врачи вводят в организм пациента радиофармпрепарат, который затем будет детектировать сканирующее устройство. Далее врачи анализируют полученные с помощью сканера изображения и определяют дальнейшие действия в отношении данного пациента.

(Фото: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)



получения разных радиофармпрепаратов для ПЭТ, предназначенных для исследования определенных органов или очагов заболевания.

Терапевтические применения

После постановки диагноза в некоторых случаях в качестве наиболее эффективного лечения выбирается радионуклидная терапия. Врачи решают прибегнуть к терапии радиофармпрепаратами потому, что такие препараты содержат радиоизотопы, которые испускают частицы, способные уничтожить пораженные болезнью клетки. Успешное применение радионуклидной терапии для управления ходом заболевания и его лечения обусловлено эффективностью локализации радиофармпрепарата

Изображения, подобные этому, формируются специальными устройствами, детектирующими излучение, испускаемое радиофармпрепаратом. На этом диагностическом снимке зафиксирован результат сканирования с помощью ОФЭКТ-КТ пациентки, страдающей от тяжелого воспаления левого бедра в результате склероза. (Фото: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)



в ткани или органе, являющемся объектом терапии, а это, в свою очередь, зависит от степени взаимодействия организма с этим препаратом. После подбора радиофармпрепарата его начинают вводить в организм в большем количестве с целью доставки к проблемным участкам в организме целевой дозы излучения.

При лечении рака щитовидной железы, например, обычно используется препарат радиоактивного йода – йодид натрия с I-131, так как ученые обнаружили, что почти весь йод, поступающий с кровью, накапливается в щитовидной железе. Это означает, что при введении врачом определенной дозы препарата натрия йодида, I-131, он почти всецело поглощается щитовидной железой и практически не воздействует на остальные части тела. После поступления в больших дозах в щитовидную железу радиоактивный йод испускает излучение, разрушающее клетки железы, в том числе и раковые клетки. Конвенциональных методов лечения рака или гиперфункции щитовидной железы, способных заменить применение натрия йодида, I-131, не существует.

Для лечения метастазов костей, вызванных раком предстательной железы на поздней стадии, успешно применяется другой медицинский радиоизотоп – радий-223, позволяющий добиваться повышения выживаемости пациентов.

МАГАТЭ и радиофармацевтика

При помощи различных проектов, программ и соглашений МАГАТЭ помогает государствам-членам укреплять свой потенциал в области радиофармацевтики. МАГАТЭ оказывает содействие в развитии людских ресурсов, организуя стажировки и посещения экспертов, а также предоставляет оборудование, обеспечивает передачу технологий, предлагает учебные курсы и средства обучения. Кроме того, МАГАТЭ разработало руководящие документы с подробными требованиями к созданию

безопасных и надежных установок для производства радиофармпрепаратов. Данная деятельность призвана способствовать тому, чтобы радиофармпрепараты всегда соответствовали действующим стандартам качества, обеспечивающим безопасность и надежность ядерной медицины.

Исследования и разработки Участвуя в проектах координированных исследований (ПКИ) МАГАТЭ, государства-члены могут развивать свои собственные исследования и разработки в области радиофармпрепаратов, концентрируя усилия на полезных, с точки зрения экспертов, направлениях. Таким образом может укрепляться обмен научно-техническими знаниями, а также стимулироваться развитие не только радиофармацевтики, но и ядерных технологий и применений в целом.

ПКИ по визуализации сигнального лимфатического узла позволил, например, разработать новый радиофармпрепарат, продемонстрировавший высокую эффективность в трассировании распространения раковых клеток через лимфатическую систему. Аналогичным образом, осуществление ПКИ по новым радиофармпрепаратам на основе фтора-18 и галлия-68 способствовало налаживанию сотрудничества между центрами передового опыта и учреждениями, впервые приступившими к работе с подобными препаратами. Приведенные примеры являются наглядной иллюстрацией результатов, которые могут быть достигнуты с помощью ПКИ.

Развитие потенциала Одним из основных направлений деятельности МАГАТЭ является оказание содействия государствам-членам в развитии соответствующего потенциала во многих областях, связанных с применением ядерных методов и технологий. Участвуя в проектах технического сотрудничества (ТС) МАГАТЭ, государства-члены получают помощь экспертов в расширении возможностей применения ядерных методов, включая использование радиофармпрепаратов. Недавним примером служит проект ТС по разработке и применению масштабной программы подготовки радиохимиков-технологов и радиофармацевтов на основе методов электронного обучения путем



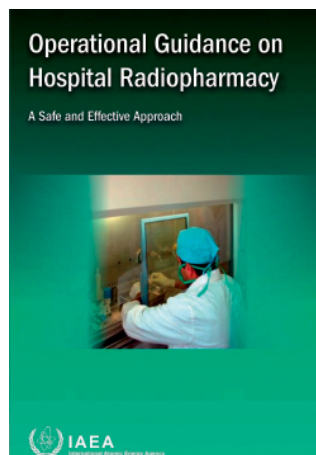
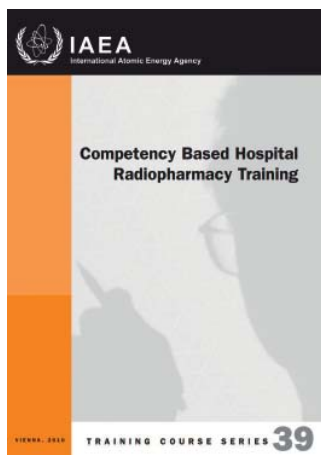
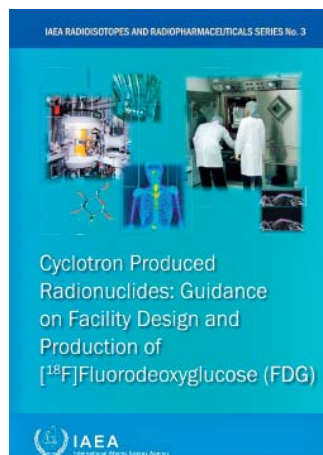
После введения пациенту радиофармпрепарата аппарат ПЭТ-КТ сканирует испускаемое препаратом излучение, и на полученном диагностическом снимке видно, что у пациента рак легких и метастазы в лимфатическом узле рядом с сердцем.

(Фото: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)

налаживания взаимодействия образовательных учреждений и научно-исследовательских организаций.

Нормы безопасности Для МАГАТЭ первостепенное значение имеет безопасность пациентов, медицинского персонала и населения и охрана окружающей среды. МАГАТЭ издало ряд публикаций и руководств для государств-членов, осуществляющих деятельность в сфере радиофармацевтики. Назначение этих документов – дать государствам-членам рекомендации по нормам безопасности, чтобы обеспечить безопасность, высокое качество и эффективность радиофармпрепаратов.

Николь Яверт, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ, совместно с сотрудниками Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ



МАГАТЭ готовит и издает публикации и руководства по радиофармацевтике.

ЯСНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Болезни могут принимать разную форму, и одни болезни обнаружить легче, чем другие. Легко заметить очевидные внешние проявления, вроде сыпи или бородавок, но для обнаружения многих заболеваний и расстройств требуется больше информации. К счастью, сегодня врачи ядерной медицины имеют в своем распоряжении богатый арсенал современных методов и технологий получения изображений и диагностики, позволяющие им выявлять многочисленные нарушения здоровья.

ОФЭКТ, ПЭТ, МРТ, КТ, эхокардиография, рентгеноскопия – можно и далее перечислять методы диагностики, но известно ли вам, что они из себя представляют?

Методы визуализации можно разделить на две основные категории: получение изображений только анатомического строения, известное как радиология, и получение изображений физиологических процессов или особенностей функционирования организма, известное как функциональная визуализация. В данной статье рассказывается о принципах действия наиболее распространенных методов каждого из двух направлений визуализации.

Радиология

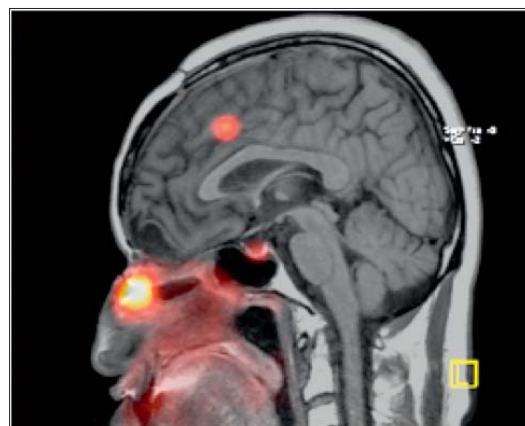
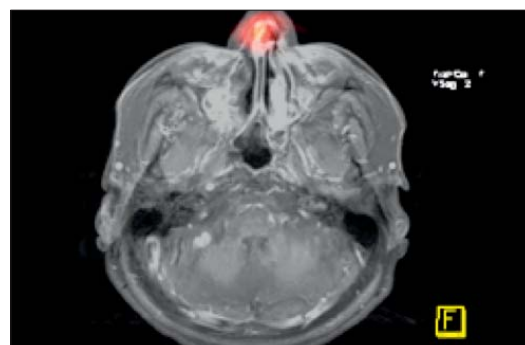
Рентгенография

Эта технология получения изображений, вероятно, знакома большинству из нас. Ее принцип действия похож на отбрасывание тени: часть тела пациента (к примеру, сломанная рука) помещается перед детектором рентгеновского излучения и просвечивается генератором этого излучения. Проходя через тело пациента, рентгеновские лучи поглощаются по-разному в зависимости от плотности и состава части тела. Кости и мягкие ткани задерживают их с разной степенью эффективности. Некоторая часть лучей проходит насквозь и достигает детектора, формируя изображение. Технология использования рентгеновского излучения для получения изображений в режиме реального времени и видеоизображений называется флюороскопией или рентгеноскопией.



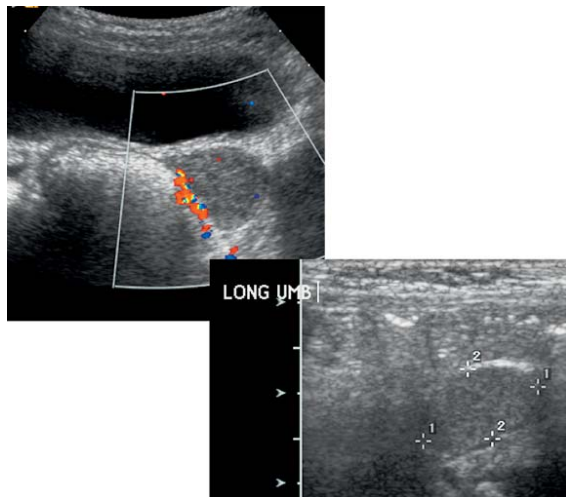
МРТ

Для получения изображения методом магнитно-резонансной томографии используется очень мощный магнит. Он генерирует магнитный импульс, который определенным образом выстраивает молекулы воды в теле человека. Когда импульс пропадает, молекулы возвращаются в прежнее состояние покоя, что в свою очередь порождает сигнал, улавливаемый без применения ионизирующих излучений. Этот сигнал принимают высокочувствительные приборы, и полученная информация преобразуется в изображение. Изменение мощности и угла магнитных полей выявляет различия между разными типами тканей, что позволяет врачам получать снимки тканей, которые, как правило, являются слишком мягкими для визуализации другими средствами.



Эхокардиография

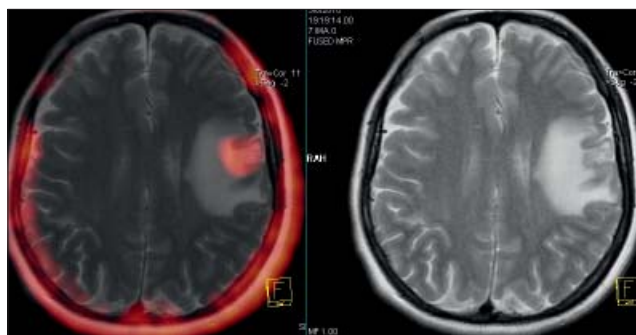
Эхокардиограмма представляет собой сонограмму, или ультразвуковое изображение сердца, полученное без ионизирующих излучений. Ультразвуковой сигнал (звуковая волна, частота которой превышает верхний порог восприятия человеческим слухом) направляется на сердце и при отражении от оказавшейся на его пути ткани или кости фиксируется специальным детектором. Различия в частоте сигнала и времени его возврата позволяют сформировать изображение сердца пациента.



