

Ядерная кардиология для развивающихся стран

*Практические потребности можно удовлетворить
с помощью простых устройств*

Л.Е. Файнендеген

„Энергия атома” — радионуклидов — является основным средством, которое используется в ядерной медицине для наблюдения за жизнедеятельностью клеток и тканей. По мере расширения областей применения и появления все большего числа разнообразных приборов, и особенно после создания гамма-установок, многие стали

Д-р Файнендеген — директор Института медицины Ядерного исследовательского центра в Юлихе, ФРГ; он также является профессором факультета ядерной медицины в Дюссельдорфском университете; в основу данной статьи положен доклад на симпозиуме МАГАТЭ/ВОЗ, который проходил в 1985 г., „Ядерная медицина и применение радионуклидов в развивающихся странах”; материалы симпозиума можно заказать в Отделе публикаций МАГАТЭ.

рассматривать успехи в развитии методов и техники сканирования как уникальную возможность описания структуры и функций органов; результаты радиоизотопного сканирования несколько напоминают результаты обычной радиологии, но не могут быть достигнуты средствами последней. В результате, радиологические отделения стали называться отделениями сканирования.

В течение последних нескольких лет к числу таких методов прибавился метод ультразвука, который вместе с методом ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) получил в настоящее время широкое распространение и признание благодаря своему необычно высокому качеству. В свете этих последних впечатляющих разработок необходимо оценить значение радиоизотопного сканирования, дающего возможность получить изображение внутренних органов, для будущего клинической практики и исследований.



В настоящее время многие врачи, администраторы и финансирующие организации считают, что будущее радиоизотопного сканирования находится под угрозой и что оно во все возрастающей степени уступает свои позиции в конкурентной борьбе с последними более современными методами сканирования. Нет никаких сомнений, что такие заявления частично оправданы, если говорить о самих методах сканирования, качестве получаемого с их помощью изображения и необходимой для этого инфраструктуре. Вопрос конкурентной борьбы между различными методами сканирования имеет большое значение из-за ограниченности ресурсов, поэтому в рамках перспективного планирования необходимо стремиться к достижению наиболее благоприятного соотношения затрат и достигнутых результатов.

Следует провести оценку сложившейся ситуации и дать предложения относительно будущих разработок, которые представляют особый интерес для тех районов, где отсутствует полноценное медицинское обслуживание широких слоев населения, а виды болезней значительно отличаются от видов болезней в промышленно развитых странах, поэтому приоритеты в финансировании должны устанавливаться в соответствии со стремлением оказать наибольшую по возможности помощь при наличии чрезвычайно ограниченных финансовых ресурсов. В данном случае борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями является особенно наглядной и ее обсуждение в этой статье следует рассматривать применительно ко всей проблеме радиоизотопного сканирования.

Оценка методов сканирования

Конечно, радиоизотопное сканирование является основным источником информации, получаемой в результате наблюдения за прохождением радионуклидов в теле человека. Врачей больше всего интересует именно эта роль радионуклидов или, говоря конкретней, меченных радиоизотопами соединений; действительно, изображение, полученное с помощью радиоизотопного сканирования, нужно рассматривать как окно, позволяющее изучить пути прохождения радионуклидов. Можно даже сказать, что результаты радиоизотопного сканирования полностью используются только в том случае, если они дают возможность проследить пути движения радионуклидов; говоря другими словами, если меченные радиоактивными изотопами клетки или метаболиты позволяют наблюдать строение организма человека на клеточном или молекулярном уровне. В этом случае радиоизотопное сканирование делает тело человека биохимически

прозрачным, чего нельзя добиться с помощью других методов. Это один из наиболее важных аспектов, который необходимо подчеркнуть. Следовательно, сперва нужно определить цели диагностического исследования, а затем обратиться к наиболее подходящим методам и средствам их достижения.

Если необходимо сделать акцент на структуре или, точнее говоря, на области расположения органа, то вряд ли целесообразно прибегать к радиоизотопному сканированию при наличии других эффективных и более дешевых средств. Однако, если нужно исследовать соотношение между областью расположения органа и временем прохождения меченного соединения через этот орган, то единственной альтернативой может оказаться лишь радиоизотопное сканирование.

