

Ядерная физика в медицине

Абраева Севара Тоштемировна

Преподаватель Термезского филиала Ташкентского
государственного политехнического университета
им. Ислама Каримова

Радионуклидная диагностика — один из видов лучевой диагностики, основанный на внешней радиометрии излучения, исходящего из органов и тканей после введения радиофармацевтических препаратов непосредственно в организм пациента. Это метод функциональной визуализации, позволяющий качественно и количественно оценить наличие функционирующей ткани в исследуемом органе. Особенности технологий ядерной медицины — распознавание патологического процесса на молекулярном уровне, в ряде случаев на доклинической стадии. Технологии радионуклидной диагностики являются функциональными и физиологичными (т.е. не влияющими на течение нормального или патологического процесса жизнедеятельности органа и системы, который они отражают). Радионуклидная диагностика основана на дистанционной радиометрии и использовании радиофармпрепаратов (РФП), отличительная черта которых — способность накапливаться и распределяться в исследуемом органе в зависимости от наличия функционирующей ткани и отражать динамику протекающих в органе процессов. Когда радиоактивный изотоп вводят в организм человека, появляется возможность с помощью счетчика измерить создаваемое излучение и определить локализацию, количество и характер распределения введенного изотопа.

Подобная информация неоценима для диагностики ряда медицинских нарушений. Благодаря высокой чувствительности счетчиков, определяющих излучение, в организм человека вводят очень небольшое количество радиоактивных веществ. Поэтому подобные обследования проводят при довольно низких дозах облучения тканей, что одновременно означает необходимость введения очень небольшой массы радиопрепарата. Во многих происходящих в организме процессах, особенно включающих взаимодействие с гормонами или витаминами, нормальное равновесие веществ легко нарушить. Радиоактивное же обследование редко когда требует введения более чем 1 мкг (одна миллионная часть грамма) вещества, путь которого в организме необходимо проследить, что не приведет к нарушению указанного выше нормального равновесия. Это ценное качество радиоизотопного метода, которое используют при проведении медицинских и биологических исследований.

Радионуклидная диагностика — это метод диагностики основанный на введении пациенту радиофармакологического препарата (РФП), обладающего следующими свойствами:

1. тропностью (сродством) к исследуемому органу или ткани (например, участие в метаболизме исследуемой ткани).

2. наличие радиоактивной метки, позволяющей определить динамику и количество накопившегося РФП с помощью внешнего датчика. Радиофармацевтическим препаратом называется химическое соединение, предназначенное для введения человеку с диагностической или лечебной целью и содержащее в своей молекуле определенный радиоактивный нуклид. Он вводится в организм вместе с фармацевтическими препаратами, при помощи инъекции, заглатывания или ингаляции. Это не больно и безопасно, а эффект феноменален: слабое радиоизлучение, идущее из организма, дает точнейшую информацию о различных органах и возможных патологиях; получение подобной информации другими способами требует

дорогостоящих исследований или хирургического вмешательства, либо вовсе невозможно. Уникальность метода состоит в том, что радиоизлучение идет изнутри органа, а не транслируется извне, как при использовании рентгена, компьютерной томографии или отображения магнитного резонанса (излучателем является не внешнее устройство, а т.н. радиоизотоп — радиоактивная часть вводимого в организм препарата). Это позволяет исследовать интересующий орган на более высоком уровне: полученная картина отображает не только анатомические аномалии, как в вышеупомянутых случаях, но и биологические процессы. Ядерная медицина использует гамма-лучи, подобные α -излучению, используемому в рентгеноскопии. Слабое излучение, идущее из исследуемого органа, фиксируется специальной камерой, которая устанавливается в нескольких сантиметрах от тела пациента. Это занимает несколько минут, камеры работают бесшумно, не беспокоя обследуемого, а получаемая информация может оказаться незаменимой в целом ряде случаев: при исследовании работы сердца и кровообращения в головном мозге, в исследованиях клеток головного мозга, адекватности работы почек, легких и желудка, усвояемости витаминов и исследования плотности костной ткани.

Ядерная медицина позволяет обнаружить мельчайшие костные переломы до того, как они станут заметны при помощи рентгена. Она также может идентифицировать рак и возможность его излечимости, локализовать эпилептические схватки, болезнь Паркинсона и Альцгеймера, последствия сердечного приступа и состояние трансплантированных органов. В конце 20-х годов XX века впервые были использованы меченые соединения в клинической практике. Тогда Блумгарт и Вейз в 1927 г. опубликовали работы по использованию газа радона для определения гемодинамики у больных с сердечной недостаточностью. Появление в распоряжении у медиков радиоактивно меченных атомов открыло целую область, известную как радиоизотопная медицина и уже вступившую в качестве новой специальности в свои законные права.