Функциональная визуализация

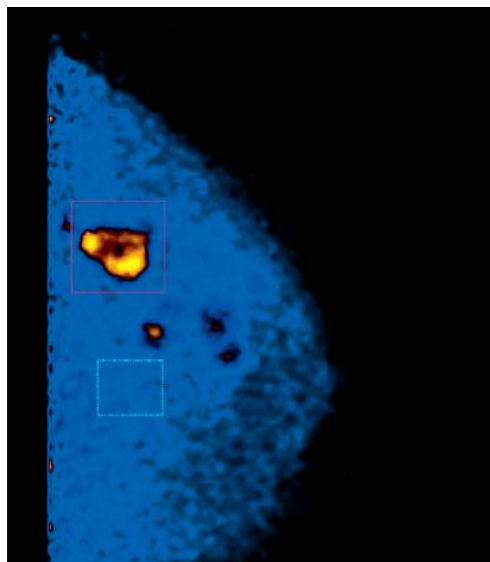
ОФЭКТ

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография представляет собой метод визуализации, в котором для приема гамма-лучей, которые испускает гамма-излучающий радиоизотоп, введенный пациенту внутривенно, применяется вращающаяся камера. Различные радиоизотопы локализуются в определенных органах или участках организма и позволяют камере зафиксировать форму или особенности функционирования целевой области, после чего компьютер на основе этой информации формирует изображение. Используемые в этом методе радиоизотопы имеют малый период распада и поэтому сохраняются в организме непродолжительное время.



ПЭТ

По принципу действия позитронно-эмиссионная томография не отличается от ОФЭКТ, однако используемые в ней радиоизотопы распадаются еще быстрее и выделяют два гамма-луча в противоположных направлениях. Это дает возможность получить многочисленные ракурсы под различными углами, что позволяет проводить трехмерную визуализацию нужной области или органа-мишени.



КТ

Методом рентгеновской компьютерной томографии изображение получают путем вращения вокруг пациента источника рентгеновского излучения и находящегося на противоположной стороне тела детектора. Проходя сквозь тело пациента, рентгеновские лучи отклоняются и претерпевают изменения. Эти незначительные изменения принимаются детектором и преобразуются в изображение. Получившиеся снимки представляют собой своего рода поперечные "срезы" тела пациента, позволяющие врачам создавать трехмерную модель всего тела и внутренних органов.



Михаэль Амди Мадсен, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ
(Изображения: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)

БЕЗОПАСНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

Роль медицинских физиков

Физик готовит фантом, имитирующий голову человека, для получения выходных параметров аппарата диагностической визуализации.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)



Какие риски влечет за собой выполнение процедуры в ядерной медицине или радиологии в отсутствие квалифицированного медицинского физика или без надлежащих инструкций?

- Пациент может получить неправильную дозу, вследствие чего снижается эффективность лечения или качество диагностики.
- Медицинский персонал и посторонние лица могут подвергнуться облучению.
- В крайних случаях результатом процедуры может стать тяжелый несчастный случай.

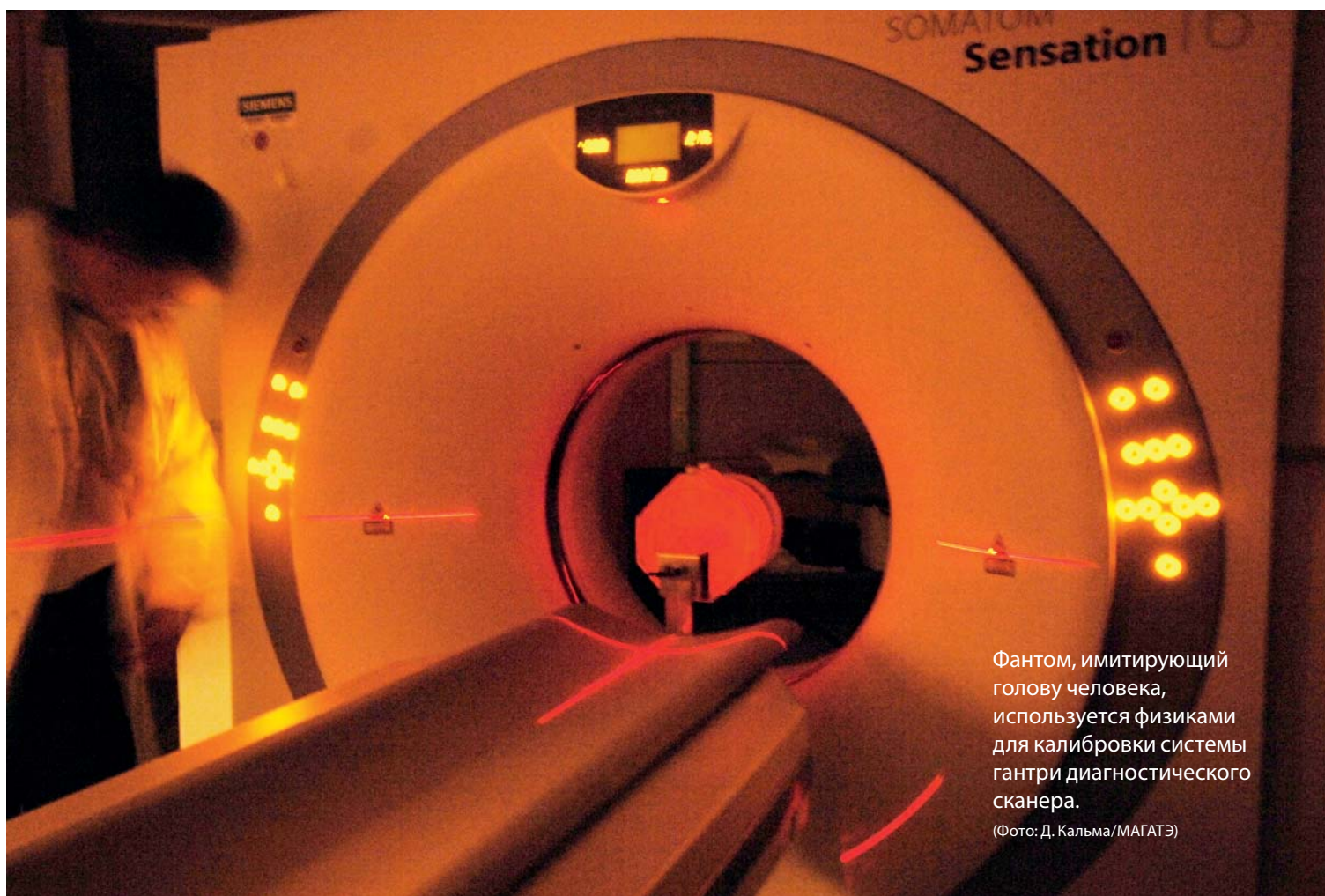
В более чем 10 000 больниц по всему миру для медицинских целей используются радиоизотопы, при этом около 90% из них – в процедурах диагностики. Технологии ядерной медицины, применяемые в лечении и диагностической визуализации при таких заболеваниях, как рак или сердечно-сосудистые расстройства, постоянно развиваются и берутся на вооружение системами здравоохранения всего мира.

Процедуры визуализации, например, визуализация с помощью позитронно-эмиссионной томографии и компьютерной томографии (ПЭТ-КТ), сочетающая в себе технологии ядерной медицины и радиологии, благодаря отображению функциональных и анатомических данных позволяют с большей эффективностью выявлять заболевания и определять,

на какой стадии они находятся, что помогает поставить точный диагноз и оперативно провести лечение. Однако оптимально и эффективно использовать излучение для визуализации и лечения возможно лишь в том случае, если в системах здравоохранения работают высококвалифицированные специалисты, обладающие необходимыми знаниями и опытом для обеспечения эффективного и безопасного применения излучения в медицинских целях и предупреждения возможного переоблучения.

Именно в этом заключаются функции медицинских физиков. Это – медицинские работники, прошедшие специализированное обучение и подготовку по принципам и методам применения физики в медицине, в чьи обязанности входит обеспечение неукоснительного соблюдения требований радиационной защиты во время диагностики и лечения. Вместе с тем они следят за правильным использованием специальных инструментов и приборов во всех областях радиационной медицины. Медицинские физики являются частью многопрофильной группы специалистов, занимающихся диагностикой и лечением при помощи ионизирующих и неионизирующих излучений, и помогают обеспечить высокое качество обслуживания пациентов в больницах и клиниках.

Медицинские физики играют чрезвычайно важную роль в системах здравоохранения. Помимо основных



Фантом, имитирующий голову человека, используется физиками для калибровки системы гантри диагностического сканера.

(Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ)

задач, связанных с уходом за пациентом, они выполняют и технические задачи, которые помогают не только обеспечивать безопасность пациентов и медперсонала, но и экономично эксплуатировать медицинскую радиационную аппаратуру. К таким задачам относятся:

- определение технических характеристик нового оборудования с учетом клинических потребностей учреждения и обеспечение работы установленной в больнице новой аппаратуры в штатном режиме в течение всего ожидаемого срока ее службы;
- обеспечение соблюдения нормативных требований;
- разработка и введение в действие систем менеджмента качества при использовании источников излучения в целях медицинской помощи и применение средств контроля качества;
- сотрудничество с другими клиническими специалистами в целях ввода в действие и контроля за выполнением новых или сложных клинических процедур;
- обучение персонала, имеющего отношение к обеспечению радиационной защиты, безопасному и правильному выполнению процедур.

Медицинские физики играют важную роль в выполнении задач, вытекающих из статьи II Устава МАГАТЭ: "Агентство стремится к достижению более

скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире". МАГАТЭ давно оказывает помощь в области медицинской физики, как косвенным путем, публикуя соответствующие руководящие материалы, так и напрямую посредством программы технического сотрудничества, в рамках которой осуществляется обмен информацией и предоставляется помощь государствам-членам в развитии потенциала в этой области.

Ионизирующие излучения обоснованно применяются в медицинских целях уже несколько десятилетий, однако с этим применением связаны и определенные риски. Объектом любой медицинской процедуры диагностики и лечения является пациент, и для безопасного и эффективного использования излучения необходимы высококвалифицированные специалисты, в первую очередь медицинские физики, которые обеспечивают оперативное проведение диагностики и лечения, а также качество медицинского обслуживания в системе здравоохранения страны.

Аабха Диксит, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ

Внедрение передовых концепций безопасности



1 В 1960-х годах в Чили была создана научно-исследовательская лаборатория по производству радиоизотопов и радиофармпрепаратов. В период с 1967 года по январь 2012 года в ней производились радиоизотопы и радиофармпрепараты для целей медицинской диагностики и лечения. В 2012 году в рамках проекта технического сотрудничества МАГАТЭ (CH14022) “Модернизация лаборатории по производству радиоизотопов в Ядерном центре в Ла-Рейне посредством внедрения передовых концепций безопасности и надлежащей производственной практики” началась модернизация конструкции и технологии установки.



2 Модернизация лаборатории была продиктована необходимостью усовершенствовать элементы радиационной защиты, повысить показатель чистоты до требуемого уровня в фармацевтическом производстве и обеспечить соблюдение нормативных положений в области использования ядерных материалов и санитарных правил. Это потребовало, в частности, замены смотровых окон из свинцового стекла, устаревших дистанционных манипуляторов (похожих на кисть руки механизмов, используемых работниками для дистанционной работы с опасными радиоактивными веществами) и восьми горячих камер. Горячие камеры представляют собой экранированные герметичные боксы, предназначенные для безопасной работы с радиоактивными веществами. Для соблюдения строгих норм безопасности решающее значение имеет качество сооружения этих камер.



