

го электромагнитного излучения миллиметрового диапазона. // Известия ВУЗов. Физика – 1998. – №4 – С. 215-221.

10. Каруш Ф. Сродство антител :пределы, изменчивость, роль поливалентности. – В кн.: Иммуноглобулины. – М. Мир. 1981, с.121.

ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ.

Сербина А.В.

Научный руководитель Фокин А.В., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: ann888@sibmail.com

Древняя латинская поговорка гласит: "Diagnosis cetra - ullaе therapiae fundamentum" ("Достоверный диагноз - основа любого лечения"). На протяжении многих веков усилия врачей были направлены на решение труднейшей задачи - улучшение распознавания заболеваний человека.

В настоящее время существуют методы визуализирующей диагностики, связанные с построением изображения внутренней среды биологического объекта. К ним относятся методики рентгеновской, магниторезонансной, протонной, позитронной эмиссионной, оптической томографии, ультразвуковой и радиоизотопной диагностики и многие другие. Их внедрение позволило значительно повысить уровень качества диагностики.

Однако любому методу присущи свои ограничения. Например, рентгеновская томография оказывает влияние на организм за счет воздействия ионизирующего излучения, поэтому частота и продолжительность таких исследований существенно ограничены, а так же этот метод имеет ряд противопоказаний и в большинстве случаев проводится при крайней необходимости.

Метод рентгеновской (компьютерной) томографии является весьма информативным. В процессе его развития ученые добились улучшения временного разрешения, улучшения пространственного разрешения, увеличения скорости сканирования, улучшения контрастного разрешения, увеличения отношения сигнал/шум, увеличения эффективности использования рентгеновской трубки, а так же увеличения зоны анатомического покрытия и уменьшение лучевой нагрузки на пациента. Все эти факторы позволили значительно повысить скорость и информативность исследований. Но все же основным недостатком метода остается высокая лучевая нагрузка на пациента, несмотря на то, что за время существования компьютерной томографии, ее удалось значительно снизить.

Современные рентгеновские томографы последнего поколения позволяют не только получать изображения, но и дают возможность наблюдать почти что «в реальном» времени физиологические процессы, происходящие в головном мозге и в сердце.

С помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) проводятся исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса. Этот метод

основан на измерении электромагнитного отклика ядер атомов водорода на возбуждение их определенной комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряженности. Он позволяет визуализировать с высоким качеством головной, спинной мозг и другие внутренние органы. Современные методики МРТ делают возможным неинвазивно (без вмешательства) исследовать функции органов — измерять скорость кровотока, тока спинномозговой жидкости, определять уровень диффузии в тканях, видеть активацию коры головного мозга при функционировании органов, за которые отвечает данный участок коры (функциональная МРТ). Но методика МРТ имеет ряд существенных противопоказаний: как относительные противопоказания, при которых проведение исследования возможно при определенных условиях, так и абсолютные, при которых исследование недопустимо.

Магнитно-резонансная и рентгеновская компьютерная томография – это способы исследования различных органов путем компьютерной реконструкции изображения в виде срезов или трехмерных изображений. В настоящее время это самые точные методы диагностики структурных нарушений костей, суставов, мозга, сосудов, внутренних органов, мягких тканей.

Но существует целый ряд проблем и ограничений в проведении таких томографических исследований связанный с тем, что зачастую для диагностики патологических изменений необходимо применять специальные контрастирующие препараты, а в настоящее время их ассортимент весьма велик, но «идеально» контрастирующего вещества, которое обладало бы достаточной информативностью и было безопасно для пациента. Так же порой возникают проблемы связанные с состоянием здоровья и антропометрическими данными пациента. Например, во время реанимации при использовании аппарата искусственной вентиляции легких физически невозможно поместить больного в камеру томографа. Излишне тучные люди порой не могут быть обследованы с использованием большинства моделей томографического оборудования. Часто встречаются случаи отмены магниторезонансного обследования при наличии металлических протезов и кардиостимуляторов. Немаловажно то, что томографическое об-

следование недешево, велика стоимость приобретения и эксплуатации оборудования, подготовка и содержание специализированного помещения и оплата труда медицинского и технического персонала. Эти затраты достигают десятка миллионов рублей в год на один томограф.