Если измерение прохождения меченного соединения важнее разрешения исследуемой области расположения органа, то, вероятно, вполне достаточно использовать простые однодатчиковые счетчики излучения и не прибегать к сканированию. Однако, если через область расположения органа должны пройти более значительные массы, а нарушение функций исследуемой системы не имеет существенного в данном случае значения, то, вероятно, предпочтительнее использовать методы меченных атомов благодаря их экономичности, оперативности, отсутствию риска и более высокому качеству количественного анализа. Все это рассматривается в сравнении с другими неинвазивными подходами, такими, например, как радиологические ультразвуковые или ЯМР-метод сканирования.

Конечно, все эти соображения непосредственно касаются сердечно-сосудистых заболеваний.

Особый случай ядерной кардиологии

Основная цель ядерной кардиологии заключается в оценке 1) работы сердца, особенно левого желудочка, 2) кровоснабжения миокарда и 3) метаболизма миокарда. Могут возникнуть дополнительные потребности в определении способности к адаптации периферического кровообращения, особенно малого круга кровообращения и его резерва*.

Злободневны ли эти диагностические проблемы в развивающихся странах?

Ответом одновременно может быть и „да“, и „нет“: „да“ — для тех многочисленных пациентов, которым необходимо провести диагностическое обследование, и „нет“ — для тех многочисленных

* *Clinical nuclear cardiology* под редакцией Д.С. Бергмана и Д.Т. Масона („Грюн энд Страттон“, Нью-Йорк, Лондон, Торонто, Сидней, Сан-Франциско, 1981 г.).

Гамма-установка, используемая в медицинском центре КАЗ Пакистана в Лахоре (Фото КАЗ Пакистана).

пациентов, у которых из-за других серьезных болезней сердечно-сосудистые заболевания не развиваются или развиваются очень редко.

Следующий вопрос: „Можно ли удовлетворить выявленные диагностические потребности?“ Здесь основными являются следующие проблемы: ограниченные финансы; недостаточная во многих случаях подготовка персонала; техническое обслуживание оборудования сильно затруднено в силу инфраструктурных и климатических причин; поставки радиоактивных фармацевтических препаратов находятся под постоянной угрозой. Однако это не означает, что все вышеперечисленные трудности следует считать оправданием отказа от проведения ядерных медицинских исследований там, где в этом существует явная необходимость.

В основе данного утверждения лежат две причины: во-первых, необходимость прогресса, в котором никому нельзя отказать. Для этого требуется искреннее стремление и стимул к личному участию в принятии эффективных усилий совместно с коллегами, администраторами и обществом в целом. Вторая причина носит психологический характер: увеличение отрыва промышленно развитых стран от развивающихся, богатых государств от бедных может иметь губительные последствия. В этом аспекте планирование должно оказать эффективную помощь в координации капиталовложений и сделать возможным создание передовых научных центров. С одной стороны, такие центры являются источником национальной гордости, а с другой стороны — дают возможность организовать подготовку персонала в достаточном количестве для удовлетворения возникающих потребностей при условии соответствующего финансирования.

Ядерная кардиология ставит много проблем, обусловленных разнообразием средств, имеющихся в ее распоряжении, и особой ролью, которую она играет в клинической практике.

Исследование сердечной деятельности

Исследования сердечной деятельности могут заключаться в использовании сложных процедур сканирования, таких, например, как методы параметрической диагностики систолического объема крови из левого желудочка при сокращении его стенок. Однако эти два параметра в какой-то степени можно анализировать с помощью ультразвука, даже если количественный анализ оставляет желать лучшего. Оценка сердечной деятельности, основанная на определении максимальной скорости выброса крови из сердца и минимального времени циркуляции крови, является относительно простой и достаточно точной процедурой. Для проведения последнего вида исследований не обязательно применять сложные методы сканирования; для этого весьма полезно и даже лучше использовать однократниковые устройства.