3 Потребовалось частично разрушить здание, чтобы возвести новые стены и усиленные перекрытия, способные выдержать вес новых горячих камер. Для сооружения бетонных опор был заключен договор подряда со специализированной компанией. Данный этап строительства включал также работы по сборке несущей конструкции для свинцовых блоков.



4 Несущая конструкция для горячих камер была изготовлена из стальных плит, которые приваривались друг к другу и крепились болтами и монтировались к полу анкерным креплением. Внутренние и внешние стенки горячих камер были выполнены из свинцовых блоков. Свинец – стандартный материал для сооружения горячих камер, поскольку он обладает высокой плотностью и способен задерживать вредное излучение.

РАДИОИЗОТОПОВ В ЯДЕРНОМ ЦЕНТРЕ В ЛА-РЕЙНЕ, ЧИЛИ

и надлежащей производственной практики



- 5** Горячие камеры для производства радиофармпрепаратов на основе технеция-99m и йода-131 изготавливались с окнами из свинцового стекла и запорными рамами для монтажа манипуляторов. МАГАТЭ поставило для лаборатории окна из свинцового стекла и манипуляторы, которые установили техники, работавшие вместе с сотрудниками Чилийской комиссии по ядерной энергии.



- 6** Чтобы обеспечить безопасность и защиту “горячей зоны” установки, т.е. помещения, в котором находятся радиоактивные материалы, были установлены свинцовые стены и двери. “Горячей зоной” называют также участок, куда доставляют радиоактивные материалы и откуда поступает готовая продукция (радиофармпрепараты) после обработки в горячих камерах.



- 7** Новые горячие камеры для производства технеция-99m удовлетворяли всем соответствующим требованиям надлежащей производственной практики. Внешние поверхности камеры были выполнены из нержавеющей стали, а стены, пол и потолок помещения соответствовали стандартам чистоты для фармацевтического производства.

В конце коридора расположен переходной люк (шлюз), ведущий в другую лабораторию, где производится йод-131.



- 8** Для повышения уровня безопасности новые горячие камеры были оснащены сложной вентиляционной системой двукратной фильтрации с фильтрами предварительной очистки, воздушными фильтрами тонкой очистки (HEPA-фильтрами) и активными угольными фильтрами.

Текст: Сильвия Лагос Эспиноса, ЧКЯЭ; фото: ЧКЯЭ

РАДИОФАРМПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА



Заместитель Генерального директора МАГАТЭ, руководитель Департамента ядерных наук и применений Альдо Малавази (слева) и руководитель Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии Отдела физических и химических наук МАГАТЭ Жуан Алберту Оссу-младший (справа) на третьем совещании по координации исследований по разработке радиофармпрепаратов на основе галлия-68 для ПЭТ в целях борьбы с раком и другими хроническими заболеваниями.

(Фото: К. Гравино/МАГАТЭ)

Поиск быстрых и точных научных методов сканирования тела человека для правильной диагностики и оперативного лечения таких заболеваний, как рак, уже долгое время остается одной из главных задач мирового масштаба.

Одним из уникальных медицинских методов, разработанных для этой цели, является ядерная технология на базе применения радиофармпрепаратов.

Радиофармпрепараты – это своего рода радиоактивные индикаторы или трассеры, используемые в небольших количествах для

получения функциональных изображений органов и диагностики заболеваний. Такой метод не является инвазивным, а получаемая пациентом доза излучения очень мала и считается безопасной. Испускаемое радиофармпрепаратом излучение может улавливаться с высокой точностью для получения изображений, пригодных для диагностических целей.

Такие методы получения изображений, как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультрасонография (УЗИ) позволяют контролировать физиологические функции и обмен веществ. С помощью радиофармпрепаратов, однако, можно получать более специфическую и детальную информацию о функционировании органов и обмене веществ.

Как правило, радиофармпрепараты применяются в сочетании с эффективным сканирующим устройством, например, сканером позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). В ПЭТ традиционно используются радиофармпрепараты на основе радиоизотопа фтор-18. Однако для производства фтор-18 необходим циклотрон¹ и сопутствующая материальная база, на

создание которых требуются значительные затраты финансовых средств и времени. В то же время другой подходящий радиоизотоп, галлий-68, легко получить на генераторах германия-68/галлия-68.

Галлий-68 обладает нужными физическими свойствами и значительно дешевле радиоизотопов, произведенных на циклотроне.

МАГАТЭ входит в число ведущих организаций, которые первыми стали поддерживать разработку современных ядерных технологий на базе применения радиофармпрепаратов. С 1 по 5 сентября 2014 года в рамках проекта координированных исследований по разработке радиофармпрепаратов на основе галлия-68 МАГАТЭ провело в своих Центральном учреждениях совещание по координации исследований. В нем участвовали представители 17 организаций со всего мира, разрабатывающих радиофармпрепараты на основе галлия-68.

На совещании были проанализированы результаты, достигнутые в разных странах, и проведено обсуждение плана работы на следующий период осуществления проекта. Участники договорились произвести готовые “наборы” химических реагентов, предназначенные для применения с радиоизотопом галлий-68, полученным на генераторе германия-68/галлия-68, и провести их испытания.

В своем вступительном слове заместитель Генерального директора МАГАТЭ, руководитель Департамента ядерных наук и применений Альдо Малавази подчеркнул важность радиофармпрепаратов на основе галлия-68 как одного из средств диагностики в ядерной медицине и отметил актуальность работы исследователей в этом направлении.

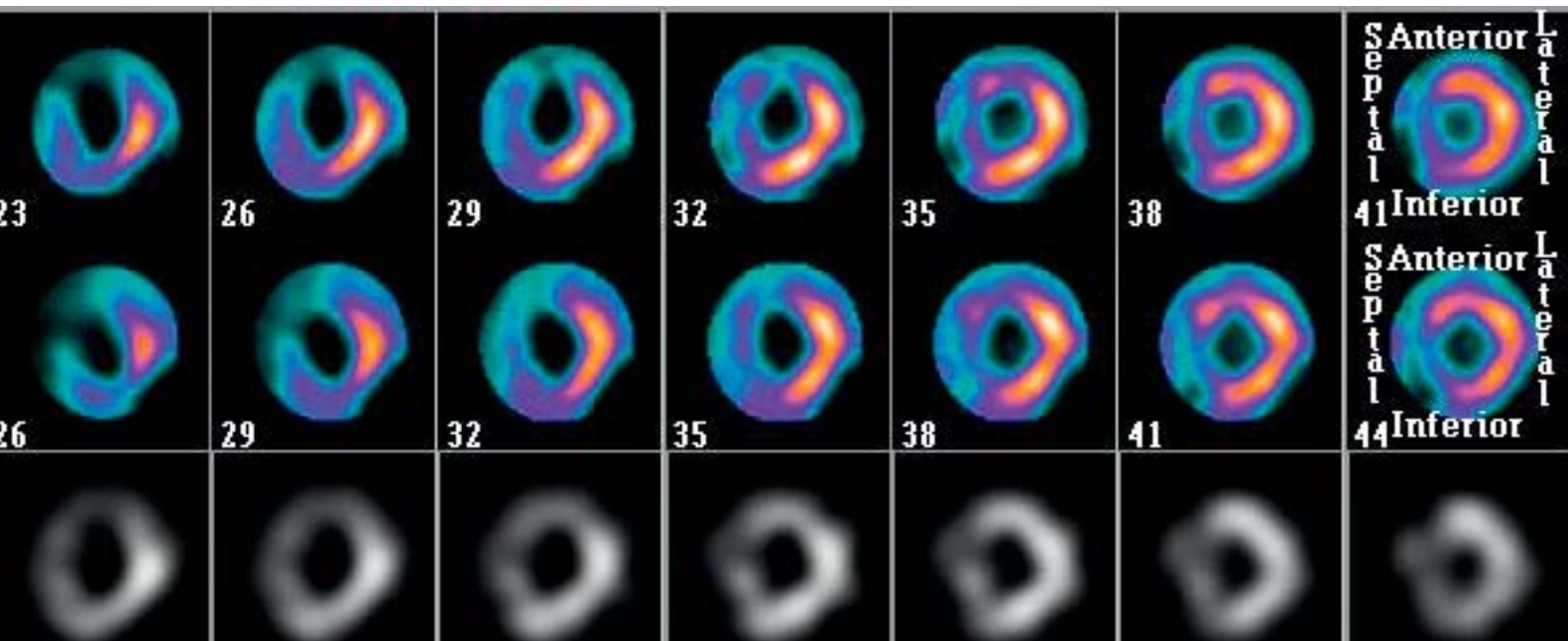
В частности, как отметил г-н Малавази, производство готовых наборов реагентов для меченых этим радиоизотопом упростит его применение в клинических условиях и сделает данный ядерный метод еще более эффективным при лечении рака и других заболеваний.

Радиофармпрепараты на основе галлия-68 лучше всего подходят для целей визуализации при диагностике и контроле отдельных разновидностей рака, например, нейроэндокринного рака. Поскольку в этом случае циклотрон не требуется, для стран со средним и низким уровнем дохода применение ПЭТ-КТ с радиофармпрепаратами на основе галлия-68 может стать рациональным вариантом внедрения методов медицинской визуализации в борьбе с этими видами рака и различными инфекционными заболеваниями.

Аабха Диксит, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ, совместно с сотрудниками Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ

¹ Циклотрон представляет собой сложное устройство, в котором происходит центробежное ускорение заряженных частиц в вакууме по спиральной траектории. В процессе ускорения заряженные частицы приобретают значительную энергию. Затем накопившие энергию частицы вступают во взаимодействие с помещенным на их пути стабильным веществом. В результате этого взаимодействия стабильное вещество преобразуется в пригодные для медицинских целей радиоизотопы, используемые для приготовления радиофармпрепаратов.

ЯДЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРИХОДИТ НА ПОМОЩЬ СЕРДЦУ



Визуализация перфузии миокарда (ВПМ) позволяет увидеть, достаточно ли сердечная мышца снабжается (перфузируется) кровью. (Фото: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)

МАГАТЭ вносит свой вклад в борьбу с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), помогая государствам-членам применять ядерную науку и технологии для обнаружения ССЗ и контроля за ними. Методы ядерной визуализации позволяют врачам заглянуть внутрь организма пациента и увидеть, как функционируют органы, избегая рисков хирургического вмешательства.

Во всем мире от ССЗ умирает едва ли не больше людей, чем от каких-либо других причин. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2008 году причиной приблизительно 30% всех смертей были ССЗ. Этот показатель растет: по прогнозам ВОЗ, к 2030 году ежегодно от ССЗ будет умирать свыше 23 миллионов людей. Для сравнения, это примерно равняется численности населения страны средних размеров.

Что такое сердечно-сосудистые заболевания?

ССЗ представляют собой категорию недугов, поражающих сердце и кровеносные сосуды человека. Они варьируются от заболеваний кровеносных сосудов отдельных органов или мышц, например, коронарной болезни сердца или заболевания периферических артерий, до тромбов, врожденных пороков сердца и поражений сердечной мышцы вследствие таких системных заболеваний, как ревматическая лихорадка. Диапазон ССЗ широк, и возникнуть они могут у кого угодно. Хотя такие заболевания, как инфаркт миокарда, сердечный приступ и гипертония часто ассоциируются с богатыми

странами, население которых злоупотребляет пищей быстрого приготовления, или со странами со стареющим населением, на самом деле свыше 80% смертей от ССЗ регистрируется в странах с низким и средним уровнем дохода. Именно эти страны больше всего нуждаются в помощи.