Использование радиоактивных изотопов

Новая область медицины основана на использовании радиоактивных изотопов. Химические свойства изотопа идентичны с таковыми обычного соответствующего элемента. Имея слишком много или слишком мало нейтронов в ядре, некоторые из изотопов являются радиоактивными, т.е. испускают излучение, которое можно обнаружить с помощью чувствительного прибора, например счетчика Гейгера или сцинтилляционного счетчика. Излучение может состоять из гамма- или альфа — лучей, или из лучей обоих видов.

Существуют определенные изотопы, которые используют в радиоизотопной медицине. Выбор радиоактивного нуклида осуществляется со следующими требованиями: низкая радиотоксичность, приемлемый период полураспада (от нескольких минут до нескольких часов), удобное для регистрации гамма — излучение. Радиоактивный нуклид, который тем или иным способом был введен в структуру препарата, выполняет роль его маркера. Излучения радионуклида становятся переносчиками координированной информации от исследуемого пациента к информационно-измерительному комплексу. Физическая характеристика излучений радионуклида решающим образом предопределяет объем и глубину залегания подлежащего исследованию участка тела. В этом случае радиоактивное излучение, исходящее из организма пациента, в неявном виде несет сведения о функциональном состоянии различных физиологических механизмов и структурно-топографических особенностях различных органов и систем.

Наблюдая за особенностями распределения радиоактивного препарата во времени (динамику распределения), либо в выбранном объеме тела (органа), или в целом организме, мы получаем возможность судить о функциональном состоянии органов и систем. Изучая же характер пространственного распределения, мы приобретаем сведения о структурно-топографических особенностях той или иной части тела, органа или системы. Поэтому по своим функциональным

свойствам РФФ могут быть разделены на физиологически тропные и инертные. Из чего следует, что первые являются оптимальным средством для проведения структурно — топографических исследований, каждое из которых проводится, начиная с момента установления более или менее стабильного распределения РФП в исследуемом органе или системе. Вторые, которые часто называют индикаторами" транзита«, используются главным образом для исследования методами гамма — хронографии.

При этом высокая удельная активность препарата и приемлемая энергия гамма — квантов, испускаемых радионуклидом — меткой, гарантируют хорошие пространственное разрешение, а быстрый распад радионуклидов позволяет проводить серию динамических наблюдений через минимальный интервал времени при отсутствии органного фона от предшествовавшего радионуклидного обследования. Хорошей иллюстрацией использования радиоактивных веществ в медицине является закономерность распределения радиоактивного йода при различных заболеваниях щитовидной железы, проведенные в 1939 г. Гамильтоном. Известно, что щитовидная железа непременно захватывает весь йод, попадающий в организм, независимо от пути проникновения. Пациенту было предложено принять внутрь раствор ^{131}I , радиоактивность которого была предварительно сосчитана счетчиком Гейгера и принята за 100%. Тем же счетчиком проводились измерения радиоактивности в области щитовидной железы через 2 часа, через 4 часа и через сутки после введения радиоактивного йода.

Таким образом, была эмпирически определена норма накопления препарата в щитовидной железе. Если накопление произошло быстрее, то имеем дело с гиперфункцией щитовидной железы, а если накопление шло медленнее, чем в норме, то с гипофункцией. Этот пример использования радиоактивного индикатора в клинических целях наглядно демонстрирует сущность и возможности радионуклидной диагностики.

Литература

1. Куренков, Н.В. Радионуклиды в ядерной медицине [Текст]: справочное издание / Н.В. Куренков, Ю.Н. Шубин; под общ ред. Н.В. Куренкова. — Обнинск.: ФЭИ, 1998. — 163 с.
2. Звонов, И.А. Лучевые нагрузки от радиофармацевтики[Текст] / И.А. Звонов, — М.: Атоминформ, 1999. — 237 с.
3. Трофимова, Т.И. Справочник по физике[Текст]: справочное издание / Т.И. Трофимов, — М.: Издательский дом «Дрофа», 2001. —208 с.
4. Жданов, В.М. Тайны разделения изотопов[Текст] / В.М. Жданов. — М.: МИФИ, 2004. — 38 с.