Однократниковый прибор, специально предназначенный для измерения параметров работы левого желудочка (число сокращений, время и скорость, а также время и скорость наполнения) на-

зывается „ядерным стетоскопом“*. Краткие ссылки на этот прибор будут приведены ниже при описании простого устройства, которое, возможно, сможет удовлетворить практические потребности развивающихся стран.

Вещества, применяемые в процессе сканирования

Применение таллия-201 для сканирования кровоснабжения миокарда значительно облегчило диагностику стенокардии. Различия между результатами, полученными сразу же после дозированной нагрузки и после 2-3-часового отдыха, полностью подтвердили клиническое значение этого меченного атома. Во время проведения практически безопасной и экономящей время диагностики стенокардии его чувствительность близка к 90 %, в то время как обычные методы, за исключением ангиографии, не могут прояснить ситуацию.

Однако таллий-201 является дорогостоящим изотопом, кроме того, высокая гамма-активность затрудняет его применение для обычных гамма-установок. Ведется активный поиск новых меченых атомов и соединений. Недавно было обнаружено (первое сообщение появилось на конференции по ядерной медицине в Кувейте, проходившей с 17 по 21 февраля 1985 г.), что иодированная ортофенилпентадекановая кислота является прекрасным веществом для сканирования миокарда. Ее легко получить, а в сочетании с меченым атомом йод-123 она позволяет значительно улучшить качество получаемого изображения по сравнению с таллием-201. Эта кислота быстро проникает и долго удерживается в хорошо наполненном миокарде, поэтому повторные изображения миокарда можно получать в течение нескольких часов. Данное соединение в отличие от других соединений почти или совсем не разлагается**.

Одним из основных преимуществ сканирования метаболизма миокарда является возможность постановки дифференциального диагноза стенокардии и кардиомиопатии даже на ранних стадиях их раз-

* „Ядерный стетоскоп — простой прибор для получения кривых работы левого желудочка“, Х.Н. Уэгнер, Р. Уэйк и Е. Николоф „*Journal of Cardiology*“, 38, 747 (1976 г.).

** Было обнаружено, что иодированную парафенилпентадекановую кислоту или иодированную омегапентадекановую кислоту очень удобно использовать для оценки метаболизма миокарда. См. „Сканирование и исследования метаболизма миокарда у больных с идиопатической застойной кардиомиопатией с использованием (17-¹²³I)- йодпентадекановой кислоты“, А.Хек, Кр.Фройнлиб, К.Виска, Б.Лессе, Р.Эрбел и Л.Е.Файннеденген, *Journal of Nuclear Medicine*, 24, 22–28 (1983); „Кинетика различных жирных кислот, меченных изотопами ¹²³I и ¹⁴C, в миокарде здоровых и больных диабетом крыс *in vivo*“, Т.Е. Бекуртс, В.В. Шрив, Р. Ширен и Л.Е. Файннеденген, *Nuclear Medicine Comm.*, 6, 415–424 (1985); и „15-(орто-¹²³I-фенил) пентадекановая кислота — новое вещество для клинического применения в целях получения изображений миокарда“, М.А. Антар, Г. Спор, Х.Х. Херzog, К.П. Кайзер, Г. Нотохамипродо, Е. Вестер, Б. Шварцкопф, Б. Лессе, Х.Дж. Мачула, В.В. Шрив и Л.Е. Файннеденген, *Nuclear Medicine Comm.* (в печати).

Оценку метаболизма миокарда можно проводить с помощью планарной сцинтиграфии и жирных кислот с длинной цепочкой (например, I-омегапентадекановая кислота), меченных изотопом ¹²³I, если с помощью соответствующего метода субтракции изображения внести поправки на меченые катаболиты. Результаты практически идентичны результатам томографии позитронного излучения и применения ¹¹C-пальмитиновой кислоты.

вития. Можно легко наблюдать даже скрытые изменения, вызванные алкоголем или инсулином. Несмотря на то, что сканирование метаболизма миокарда является в настоящее время специальным тестом, к которому прибегают в основном для решения наиболее трудных диагностических проблем, оказывается, что кардиомиопатия распространена гораздо шире, чем это считалось раньше.