Ядерная визуализация при ССЗ

Врачи пользуются технологией визуализации, чтобы для постановки диагноза “заглянуть” внутрь сердца пациента, узнать, как оно функционирует, и проверить его общее состояние. Одной из наиболее распространенных технологий получения изображений является визуализация перфузии миокарда (ВПМ). Принцип действия ВПМ следующий: в организм вводится радиоактивный трассер (химическое соединение, в котором стабильный изотоп заменен радиоизотопом, что позволяет отслеживать движение индикатора в организме),

ВПМ – это сравнительно недорогой метод контроля, который для большинства людей практически не представляет опасности (этой процедуре не подвергаются беременные женщины), но при этом он позволяет многое узнать о сердце и его работе.

который локализуется в мышечной ткани сердца в количестве, пропорциональном количеству поступающей крови. Радиоактивный трассер излучает небольшое количество радиации, которая детектируется чувствительной камерой и преобразуется в изображения. Эти изображения позволяют увидеть, достаточно ли сердечная мышца снабжается (перфузируется) кровью. Как правило, во время обследования пациент выполняет упражнения на беговой дорожке или велотренажере, чтобы усилить приток крови к сердцу и дать врачу возможность узнать, как оно работает при повышенной физической нагрузке.

ССЗ и роль МАГАТЭ

В октябре 2014 года МАГАТЭ организовало “Совещание по рассмотрению планов региональных проектов, входящих в программу технического сотрудничества для региона Латинской Америки”. На этом совещании своим опытом поделились Фернандо Мут, врач отделения ядерной медицины больницы в Монтевидео (Уругвай), и Амалия Пейкс, заместитель директора по научным исследованиям Кубинского института кардиологии.

Уругвай

Фернандо Мут рассказал о важной информационно-просветительской работе, которую Агентство проводит с врачами-кардиологами его страны и других стран Латинской Америки; благодаря этой работе медики не только повышают уровень своих знаний о методах ядерной визуализации, таких как ВПМ, но и проходят подготовку по вопросам внедрения и применения этих методов. МАГАТЭ несколько раз пользовалось услугами г-на Мута в образовательных целях, он преподавал на многочисленных учебных курсах, организованных в регионе при поддержке Агентства.

Г-н Мут объяснил, почему ВПМ проводится до более сложных и серьезных процедур диагностики



Фернандо Мут, врач ядерной медицины из Монтевидео, Уругвай.

(Фото: М. Мадсен/МАГАТЭ)

и почему, в частности, этот метод важен для его больницы: “ВПМ – это сравнительно недорогой метод контроля, который для большинства людей практически не представляет опасности (этой процедуре не подвергаются беременные женщины), но при этом позволяет многое узнать о сердце и его работе. Существуют и другие способы оценки работы сердца, например, безопасные и привычные неинвазивные методы – ЭКГ (электрокардиография) и эхокардиография. Но, к сожалению, они не всегда дают нам достаточно полную информацию о состоянии пациента и, как правило, являются лишь первым шагом в выявлении ССЗ. Более тщательные методы диагностики, например, ангиография (метод получения рентгеновских изображений, требующий введения катетера в артерию), подразумевают хирургическое вмешательство, которое сопряжено пусть с незначительным, но реальным риском, поэтому мы стараемся прибегать к ним лишь в случае необходимости”.

Куба

Амалия Пейкс, заместитель директора по научным исследованиям Кубинского института кардиологии, отметила, что ее страна обладает эффективной системой здравоохранения. Однако некоторые факторы препятствуют более широкому применению ВПМ на Кубе. Это непомерная дороговизна технологии и экономическое эмбарго, препятствующее импорту оборудования.



Амалия Пейкс, заместитель директора по научным исследованиям Кубинского института кардиологии.

(Фото: М. Мадсен/МАГАТЭ)

Г-жа Пейкс рассказала о помощи МАГАТЭ, оказанной институту, и отметила, что около шести лет назад был реализован проект технического сотрудничества МАГАТЭ, благодаря которому, а также полученным от кубинского правительства средствам, ее больница смогла оснастить отделение ядерной кардиологии новым оборудованием и укомплектовать его квалифицированным персоналом.

“МАГАТЭ провело два семинара-практикума и организовало приезд к нам лекторов по ядерной

кардиологии. С их помощью наши специалисты приобрели необходимую подготовку, и мы смогли получить хорошие гамма-камеры.

Кроме того, МАГАТЭ предоставило нам возможности сотрудничества и обмена опытом по ряду направлений ядерной кардиологии. Работая с Агентством, мы получили помощь в области многоцентровых исследований для развивающихся стран, а также содействие в распространении информации о преимуществах методов ядерной медицины.

Пациенты института положительно настроены в отношении ядерной медицины”, – отметила г-жа Пейкс. “Вместе с тем им, как правило, известно лишь о применении излучения и методов ядерной медицины при лечении больных раком, и они испытывают некоторое беспокойство, когда мы рекомендуем им не приближаться к детям в течение 24 часов после проведения процедуры ВПМ. Мы объясняем пациентам, что они не становятся радиоактивными после процедуры и что в течение одного дня технеций (радиоизотоп, которым метятся соединения, используемые в ВПМ в качестве радиоактивных трассеров) почти полностью исчезает из их организма. Страхи перед радиацией легко развеваются с помощью знаний, и это важно, поскольку ядерные методы являются ценным инструментом диагностики и помогают нам выбрать правильный вариант лечения ССЗ”.

Роль обучения

Обучение и обмен знаниями имеют решающее значение для борьбы с ССЗ, и в настоящее время принимаются меры для распространения во всех странах информации о самых последних исследованиях по ССЗ. В 2013 году Агентство провело первую

Международную конференцию по комплексной медицинской визуализации при сердечно-сосудистых заболеваниях (ККМВ), которая длилась пять дней и имела очень насыщенную программу, в ходе которой 350 участников из 91 государства-члена получили возможность обмениваться знаниями, опытом и данными своих исследований по ССЗ.

Участники конференции подчеркнули необходимость глобальной инициативы по борьбе с угрозой сердечно-сосудистых заболеваний. Для этого потребуются координация действий и налаживание партнерских отношений между международными неправительственными организациями и национальными правительствами в целях повышения информированности общественности, активной пропаганды профилактики ССЗ и оказания эффективной и экономичной помощи в лечении этих заболеваний.

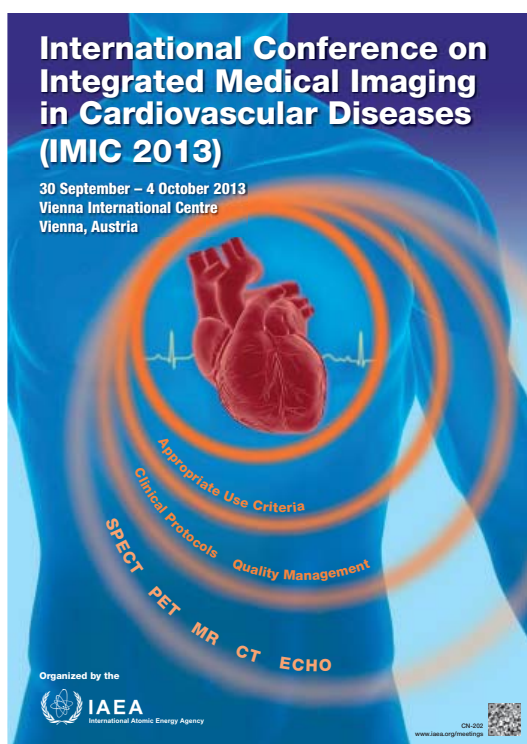
Кроме того, на конференции была представлена информация о работе МАГАТЭ над решением стоящих задач путем сотрудничества с государствами-членами и профессиональными сообществами. Подобные партнерства достигают своих целей посредством предоставления информационных и обучающих материалов, организации учебных курсов в онлайн-режиме и на местах, осуществления проектов технического сотрудничества и проведения координированных исследований.

ККМВ была аккредитована Европейским союзом медицинских специалистов, и участвовавшие в ней молодые медицинские специалисты получили зачетные баллы повышения квалификации, и, кроме того, она послужила платформой для популяризации онлайн-обучающих вебинаров МАГАТЭ по вопросам ВПМ и компьютерной томографии.

Внеклинические усилия

Помощь, оказываемая МАГАТЭ в применении ядерных технологий и визуализации, будет способствовать борьбе с ССЗ лишь при условии, что в эту борьбу вовлечены все, кто потенциально могут стать пациентами с ССЗ. Хотя некоторые люди могут иметь сильную предрасположенность к ССЗ, большинство этих заболеваний можно предотвратить путем устранения факторов риска и организации кампаний по пропаганде профилактических мероприятий. Исследования показывают, что риск возникновения ССЗ повышают такие факторы, как курение, отсутствие физической активности и нездоровое питание, однако их можно держать под контролем, регулируя образ жизни. Но даже тогда, когда отдельно взятая страна добьется низких показателей заболеваемости ССЗ, для нее будут сохранять актуальность недорогие и экономичные способы скрининга и контроля ССЗ, среди которых ядерная визуализация будет иметь большое значение.

Михаэль Амди Мадсен, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ



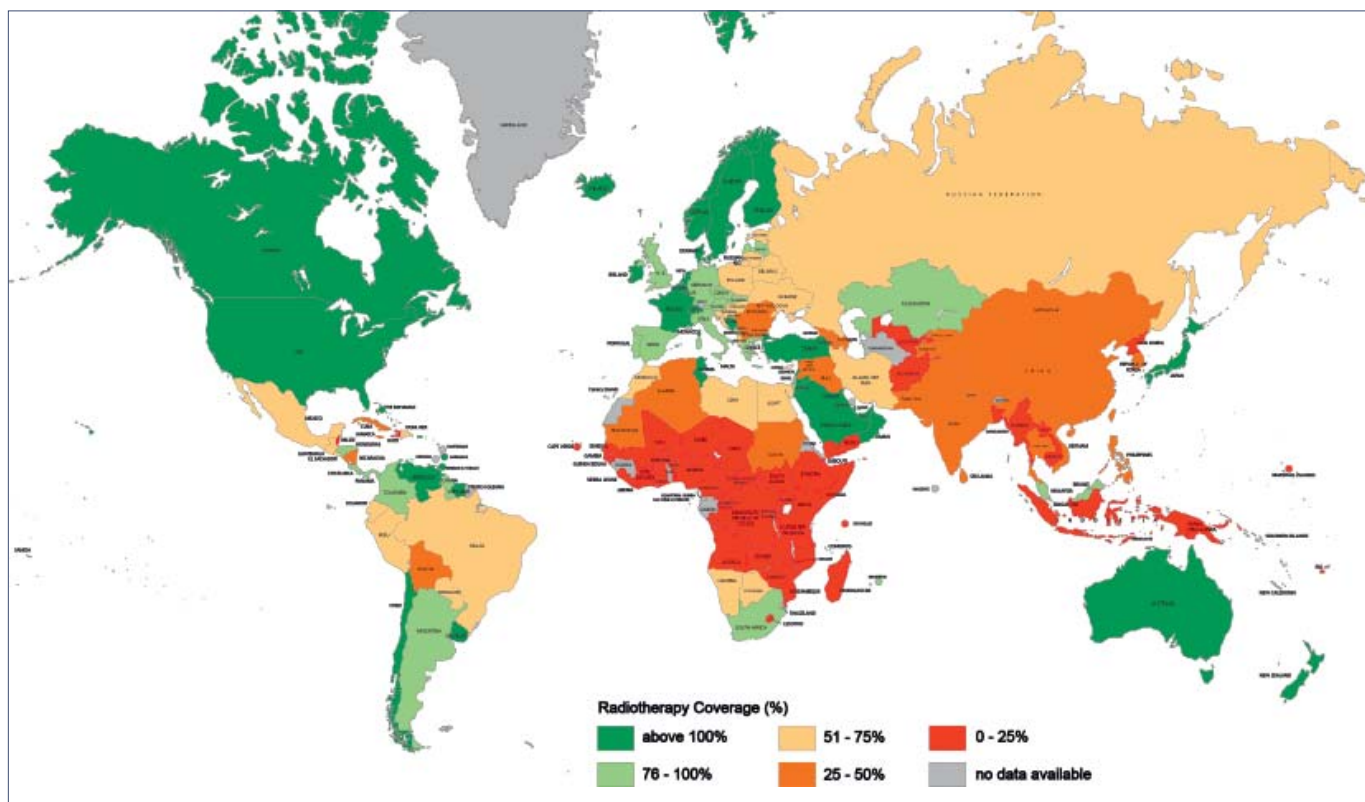
ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМИРОВАННОСТИ, РАЗВИТИЕ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ РАКА: РОЛЬ ОТДЕЛА



- 1 В рамках своей Программы действий по лечению рака (ПДЛР) МАГАТЭ в сотрудничестве со Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), Международным агентством по изучению рака (МАИР) и другими организациями, работа которых касается борьбы с раковыми заболеваниями, координирует глобальную деятельность по содействию реализации комплексных национальных программ борьбы с раком в государствах – членах МАГАТЭ с низким и средним уровнем дохода (НСД).