Большинство перечисленных ограничений снимает пока не слишком известный метод томографического исследования – электроимпедансная томография (ЭИТ), в котором в качестве зондирующего агента используется электрический ток. Задачей данного метода является построение распределения электрического импеданса внутри биологического объекта.

Это сравнительно новая методика обследования, которая как самостоятельный раздел визуализирующей диагностики проявила себя в конце 80х – начале 90х годов, появились первые статьи, в отечественной печати посвященные увеличению работам ученых в области увеличения пространственного разрешения, уменьшения количества ошибок реконструкции, создания систем реального времени. Уже в середине 90х годов появились работы по трехмерной реконструкции импедансного изображения. С этого момента ЭИТ стала конкурентоспособным методом визуализирующей диагностики: проигрывая в пространственном разрешении, но существенно выигрывая в широте клинического приложения.

Для построения импедансного изображения необходимо иметь большое количество независимых измерений напряжения, возникающего в результате прохождения электрического тока через биообъект (БО).

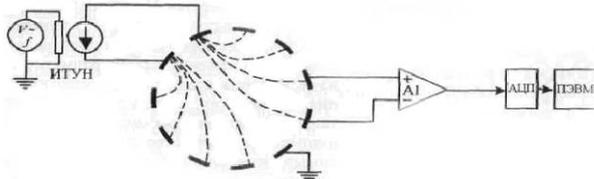


Рис.1 Схема измерений в электроимпедансной томографии.

Для этого на БО накладывается определенное количество электродов – от 16 до 64 и более (рис.1). Один электрод присоединяется к общему проводу, относительно которого проводятся измерения. На пару электродов подается зондирующий ток синусоидальной формы, частотой 10-1000 кГц, амплитудой 1-5 мА. При прохождении тока через БО создается разность потенциалов между различными точками на поверхности объекта. Дифференциальное напряжение между парой электродов подается на усилитель. И после усиления сигнал поступает на демодулятор и дальше на АЦП. В результате полу-

чается одно измерение. Измерение разности потенциалов между всеми парами электродов при фиксированном положении источника зондирующего тока образует проекцию. Затем выход усилителя переключается к другой паре электродов и измерение повторяется. Затем источник подсоединяется к другой паре электродов и измерение повторяется, пока не будут перебраны все возможные комбинации токовых электродов.

Этот метод весьма привлекателен для маммографии, т.к. достаточно чувствителен к новообразованиям и в то же время безвреден, позволяя проводить обследование как угодно часто. А так же ЭИТ нашла применение в исследовании головного мозга. Первые результаты ее успешного применения для выявления патологических изменений головного мозга были опубликованы в 1994 г. К сожалению, достаточно низкое пространственное разрешение метода ЭИТ ограничивает его применение при регистрации малых температурных градиентов в опухолях, подвергаемых гипертермии. Существует задача визуализация внутричерепного кровоизлияния у новорожденных, которая зачастую является причиной смерти младенцев и помехой в случае преждевременных родов. Эта задача решается методом ЭИТ причем при непрерывном наблюдении за младенцем создаются минимальные неудобства по уходу за ним, что несомненно является достоинством данной методики. Предполагается, что метод будет полезен в изучении неврологических изменений при раздражении нервных окончаний или, возможно, для идентификации эпилепсии.

Актуальность ЭИ-исследований нельзя не констатировать, в настоящее время метод бурно развивается, появляется все больше и больше публикаций. Но основной проблемой широкого внедрения его в клинику является недостаточное методическое обеспечение. Врачу необходимо четко знать методику обследования и необходимо научиться читать импедансные изображения. Как показывает практика внедрения других методов визуализирующей диагностики, это занимает не одно десятилетие. Сейчас происходит накопление клинических данных, полученных при помощи ЭИТ. И уже совсем скоро метод получит существенно большее практическое применение, чем сейчас. Ведь он является многообещающей разработкой. Большая часть исследований ведется в отдельных центрах Англии, России, Финляндии (Шеффилд, Оксфорд, Кардифф, Бристоль, Москва, Томск, Куопио). Первые результаты исследований позволяют предполагать, что метод займет заметное одно из ведущих мест в клинической практике.