В связи с этим возникают вопросы, требующие своего решения, и в особенности вопросы, связанные с проблемами недостаточного питания, гиповитаминоза, нехватки меченых атомов или соединений или с проблемами перегрузок, а также с изменениями, вызванными лекарствами, токсическими химическими веществами или инфекциями. Мало изучено влияние условий жизни на метаболизм миокарда, особенно в бедных странах. Существуют ли по крайней мере минимальные требования, предъявляемые к нормальной работе сердечно-сосудистой системы? Это — исследовательские проблемы, которые потенциально могут иметь огромное практическое значение.

Упрощенные методы ядерной кардиологии

Как указывалось выше, необходим прогресс, реакция и адаптация к практическим потребностям. Такой реакцией является предложение использовать компактный радиокардиограф, разработанный в Институте медицины Ядерного исследовательского центра в Юлихе, ФРГ. Данный прибор, названный параметрическим гаммаскопом, объединяет в себе характеристики ядерного стетоскопа и возможность проводить измерения минимального времени циркуляции крови, а также наблюдать изменения в объеме крови в сердце, легких и печени как в состоянии покоя, так и при дозированных нагрузках. Все три теста сердечно-сосудистой системы проводятся во время одного исследования. С их помощью последовательно измеряются параметры работы левого желудочка, всей центральной системы кровообращения от правого предсердия до корня аорты, включая легочный участок, и в заключение — изменения в распределении объемов крови в сердце, легких и печени при дозированных нагрузках. Это надежный, компактный и переносной прибор, электроника которого рассчитана на значительные изменения комнатной температуры, влажности и электрического тока. Прибор осуществляет измерения с помощью одного датчика; небольшой компьютер (который в настоящее время имеется в продаже) строит и анализирует кривые*.

* Более подробную техническую информацию можно найти в работе автора *Ядерная медицина и применение радионуклидов в развивающихся странах*, материалы симпозиума МАГАТЭ/ВОЗ, IAEA STI/PUB/699, Вена (1986 г.). Кроме того, смотрите работу „Компактный радиокардиограф для одновременного измерения работы левого желудочка и минимального времени циркуляции крови в малом круге кровообращения”, В. Бекер, М. Шиттек, М. Роузен и Л.Е. Файнтендеген; а также работу „Анализ множественных окклюзий кровяного бассейна в целях измерения центральной гемодинамики в состоянии покоя и при дозированных нагрузках”, Г. Спор, А. Хек, А. Шмид и Л.Е. Файнтендеген, в журнале „Nuklearmedizin-Darstellung von Metabolismen und Organ-Funktionen” под редакцией Х.А.Е. Шмидта, В.Е. Адама, Ф.К. Шаттауэр Верлага, Штутгарт, Нью-Йорк (1984 г.); а также „Минимальное время циркуляции крови”, Л.Е. Файнтендеген, К. Виска, Х. Шйга, В. Бекер, Кр. Фройндлиб, в журнале „Der Nuklearmediziner” (приложение 1979 г.).



Общий вид параметрического гаммаскопа и одного из его датчиков.



Проблемы и потребности

Цели ядерной медицины в развивающихся странах должны быть ориентированы на практические нужды клинической практики и здравоохранения в странах с большим населением, а также на исследовательские потребности даже при наличии сильно ограниченных ресурсов. В целях оказания помощи в определении различных местных потребностей необходимо напомнить, что ядерная медицина дает уникальную возможность наблюдать структуру тела человека на молекулярном уровне и, таким образом, делает его биохимически прозрачным.

В зависимости от конкретных диагностических потребностей использование сложных методов сканирования с применением компьютера, гамма-сцинтиграфии или томографии излучения в некоторых случаях может являться единственной альтернативой, а в других случаях — ненужной роскошью. Ядерная кардиология, в основе которой лежит неинвазивная оценка работы сердца, кровоснабжения миокарда и метаболизма миокарда, в развивающихся странах является особой проблемой с точки зрения двух вышеупомянутых факторов. Учитывая такие требования, одноканальные приборы многоцелевого назначения дешевле гамма-установок и более перспективны с точки зрения диагностического применения.