(Фото: ПДЛР/МАГАТЭ)

- 2 Более чем в 30 странах мира не имеется ни одной радиотерапевтической установки. Цель ПДЛР – вместе с организациями-партнерами помочь пациентам получить доступ к инструментам диагностики, которые могут спасти жизнь, к лечению и средствам повышения качества жизни.



ПАРТНЕРСКИХ СВЯЗЕЙ, МОБИЛИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ДЕЙСТВИЙ МАГАТЭ ПО ЛЕЧЕНИЮ РАКА



3 Виртуальный университет и региональная учебная сеть по борьбе с раковыми заболеваниями (VUCCnet) – это появившаяся в 2010 году в рамках ПДЛР инициатива МАГАТЭ по оказанию помощи в создании сетей обучения и передачи знаний в странах с НСД и между такими странами. В рамках инициативы создана веб-платформа, призванная сделать учебные материалы более доступными для слушателей в техническом и финансовом плане. Сегодня в Гане, Замбии, Объединенной Республике Танзания и Уганде большинство людей, у которых диагностирован рак, проигрывают сражение с этой болезнью. Планируя в интересах своего населения развернуть полномасштабную борьбу с раком, эти четыре страны намерены в течение следующего десятилетия обучить 250 онкологов, более 8000 медицинских сестер, 2800 медицинских работников и других специалистов в области здравоохранения. (Фото: ПДЛР/МАГАТЭ)

4 Во время 58-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ в рамках ПДЛР было организовано параллельное мероприятие, посвященное ценности стратегического партнерства в борьбе против глобальной эпидемии рака. В мероприятии приняли участие Генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano, заместитель Генерального директора МАГАТЭ и руководитель Департамента технического сотрудничества Кваку Анинг, а также высокопоставленные делегаты из государств – членов МАГАТЭ и представители международных организаций.



Тебого Сеоколо, Постоянный представитель Южной Африки при МАГАТЭ (слева), Мицуру Китано, Постоянный представитель Японии при МАГАТЭ (слева в центре), Кваку Анинг, заместитель Генерального директора МАГАТЭ и руководитель Департамента технического сотрудничества (справа в центре), Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ (справа). (Фото: О. Юсуф/МАГАТЭ)



5 В 2014 году Вьетнам предложил провести на своей территории комплексную миссию ПДЛР (миссию imPACT). Участники миссии оценили потребности Вьетнама в области борьбы с раком и имеющийся у страны потенциал для их удовлетворения. Миссии imPACT – это первый этап работы, в рамках которой МАГАТЭ (по линии ПДЛР), ВОЗ и МАИР определяют, какую помощь они могут оказать в целях разработки и осуществления всеобъемлющих программ борьбы с раком. (Фото: Л. Поттертон/МАГАТЭ)



6 Начиная с 2004 года услугами миссий imPACT воспользовались более 60 стран. Еще десять государств-членов уже обратились с просьбой организовать в 2015 году миссию imPACT для содействия борьбе, которую они ведут против раковых заболеваний. (Фото: П. Павличек/МАГАТЭ)



7 В октябре 2014 года в Центральных учреждениях МАГАТЭ в Вене была организована встреча Консультативной группы по расширению доступа к радиотерапевтической технологии (АГаРТ). АГаРТ – это платформа, которая объединяет конечных пользователей радиотерапевтических установок из Африки, Азиатско-Тихоокеанского региона, Европы, Латинской Америки и основных производителей оборудования для лучевой терапии в целях изучения новаторских способов предоставления финансово доступных, устойчивых и приемлемых радиотерапевтических услуг в условиях ограниченности ресурсов. АГаРТ была создана в 2009 году в рамках ПДЛР при технической поддержке Отдела здоровья человека МАГАТЭ и Отдела радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ. (Фото: Н. Фалькон Кастро/МАГАТЭ)



8 Отдел Программы действий по лечению рака МАГАТЭ занимается повышением информированности, созданием инновационных партнерств и мобилизацией необходимых ресурсов для борьбы с раком.

Текст: Хосе Отарола-Силески, Отдел Программы действий МАГАТЭ по лечению рака

ХОРОШАЯ МЕДИЦИНА – ЗАЛОГ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ

МАГАТЭ содействует обеспечению радиационной защиты пациентов и медицинских работников



Пациент внутри мультidetекторного компьютерного томографа (КТ) (слева), формирующего детальные изображения его сердца (справа).

(Фото: Ж. Василева/МАГАТЭ)

Медицинское радиационное облучение (компьютерная томография, рентгеновское излучение, рентгеноскопия и позитронно-эмиссионная томография) – это главный источник воздействия на человека техногенных источников ионизирующего излучения.

По данным Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН), каждый день выполняется более 10 миллионов процедур лучевой диагностики и более 100 000 процедур радиоизотопной диагностики. Кроме того, ежегодно производится приблизительно пять миллионов сеансов лучевой терапии.

Возможность использования излучений в медицине является одним из величайших медицинских открытий за последние 120 лет. Их применение позволило значительно глубже понять процессы и функции организма человека и существенно повысить эффективность диагностики и лечения заболеваний.

Однако использование облучения в медицинских целях сопряжено с риском ненадлежащего применения радиации.

МАГАТЭ содействует в разработке стратегий и схем работы, которые помогают защитить пациентов, персонал и население от ненужного и нежелательного воздействия ионизирующих излучений и способствуют правильной организации медицинского обслуживания в интересах поддержания здоровья.

Система учета

В 2012 году МАГАТЭ начало применять веб-систему добровольного представления информации “Безопасность в радиационной онкологии” (SAFRON). Она помогает персоналу медицинских центров

выявлять причины аварий и ситуаций, близких к аварийным, при использовании лучевой терапии для лечения рака, чтобы не допустить их повторения в будущем. Благодаря обобщению информации о событиях и ситуациях, близких к аварийным, а также об их причинах и следствиях и принимаемых для исправления положения мерах центры лучевой терапии могут создать более безопасную систему предотвращения или снижения вероятности таких событий в будущем.

Имеется еще одна система добровольного представления данных SAFRAD (“Безопасность радиологических процедур”), которая дает возможность вносить информацию о дозах, полученных пациентами, и другие сопутствующие сведения в международную базу данных; эта информация используется, когда для этих пациентов превышен определенный пороговый уровень облучения или когда они подвергаются облучению в ходе диагностических и интервенционных процедур с использованием рентгеноскопии. При создании этой системы преследовались в первую очередь научные цели. Считается, что принятие на вооружение SAFRAD само по себе приводит к повышению безопасности и качества услуг.

МАГАТЭ также возглавляет проект по регистрации получаемых пациентами доз с помощью микропроцессорной карты. Проект предусматривает разработку методологий отслеживания радиационного облучения отдельных пациентов на протяжении всей их жизни, независимо от того, в какой больнице/стране они получают медицинскую помощь. Цель проекта — повысить осведомленность об облучении в ходе медицинских процедур в течение всей жизни пациента и помочь лечащим врачам в

принятии решений о необходимости повторных процедур или отказе от них в случае, если такая необходимость отсутствует.

В рамках Международного плана действий по радиационной защите пациентов (руководящего документа, утвержденного директивными органами МАГАТЭ в 2002 году) Агентство разрабатывает нормы и организует обучение, содействует обмену знаниями, оказывает непосредственную техническую помощь и ведет информационную работу в целях повышения качества ухода за пациентами. В 2013 году был выпущен «Боннский призыв к действиям» – совместное заявление МАГАТЭ и Всемирной организации здравоохранения в отношении укрепления радиационной защиты – в котором были определены обязанности и предложены приоритеты в области обеспечения радиационной защиты в медицине в течение следующего десятилетия.

Кампания по обеспечению информированности, целесообразности и проверки в целях защиты пациентов

МАГАТЭ сотрудничает также с местными органами власти и министерствами здравоохранения, стремясь изменить подход врачей к применению ионизирующего излучения в рамках программы по информированности, целесообразности и проверке.

Информированность. Врач или радиолог должен понимать риски, связанные с воздействием на пациентов различных доз облучения, уметь оценивать, насколько оправдан риск с учетом состояния пациента, получаемых знаний и потенциальных преимуществ какой-либо процедуры, и иметь возможность проинформировать пациента о возможных рисках и выгодах.

Целесообразность. Каждая процедура, в которой используется ионизирующее излучение, должна быть пригодна для получения информации, необходимой для диагностики пациента. Критерии целесообразности (или руководящие материалы по клинической визуализации) – это рекомендации для медицинских центров по оптимальной организации медицинской визуализации с учетом состояния пациента и имеющегося оборудования. Рекомендации могут также предусматривать исследование пациента без применения ионизирующего излучения.

Проверка. Необходимо оценить, насколько правильно и последовательно принципы информированности и целесообразности применяются в клинической практике. Результаты проверки должны быть учтены в дальнейшей работе больницы/клиники.

Обоснование и оптимизация

Принципы обоснования и оптимизации очень важны, когда идет речь о радиационной защите и безопасности в медицине.

Обоснование включает в себя оценку того, позволит ли процедура получить более точный диагноз или необходимую информацию о пациенте и принесет ли она больше пользы, чем вреда.

Оптимизация предполагает обеспечение того, чтобы используемое оборудование и процедуры позволяли получать качественные изображения при минимальной дозе облучения пациента.

Защита медицинских работников

По данным НКДАР ООН, в медицинских целях излучением пользуются более 7,4 млн врачей, техников, медсестер и стоматологов.

В одном из своих докладов НКДАР ООН отмечает, что в течение целого ряда лет число медицинских работников, подвергающихся облучению на рабочем месте, заметно увеличивается, при этом индивидуальные показатели профессионального облучения у работников разных медицинских специальностей сильно отличаются. При выполнении некоторых медицинских процедур работники могут получить значительные дозы облучения, поэтому по-прежнему остро стоит проблема обучения медицинских специалистов методам радиационной защиты¹.

МАГАТЭ начало реализацию проекта по созданию Информационной системы по профессиональному облучению в медицине, промышленности и исследованиях для центров интервенционной кардиологии (ИСЕМИР-ИК) международной базы данных, которые могут использоваться для определения и расширения возможностей оптимизации радиационной защиты персонала. В рамках этой базы данных обобщаются сведения о дозах, полученных работником, и используемых процедурах, а также производится обмен информацией о передовой практике оптимизации.

В одном из разделов веб-сайта МАГАТЭ (rpor.iaea.org) также представлена подробная информация о случаях возникновения радиационно-индуцированной катаракты, которые могут представлять интерес для персонала, участвующего в интервенционных медицинских процедурах с использованием рентгеновского излучения.

Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

¹UNITED NATIONS, “Annex B — Exposures of the Public and Workers from Various Sources of Radiation”, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR 2008), UN, New York (2010).

УМЕНЬШЕНИЕ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ЗАКРЫТЫМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ, В МЕДИЦИНЕ¹

Закрытые радиоактивные источники широко используются в различных областях медицины для диагностики и лечения. Источники, используемые в медицинских целях, как правило, имеют высокие уровни радиоактивности. Следовательно, они могут вызывать серьезные и опасные для жизни травмы при неправильном или злонамеренном использовании и представляют опасность, если они утеряны или похищены.

К числу закрытых радиоактивных источников, используемых для лечения заболеваний, относятся источники для дистанционной лучевой терапии (или телетерапии), которые при лечении рака обеспечивают подведение точных доз излучения от источника, находящегося вне тела пациента, к четко определенным областям тела. В закрытых радиоактивных источниках для телетерапии в качестве источника излучения обычно используется кобальт-60, хотя в некоторых более старых аппаратах может применяться цезий-137. Оборудование для телетерапии позволяет безопасно и эффективно облучать раковые опухоли, однако для этого необходима его правильная установка, калибровка, плановое и техническое обслуживание. Оно должно использоваться только квалифицированными работниками под соответствующим медицинским наблюдением. Также необходима регулярная замена источников с кобальтом-60, которую может выполнить только лицензированный поставщик таких источников. Предпочтительный вариант обращения с изъятиями из употребления источниками после замены – это их возвращение поставщикам. Если это невозможно, изъятые из употребления источники должны быть утилизированы в соответствии с национальными нормативными требованиями.

Еще одной областью медицины, где широко используются закрытые радиоактивные источники, является брахитерапия: в ходе процедур закрытый радиоактивный источник помещают в организм пациента. Источник вводится в опухоль либо вручную, либо дистанционно с помощью специального оборудования. Все чаще используется дистанционное введение, обеспечивающее меньший риск радиационного облучения медицинского персонала и снижающее риск для пациентов. Поскольку процедура предполагает введение и последующее удаление источника, необходимо тщательно контролировать, чтобы были удалены все введенные источники.

Некоторые источники для брахитерапии в зависимости от предписанных производителями технических характеристик нужно заменять каждые 10-15 лет. Для этого нужны не только соответствующие процедуры защиты от излучения во время замены и перемещения, но и соответствующие процедуры и

средства для окончательного удаления всех изъятых из употребления источников для брахитерапии.

В последние годы закрытые радиоактивные источники также использовались для неинвазивного лечения опухолей и других нарушений работы мозга путем стереотаксической радиохирургии с использованием так называемого гамма-ножа (Gamma Knife®). Технология не получила широкого распространения: в 2012 году во всем мире было установлено всего лишь около 200 аппаратов. В таких аппаратах несколько закрытых радиоактивных источников, содержащих кобальт-60, расположены по кругу, что позволяет точно сориентировать множество узконаправленных пучков излучения на определенную точечную область внутри мозга. Эти закрытые радиоактивные источники подлежат периодической замене. Процедура замены может выполняться только техниками, которые обучены и уполномочены производителем. После замены удаленные отработавшие радиоактивные источники должны быть возвращены поставщику или производителю либо должны быть утилизированы безопасным и надежным образом.

Закрытые радиоактивные источники также используются в медицинских учреждениях для стерилизации: на объект направляется пучок излучения, имеющий достаточную мощность для инактивации или уничтожения содержащихся в нем микроорганизмов. Этот процесс обычно применяется при подготовке крови для переливания и может быть задействован для множества других целей. Облучатели представляют собой источник с кобальтом-60 или цезием-137, находящийся внутри хорошо защищенного корпуса диаметром примерно один метр, хотя у моделей разных производителей размеры могут отличаться.

Облучаемый объект размещается внутри специальной камеры: во время процедуры камера закрывается, и на период времени, необходимый для стерилизации, в нее вводятся источники излучения. В облучателе может быть несколько отдельных источников, расположение которых обеспечивает равномерное облучение находящегося в камере объекта. Через несколько лет, как правило, требуется замена источников. Она может выполняться только обученными и уполномоченными представителями производителя, а изъятые из аппарата источники должны быть возвращены на завод-изготовитель для утилизации.

¹ Воспроизводится из публикации “Sealed Radioactive Sources – Information, resources, and advice for key groups about preventing the loss of control over sealed radioactive sources”, IAEA, October 2013.

Предотвращение утраты и хищения источников

Надлежащая профессиональная подготовка и опыт позволяют снизить риск облучения при использовании закрытых радиоактивных источников, однако подавляющее большинство серьезных аварий и инцидентов происходят с утерянными или похищенными аппаратами и источниками. Хорошо налаженные схемы и процедуры работы позволяют уменьшить число таких случаев, в первую очередь за счет предотвращения утраты или хищения источников.

Для выполнения своих функций брахитерапевтические источники должны быть небольшими и транспортабельными, однако эти же характеристики увеличивают опасность их утраты, неправильного размещения или хищения. Телетерапевтические установки и облучатели имеют значительно большие размеры, поэтому случайная утрата всего аппарата маловероятна.

Тем не менее известны случаи, когда эти устройства после многолетнего простоя продавали на вторичную переработку, не изъяв из них закрытые радиоактивные источники. В этой ситуации утрата контроля, как правило, является следствием плохо налаженного документооборота и инвентаризации, в результате чего работники забывают, что внутри устройства находится закрытый радиоактивный источник. На устройствах должна проставляться маркировка, указывающая на содержание в них радиоактивных материалов, однако такая маркировка может быть случайно удалена, либо может стать нечеткой из-за истирания или повреждения.

Наиболее эффективным средством предотвращения аварий или инцидентов с закрытыми радиоактивными источниками является внедрение трудовых навыков и принятие адекватных мер, которые снижают вероятность утраты или хищения источников. При работе с закрытыми радиоактивными источниками использующие их организации и компании несут ответственность за принятие необходимых мер по защите населения, окружающей среды и своих сотрудников. Изъятые из употребления источники должны быть возвращены производителю, захоронены в качестве радиоактивных отходов, если это возможно, или с согласия национального регулирующего органа отправлены на кондиционирование для безопасного длительного хранения.

Радиоактивные вещества, содержащиеся в источниках, находятся в закрытом защитном контейнере. Эти радиоактивные вещества испускают энергетические частицы или волны, которые называются ионизирующим излучением. Излучение из источников используется для конкретных целей: например, врачи применяют его для лечения раковых заболеваний, дефектоскописты – для проверки сварных швов в трубопроводах, технологи пищевых производств – для обеззараживания продуктов питания.

Специалисты, которые постоянно работают с радиоактивными источниками, способны обеспечить безопасность их применения, поскольку обладают соответствующими навыками, квалификацией и знаниями о характеристиках безопасности и конструкции используемого оборудования.

Если же эти источники утеряны или похищены, они могут попасть в руки людей, не имеющих такой подготовки и знаний, или злоумышленников, которые намерены использовать их для причинения вреда. В таких случаях радиоактивные источники могут представлять серьезную опасность для тех, кто подходит к ним слишком близко, касается или поднимает их, особенно если источники повреждены.

МАГАТЭ РАБОТАЕТ НАД РАСШИРЕНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ В ОБЛАСТИ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ

“ТКАНЬ (сущ.) – совокупность клеток, как правило, определенного вида и межклеточного вещества, которая представляет собой один из структурных материалов растений и животных.”

Гибель ткани является одним из наиболее тяжелых последствий таких травм и болезней, как ожоги, рак, сердечно-сосудистые заболевания, а также несчастных случаев с полной или частичной утратой частей тела.

В настоящее время наиболее перспективным методом лечения является выращивание утраченных тканей с использованием природных или синтетических материалов.

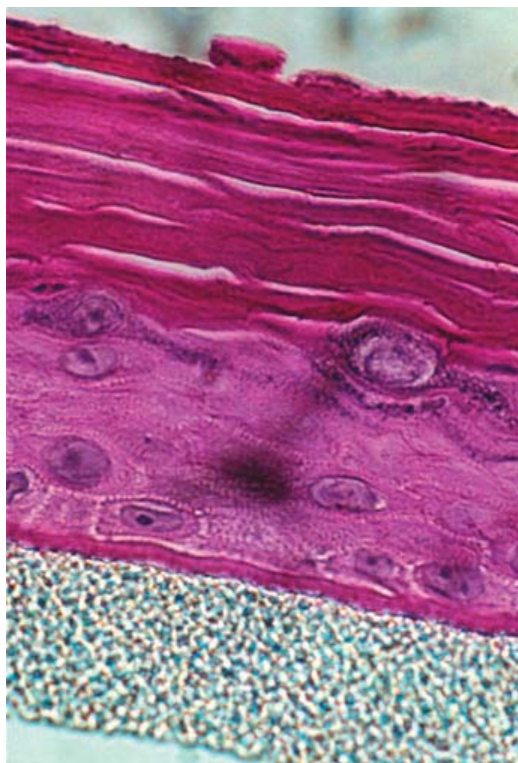
МАГАТЭ помогает государствам-членам развивать и использовать технологию тканевой инженерии: это относительно новая отрасль, задача которой состоит в разработке новых тканей, создаваемых из стволовых клеток или синтетических биоматериалов (включая полимеры, получаемые из натуральных материалов).

Строительный материал

Каждый год тысячи людей теряют ткани из-за болезней или травм. В большинстве стран созданы банки, в которых обрабатываются и хранятся донорские ткани (взятые у умерших или поступившие из других источников). Однако во всем мире донорской ткани в этих банках не хватает, поскольку в силу религиозных, культурных или социальных причин большинство людей не завещают медицине свои органы или органы родственников. Кроме того, отсутствуют национальные программы регистрации доноров, содействующие добровольной сдаче или сбору тканей.

В связи с этим страны рассматривают применение искусственных/выращенных тканей как оптимальное решение сложной медицинской проблемы, связанной с утратой тканей.

Одним из первых этапов выращивания ткани является создание матрицы (каркаса) ткани. Матрицы представляют собой структуры с шероховатыми поверхностями, которые способствуют



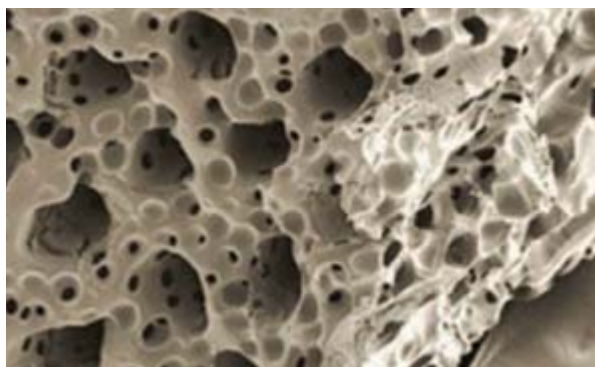
Искусственный верхний слой кожи (эпидермис), который может использоваться для лечения ожогов.

(Фото: компания “МатТек”)

росту клеток (рост клеток не происходит на гладких поверхностях) и их миграции (как и люди, клетки стремятся передвигаться и взаимодействовать с другими клетками).

“Обеспечьте клеткам правильные условия и снабдите их правильной информацией, и из них вырастет все что угодно: новое сердце, новая кость, новая часть кишечника или часть печени”, – говорит Олег Беляков, радиобиолог из Секции прикладной радиобиологии и радиотерапии МАГАТЭ.