Необходимо привлечь развивающиеся страны к участию в деле развития ядерной медицины и побудить их создавать передовые научные центры, в которых будет осуществляться не только лечение больных, но и подготовка кадров.

Роль МАГАТЭ в области радиационной стерилизации

Программы Агентства продолжают учитывать большую важность соответствующих разработок и распространения текущих технологических „ноу-хау“ в области радиационной стерилизации, в интересах здравоохранения и благополучия технологически менее развитых государств-членов. Особое внимание уделяется помощи в разработке подходящих практических методов обработки медицинских и фармацевтических изделий с учетом местных условий и окружающей среды. Программы действий разрабатываются и осуществляются с помощью периодических совещаний, групп советников-экспертов, тематических симпозиумов, поддержки исследований и координационных программ, публикаций и, прежде всего, благодаря тщательно продуманному техническому сотрудничеству и помощи государств-членов.

Достигнуты обнадеживающие результаты, особенно в некоторых развивающихся странах Азии и региона Тихого Океана, в применении различных интегральных мер в практике радиационной стерилизации медицинского оборудования (см. прилагаемую карту). Вслед за пуском двух облучающих установок с Co-60 в Индии в 1974 году и в Республике Корея в 1975 году, возрос интерес к этой ядерной технологии в большинстве других стран этого региона.

В настоящее время в этом регионе полномасштабные облучающие установки с Co-60 работают в Бангладеш, Индонезии, Малайзии, Сингапуре и Таиланде, в то время как меньшие опытные гамма-установки находятся на стадии исследований и разработок в Бирме, Пакистане, Филиппинах и совсем недавно в Шри Ланке. С 1985 года КНР (установки с Co-60 в Пекине и Шанхае) получает техническое содействие МАГАТЭ в исследованиях, ей предоставлены микробиологические стандартные препараты для дозиметрии и калибровки процесса. Эти недавние разработки на карте применения радиационной стерилизации в Азии и регионе Тихого Океана закрыли брешь между Японией и Австралией. Ожидается дальнейший прогресс в этом регионе.

Карта иллюстрирует также применение стерилизации в развивающихся регионах Европы, Ближнего Востока и Латинской Америки. В Африке, на Ближнем Востоке и в Латинской Америке отмечается высокая степень разнородности и неадекватности, которая оставляет много простора для дальнейших разработок. В Африке (Египет и Саудовская Аравия) уже вступили в строй и действуют кобальтовые установки, производящие стерильное медицинское оборудование для местного здравоохранения. Поразительным контрастом является то, что многие другие страны в регионе даже на элементарном уровне не имеют технической и эксплуатационной инфраструктуры, в то время как в некоторых других (например, Алжир, Гана, Марокко, Заир и Замбия) она находится в стадии планирования. Здесь желательное распространение регионального сотрудничества.

Недавно некоторые страны в Латинской Америке рассмотрели возможные пути регионального сотрудничества в промышленном использовании радиационной обработки, для которого наиболее вероятной областью является стерилизация медицинского оборудования.

Почти все источники с Co-60, установленные в развивающихся странах-членах при поддержке МАГАТЭ, административно подчиняются соответствующим правительственным организациям, таким, как комиссии по атомной энергии или министерства по науке и технологии. Следовательно, в их деятельность входят „услуги по стерилизации“ медицинских изделий, предоставляемых местными производителями. Это требует тесного сотрудничества с покупателями установок на всех этапах, включая обучение и техническую помощь в спецификации, совместимости и стандартизации через „хороший производственный опыт“ и национальное регламентирование. Совещания групп советников и семинары, включая семинар в Шри Ланке в конце этого года, а также региональные проекты по строительству для государств-членов, помогут выполнять цели по распространению технологии, а развитие радиационной технологии будет способствовать совершенствованию национального здравоохранения.



Почти половина медицинского оборудования и инструментов в некоторых странах стерилизуется радиацией. (Фото Isomedix).