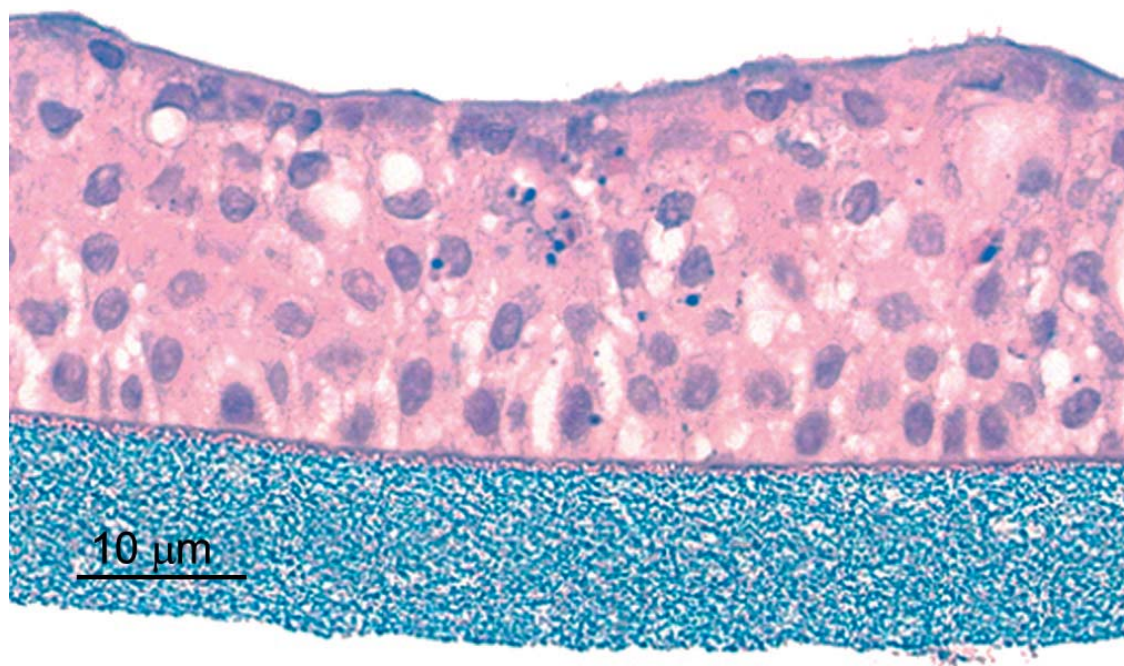
“Правильные условия для роста клеток – это матрица, температура, микросреда и микроархитектура. Правильная информация – это стимулы к развитию в нужном направлении. Например, стволовым



Трехмерная матрица ткани сердца с отверстиями разных размеров, стимулирующими рост нервов, кровеносных сосудов и т.п. Искусственная/выращенная ткань сердца может использоваться для замены некротизированных фрагментов сердца.

(Фото: ПКИ F23030 и E31007)

Слой искусственной
эпителиальной ткани трахеи/
bronхов человека.
(Фото: компания "MatTek")



клеткам, используемым в тканевой инженерии, нужны сигналы роста от других клеток; это позволяет им понять, что из них должно вырасти и чем они должны отличаться от других клеток”, – говорит Агнес Шафрань, специалист по радиационной химии из Секции радиоизотопных продуктов и радиационной технологии МАГАТЭ.

Матрицы образуют подложку, на которой клетки выстраивают необходимые структуры, например, кровеносные сосуды, клапаны, кожу, нервы, хрящи и т.п. Если матрица ткани подобрана неправильно, то клетки не будут создавать нужные связи и выращенная ткань погибнет.

“Правильная” матрица – это каркас с отверстиями, имеющими достаточно большой размер для миграции клеток на начальных этапах создания ткани: затем, когда приходит время формирования нервов и кровеносных сосудов, отверстия становятся гораздо меньше.

Такого изменения формы и структуры матрицы можно быстро и эффективно добиться, используя излучение, которое совершенно не вредит ткани, растущей на матрице.

Радиационные технологии играют важную роль и в других сферах тканевой инженерии, таких как прививание к поверхности, умерщвление клеток с образованием “питательного слоя” для других тканей, а также в области стерилизации.

Тканевая инженерия, как в сочетании с традиционными методами использования банков ткани, так и без них, потенциально может улучшить исход лечения и в будущем снизить потребности в стерилизованном донорском материале.

Исследования и разработки

В нынешнем году был начат (а в 2018 году будет завершен) проект координированных исследований (ПКИ) МАГАТЭ по созданию инструктирующих поверхностей и матриц для тканевой инженерии с использованием радиационной технологии. Он осуществляется Отделом здоровья человека и Отделом физических и химических наук.

Из 14 участвующих государств-членов у Аргентины, Бангладеш, Бразилии, Египта, Малайзии, Мексики, Португалии, Словакии, Турции и Уругвая имеется ограниченный потенциал в этой области, в то время как Китай, Польша, Соединенное Королевство и США обладают передовыми знаниями и инфраструктурой в сфере тканевой инженерии.

“ПКИ организован таким образом, чтобы и мы, и принимающие участие в проекте государства-члены могли опираться на опыт стран, являющихся лидерами в этой области”, – говорит г-н Беляков, отвечающий за этот проект. “Наша цель – обеспечить форум для передачи знаний и технологий среди учреждений-участников и содействовать формированию сети представителей различных дисциплин (например, химиков, биологов, физиков, медицинских инженеров и специалистов по материаловедению), а также стимулировать вовлечение государств-членов с низким и средним уровнем дохода в эту быстро развивающуюся деятельность на ранних этапах.”

Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ УХОДА ЗА ПАЦИЕНТАМИ

По мере развития технологий аппаратура для диагностики и лечения заболеваний, в том числе устройства, в которых используется ионизирующее излучение, становятся все более сложными и обеспечивают более четкие и детальные изображения органов тела и более эффективное лечение таких заболеваний, как рак.

Например, современные радиотерапевтические устройства позволяют врачам точнее фокусировать пучки излучения для воздействия на раковые опухоли, т.е. улучшать лечение пациентов, проходящих курс лучевой терапии.

Однако при неверной калибровке или неправильном использовании этих сложных устройств пациенты могут получить ошибочную дозу ионизирующего излучения, которая может принести вред (вместо планируемой пользы) пациентам, а также медицинским работникам.

Поэтому актуальной задачей является обеспечение нужной дозы облучения для диагностической визуализации или лечения рака. Слишком большая доза может нанести вред пациенту, а слишком малая доза не позволит получить диагностическое изображение, дающее достаточно полную информацию для врача. При лечении рака слишком малая доза излучения полностью не уничтожит раковые клетки, что приведет к возобновлению роста опухоли.

В целях решения проблемы как чрезмерного, так и недостаточного облучения во время медицинских процедур МАГАТЭ оказывает помощь государствам-членам в достижении и поддержании высоких стандартов профессиональной практики путем образования и подготовки кадров, а также содействия в создании и реализации программ гарантии качества. Услуги МАГАТЭ в области менеджмента качества, оказываемые прежде всего в рамках программы технического сотрудничества, позволяют Агентству оказывать помощь медицинским учреждениям во всем мире, обеспечивая их инструментами, которые они могут использовать для улучшения практики радиационной медицины.

Агентство разработало всеобъемлющие руководящие принципы, призванные содействовать аудиту качества во всех направлениях радиационной медицины, а именно в области ядерной медицины ("КВАНУМ" – гарантия качества в ядерной медицине), радиационной онкологии ("КВАТРО" – гарантия качества в радиационной онкологии) и диагностической радиологии ("КВАДРИЛ" – гарантия качества в диагностической радиологии).

"КВАНУМ" обеспечивает внутренний и внешний клинический аудит в ядерной медицине и стимулирует



Врачи обсуждают радиационные измерения, которые проводятся в рамках аудита "КВАТРО" в Риеке, Хорватия.

(Фото: Э. Ижевский/МАГАТЭ)

формирование в медицинских учреждениях культуры постоянного проведения аудита практики и процедур.

"КВАТРО" позволяет проводить внешние оценки радиационной онкологии, в которых акцент делается на повышении качества за счет всестороннего рассмотрения процедур, структурного построения и процессов, применяемых в лучевой терапии.

"КВАДРИЛ" обеспечивает внешний клинический аудит практической диагностической радиологии, в котором основное внимание уделяется повышению качества ухода за пациентами, а также предоставлению и организации клинических услуг.

Содержание руководящих принципов аудита может быть различным в том, что касается деталей, однако все они имеют одинаковые основные характеристики, реализуются многопрофильными группами специалистов, имеющих опыт в соответствующей области радиационной медицины, и направлены на повышение качества. Для облегчения работы аудиторов, а также процесса независимого рассмотрения были разработаны и включены в руководящие принципы МАГАТЭ подробные типовые анкеты и формы отчетов об аудите.

Аудит – это абсолютно добровольный процесс. Вместе с тем только комплексный клинический аудит позволяет провести системный анализ практики и выявить области, требующие улучшения в данном учреждении.

Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ: МАГАТЭ ОТКРЫВАЕТ ПЛАТФОРМУ ДИСТАНЦИОННОГО ОНЛАЙНОВОГО ОБУЧЕНИЯ DATOL



На посвященном DATOL мероприятии в рамках 58-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ государства-члены могли получить информацию об этой онлайн-учебной программе, предназначенной для специалистов в области ядерной медицины.
(Фото: К. Офиленья/МАГАТЭ)

В последние годы в области ядерной медицины произошли серьезные изменения: в медицинских учреждениях по всему миру стали широко применяться гибридные методы визуализации, новые аналитические методы и процедуры компьютерной томографии. В то же время растет понимание того, что безопасность использования излучений и управления в медицине зависит от наличия должным образом подготовленных медицинских работников.

Государства – члены МАГАТЭ вкладывают существенные средства в развитие ядерной медицины, однако периодически ощущается дефицит экспертного ресурса, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода. В некоторых регионах объем знаний в сфере ядерной медицины еще не достиг критической массы, необходимой для обоснования целевых учебных программ. В других регионах учебные программы имеются, однако они не соответствуют растущим потребностям в этой области.

В сентябре 2014 года Агентство официально объявило о начале работы платформы дистанционного онлайн-обучения (DATOL). Эта платформа, предназначенная для устранения дефицита экспертных знаний, функционирует в рамках Кампуса по здоровью человека – портала МАГАТЭ, на котором медицинские работники могут найти авторитетные специализированные учебные материалы в систематизированной форме.

DATOL – это информационный ресурс, обеспечивающий структурированный доступ к материалам для формативного обучения. Данная онлайн-учебная платформа предназначена для формирования знаний и навыков, необходимых специалистам по ядерной медицине для проведения высококачественных исследований и оптимального оказания медицинских услуг безопасным образом.

В настоящее время тщательно составленная интерактивная учебная программа DATOL охватывает 39 предметов, рассчитанных приблизительно на 900 часов обучения; она сбалансированно охватывает общедисциплинарные (теоретические) и ситуативные (практические) знания. Если посвящать обучению 5-6 часов в неделю, учебную программу DATOL можно освоить за 2-3 года.

Чтобы убедиться, что участникам прививаются правильные навыки, в рамках платформы дистанционного обучения предусмотрены стандартные процедуры оценки, применяемые как на региональном, так и на межрегиональном уровне. По каждому из почти 40 предметов имеется набор упражнений, результаты выполнения которых регистрируются для подтверждения освоения курса.

Истоки DATOL

Дистанционное обучение в этой области началось с создания вводного курса по технологии ядерной медицины в печатном виде.

Одним из предшественников DATOL была программа, более 20 лет назад подготовленная Сиднейским университетом и Австралийской организацией по ядерной науке и технике (АНСТО). Эти учреждения разработали систему дистанционного обучения (ДО), в рамках которой сотрудники больниц в государствах – членах МАГАТЭ проходили ознакомительный курс по использованию методов ядерной медицины в диагностике и лечении. После успешного распространения эта программа ДО была обновлена и преобразована в модуль электронного обучения на компакт-диске, преемником которого в свою очередь стала нынешняя онлайн-версия – DATOL.

Сегодня DATOL – это веб-платформа с унифицированной программой дистанционного обучения, предназначенная для самостоятельных занятий, последовательного повышения квалификации и официальной профессиональной подготовки специалистов по ядерной медицине. В нее включены всеобъемлющие онлайн-учебные

материалы, которые охватывают основополагающие концепции и прикладные знания. Особое внимание уделяется последним достижениям в области методов эмиссионной томографии, в том числе однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и позитронно-эмиссионной томографии. Хотя пользователи DATOL уже работают в сфере ядерной медицины (это одно из требований для участия в программе), им могут быть полезны интерактивные инструменты обучения, наглядные пособия и ресурсы для закрепления и углубленного изучения учебных предметов.

В медицине ядерные и радиационные методы широко применяются для лечения большого количества заболеваний – как инфекционных, так и неинфекционных (таких как рак и сердечно-сосудистые заболевания). К настоящему времени платформой DATOL уже пользуются примерно 800 студентов (в основном из стран Латинской Америки и Азиатско-Тихоокеанского региона), проходящих подготовку в области диагностики и лечения этих заболеваний.

Положительные отклики

DATOL была открыта совсем недавно, однако уже поступили отклики, свидетельствующие о полезности такого рода дистанционной учебной платформы. Несомненно, что DATOL способствует совершенствованию медицинской практики, особенно когда рекомендуемые принципы соблюдаются (в том числе планы-графики и строгие сроки выполнения заданий). Во время интерактивных семинаров-практикумов, организованных в рамках поддержки DATOL, МАГАТЭ получило отклики, свидетельствующие о заметных успехах в приобретении новых знаний, внедрении новых эффективных методов и о позитивных переменах общего характера. Версия учебной программы по ядерной медицине на испанском языке заметно облегчила информационно-разъяснительную работу, направленную на применение этого инновационного онлайн-ресурса в Латинской Америке.

Ввод в действие платформы DATOL – это поворотный момент, важнейшее достижение, ставшее результатом масштабной подготовительной и практической работы в рамках серии проектов технического сотрудничества (ТС), которые осуществлялись в течение последних двух десятилетий. Эти проекты преследовали следующие цели: поэтапная подготовка и унификация учебной программы и учебных материалов, совершенствование технических аспектов онлайн-обучения, адаптация курса с учетом содержания программ повышения квалификации для всех специалистов по ядерной медицине. Прохождение онлайн-курсов в рамках Кампуса по здоровью человека базируется на алгоритмах Учебной киберплатформы для образования и подготовки кадров в ядерной области (CLP4NET) – системы, основанной на принципе “одного окна” с открытым

доступом к научным материалам и содержащей не только информационные тематические модули, но и средства обучения.

Кроме того, DATOL – это результат реализации эффективного партнерства между государствами – членами МАГАТЭ, Департаментом ядерных наук и применений МАГАТЭ и Департаментом технического сотрудничества МАГАТЭ при поддержке Сиднейского университета, Университетского колледжа Лондона и АНСТО.

Вскоре после запуска платформы от государств-членов во время 58-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ поступил ряд запросов, касающихся этой онлайн-программы. Недавно Исламская Республика Мавритания и Бенин обратились с просьбой представить дополнительные данные, которые позволят лучше понять работу DATOL.

Выполнение задач, предусмотренных мандатом МАГАТЭ

В области охраны здоровья человека удовлетворение технических и инфраструктурных потребностей, связанных с профилактикой, диагностикой и лечением, часто сопряжены с трудностями и большими затратами. МАГАТЭ оказывает содействие государствам-членам в развитии услуг ядерной медицины во соответствии со статьей II своего Устава, в которой говорится, что МАГАТЭ стремится к достижению более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания здоровья. Таким образом, разработка соответствующих программ обучения для широкого круга специалистов по ядерной медицине является одной из основных задач Агентства.

Платформа DATOL, способствующая выполнению указанной уставной функции, будет обеспечивать получение точной, достоверной информации для обучения и повышения квалификации специалистов по ядерной медицине из государств – членов МАГАТЭ.

DATOL – это учебная платформа для стран, нуждающихся в получении из первых рук медицинской информации и материалов, которые могут спасти жизни многих людей. Она позволяет в инициативном порядке наладить подготовку специалистов по ядерной медицине, что также способствует повышению экономической эффективности. Таким образом, у специалистов и преподавателей в данной области появляется замечательная возможность узнать о новых концепциях и современных технологиях в области ядерной медицины.

Омар Юсуф, Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ



Ретроспектива событий

Важнейшие моменты в работе
58-й сессии Генеральной
конференции МАГАТЭ

22–26 сентября 2014 года



На 58-й сессии Генеральной конференции (ГК) МАГАТЭ, состоявшейся 22-26 сентября 2014 года в Центральных учреждениях МАГАТЭ, присутствовали более 3000 участников.

В этой конференции, длившейся пять дней, приняли участие высокопоставленные представители правительств и другие участники из 162 государств – членов МАГАТЭ, а также международные организации, средства массовой информации и неправительственные организации.

Конференция рассмотрела программу и деятельность МАГАТЭ и утвердила бюджет Агентства на следующий год. Каждый год участники ГК имеют также возможность посещать параллельные мероприятия, которые проводятся в течение всей недели.



“Наша работа оказывает огромное влияние на повседневную жизнь миллионов людей во всем мире”,

— отметил Генеральный директор МАГАТЭ Юкия Аmano во время своего выступления перед сотнями делегатов на открытии сессии ГК.



23 сентября 2014 года

Сокращение числа случаев излишнего облучения в медицине: параллельное мероприятие, посвященное информированности, целесообразности и проверке при обеспечении радиационной защиты и безопасности пациентов

В целях сокращения риска излишнего облучения пациентов при использовании ионизирующего излучения эксперты предложили подход, основанный на обеспечении информированности, целесообразности и проверки, применение которого позволит существенно сократить число радиологических процедур, проводимых каждый год, и гарантировать проведение этих процедур с учетом наилучших интересов пациентов.



(Фото: С. Энрикес/МАГАТЭ)

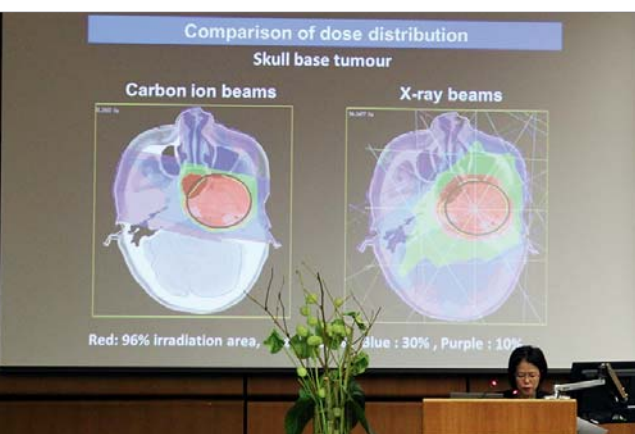
25 сентября 2014 года



(Фото: О. Юсуф/МАГАТЭ)

Трансконтинентальное обучение: МАГАТЭ открывает платформу DATOL для дистанционного онлайн-обучения

В ходе параллельного мероприятия во время ГК была официально открыта платформа дистанционного онлайн-обучения DATOL, функционирующая в рамках Кампуса по здоровью человека МАГАТЭ. Этот созданный МАГАТЭ ресурс содержит учебные материалы, предназначенные для повышения квалификации специалистов в области ядерной медицины и формирования знаний и навыков, необходимых для проведения высококачественных исследований и оптимального оказания медицинских услуг безопасным образом.



(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)

МАГАТЭ провело мероприятие, посвященное применению метода лучевой терапии заряженными частицами в целях более эффективного лечения рака

Новый метод лучевой терапии, предполагающий доставку к опухоли заряженных частиц (протонов или ионов углерода), может обеспечить более эффективное сдерживание роста опухоли и требует применения меньших доз облучения во время лечения рака. Темой одного из параллельных мероприятий во время ГК стала "Терапия заряженными частицами в онкологии: биологические и технологические аспекты".



Устранение дефицита медицинских радиоизотопов: проблемы со снабжением, усилия по смягчению последствий кризиса и альтернативы медицинскому радиоизотопу молибден-99

Дефицит одного из основных радиоизотопов будет негативно влиять на диагностику методом ядерной медицинской визуализации, если не будут найдены замены или альтернативные методы. Молибден-99 обычно производится в исследовательских реакторах. Это материнский изотоп технеция-99m, который широко используется в ядерной медицине. Темой трех выступлений на параллельном мероприятии "Медицинский радиоизотоп молибден-99: проблемы со снабжением, усилия по смягчению последствий кризиса и альтернативы", проведенном во время ГК, стало нынешнее положение дел с производством молибдена-99 и возможные варианты ослабления кризиса.



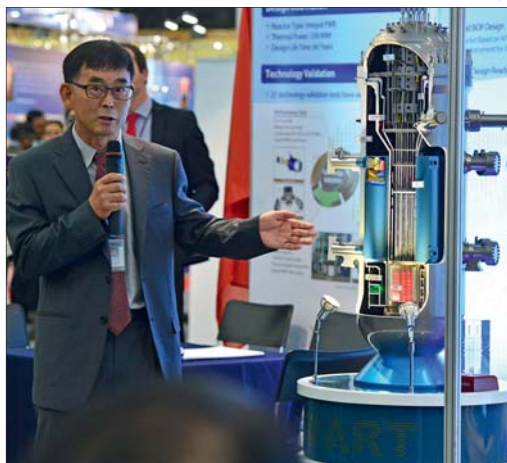
(Фото: К. Офиленя/МАГАТЭ)



Улучшение качества жизни: укрепление партнерских отношений в целях борьбы с раком

На параллельном мероприятии, посвященном укреплению партнерских отношений в целях борьбы с раком, был сделан акцент на важности построения стратегических партнерских отношений в интересах борьбы с эпидемией рака в странах с низким и средним уровнем дохода и прозвучал призыв к дальнейшим усилиям по борьбе с одной из самых серьезных угроз здоровью людей во всем мире. Нелли Энверем-Бромсон, директор Отдела Программы действий МАГАТЭ по лечению рака и ведущая этого мероприятия, подчеркнула, что инициативные, стратегические, устойчивые глобальные действия по борьбе с раковыми заболеваниями, а также инвестиции в перспективные методы контроля и лечения рака имеют решающее значение для спасения жизней.

Помимо параллельных мероприятий по вопросам радиационной медицины и технологий в ходе проведения десятков выставок и других мероприятий, состоявшихся во время работы ГК, распространялась информация о деятельности и специальных программах, осуществляемых ключевыми департаментами Секретариата МАГАТЭ и рядом государств-членов.



Заключительный день, 26 сентября 2014 года



Во время заключительных заседаний Генеральной конференции делегаты государств – членов МАГАТЭ имели возможность проголосовать по различным вопросам, имеющим отношение к МАГАТЭ, в частности по резолюциям, касающимся укрепления работы МАГАТЭ во многих областях, включая ядерную науку и технологии, безопасность, физическую безопасность, гарантии и техническое сотрудничество.



В обсуждении решений и процессе голосования по ним активно участвуют многие делегаты. Генеральная конференция завершила свою работу поздно вечером 26 сентября 2014 года после оживленной дискуссии и голосования.

59-я сессия Генеральной конференции состоится 14-18 сентября 2015 года.

Автор текста: Николь Яверт, Бюро коммуникации и общественной информации МАГАТЭ
Фото (если не указан автор): Д. Кальма/МАГАТЭ

АВТОРЫ

Юкия Аmano

Олег Беляков

Удай Бхонсле

Чилийская комиссия по ядерной энергии

Элеанор Коди

Гарри Делис

Аабха Диксит

Энрике Эстрада Лобато

Саша Энрикес

Ула Хольмберг

Николь Яверт

Ральф Кайзер

Рави Кашьяп

Майкл Киза

Хосе Антонио Лосада

Михаэль Амди Мадсен

Азмед Мегзифене

Фернандо Мут

Жуан Алберту Оссу-младший

Хосе Отарола-Силески

Томас Паскуаль

Амалия Пейкс

Дженлука Полль

Раджа Абдул Азиз Раджа Аднан

Эдуардо Розенблатт

Дана Саккетти

Агнес Шафрань

Омар Юсуф

International
Conference on

Clinical PET/CT and Molecular Imaging (IPET 2015)

PET/CT in the era of
multimodality imaging and
image-guided therapy

ORGANIZED BY
THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Vienna, Austria
5–9 October 2015

