**«Основы работы магнитно-резонансных томографов. Техническое обслуживание»**

#### Содержание

Введение

. История открытия и сущность ядерно-магнитного резонанса

. Химический сдвиг

. Спин-спиновое взаимодействие

. Исследование МР томографии и устройство МР томографа

. Физические основы явления ЯМР

. МР-сигнал

. Контрастность изображения: протонная плотность, Т1- и Т2-взвешенность

8. Противопоказания и потенциальные опасности

. Техническое обслуживание

Заключение

Список литературы

Введение

магнитный резонансный томограф

Магнитно-резонансная томография (МРТ, MRT, MRI) - томографический <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F> метод исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81> - метод основан на измерении электромагнитного отклика ядер атомов водорода <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4> на возбуждение их определённой комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряжённости.

Магнитно резонансная томография (МРТ) - это современный, безопасный (без ионизирующего излучения) и надёжный метод лучевой диагностики. МРТ является уникальным и практически не имеющим аналогов исследованием для диагностики заболеваний центральной нервной системы, позвоночника, мышечно-суставной системы и ряда внутренних органов.

К достоинствам метода относится возможность получения изображений в разных плоскостях (полипроекционность), неиванзивность, отсутствие необходимости предварительной подготовки.

В ряде случаев возникает диагностическая необходимость проведения магнитнорезонансной томографии исследования с внутривенным контрастным усилением.

1. История открытия и сущность ядерно-магнитного резонанса

До недавнего времени основой наших представлений о структуре атомов и молекул служили исследования методами оптической спектроскопии. В связи с усовершенствованием спектральных методов, продвинувших область спектроскопических измерений в диапазон сверхвысоких (примерно 103 - 106 МГц; микрорадиоволны) и высоких частот (примерно 10-2 - 102 МГц; радиоволны), появились новые источники информации о структуре вещества. При поглощении и испускании излучения в этой области частот происходит тот же основной процесс, что и в других диапазонах электромагнитного спектра, а именно при переходе с одного энергетического уровня на другой система поглощает или испускает квант энергии.

Разность энергий уровней и энергия квантов, участвующих в этих процессах, составляют около 10-7 эВ для области радиочастот и около 10-4 эВ для сверхвысоких частот. В двух видах радиоспектроскопии, а именно в спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР), разница энергий уровней связана с различной ориентацией соответственно магнитных дипольных моментов ядер в приложенном магнитном поле и электрических квадрупольных моментов ядер в молекулярных электрических полях, если последние не являются сферически симметричными.

Существование ядерных моментов впервые было обнаружено при изучении сверхтонкой структуры электронных спектров некоторых атомов с помощью оптических спектрометров с высокой разрешающей способностью.

Под влиянием внешнего магнитного поля магнитные моменты ядер ориентируются определенным образом и появляется возможность наблюдать переходы между ядерными энергетическими уровнями, связанными с этими разными ориентациями: переходы, происходящие под действием излучения определенной частоты. Квантование энергетических уровней ядра является прямым следствием квантовой природы углового момента ядра, принимающего 2I+ 1 значений. Спиновое квантовое число (спин) может принимать любое значение, кратное 1/2; наиболее высоким из известных значений I (і 7) обладает 17671Lu. Наибольшее измеримое значение углового момента (наибольшее значение проекции момента на выделенное направление) равно iħ, где ħ = h/2л, а h - постоянная Планка.

Значения I для конкретных ядер предсказать нельзя, однако было замечено, что изотопы, у которых и массовое число, и атомный номер четные, имеют I = 0, а изотопы с нечетными массовыми числами имеют полуцелые значения спина. Такое положение, когда числа протонов и нейтронов в ядре четные и равны (I=0), можно рассматривать как состояние с "полным спариванием", аналогичным полному спариванию электронов в диамагнитной молекуле.

В конце 1945 года двумя группами американских физиков под руководством Ф. Блоха (Станфорский университет) и Э.М. Парселла (Гарвардский университет) впервые были получены сигналы ядерного магнитного резонанса. Блох наблюдал резонансное поглощение на протонах в воде, а Парселл добился успеха в обнаружении ядерного резонанса на протонах в парафине. За это открытие они в 1952 году были удостоены Нобелевской премии.

Ниже излагаются сущность явления ЯМР и его отличительные особенности.

Сущность явления ЯМР можно проиллюстрировать следующим образом. Если ядро, обладающее магнитным моментом, помещено в однородное поле H0, направленное по оси z, то его энергия (по отношению к энергии при отсутствии поля) равна mzH0, где mz - проекция ядерного магнитного момента на направление поля.

Как уже отмечалось, ядро может находиться в 2I+ 1 состояниях. При отсутствии внешнего поля H0 все эти состояния имеют одинаковую энергию. Если обозначить наибольшее измеримое значение компоненты магнитного момента через m, то все измеримые значения компоненты магнитного момента (в данном случае mz) выражаются в виде mm, где m - квантовое число, которое может принимать, как известно, значения

m = I, I- 1,1- 2,...,-(I- 1), -I.

Так как расстояние между уровнями энергии, соответствующими каждому из 2I + 1 состояний, равно mH0/I, то ядро со спином I имеет дискретные уровни энергии



Расщепление уровней энергии в магнитном поле можно назвать ядерным зеемановским расщеплением, так как оно аналогично расщеплению электронных уровней в магнитном поле (эффект Зеемана). Зеемановское расщепление проиллюстрировано на рис. 1 для системы с I = 1 (с тремя уровнями энергии).



Явление ЯМР состоит в резонансном поглощении электромагнитной энергии, обусловленном магнетизмом ядер. Отсюда вытекает очевидное название явления: ядерный - речь идет о системе ядер, магнитный - имеются в виду только их магнитные свойства, резонанс - само явление носит резонансный характер. Действительно, из правил частот Бора следует, что частота у электромагнитного поля, вызывающего переходы между соседними уровнями, определяется формулой

 (1)

Так как векторы момента количества движения (углового момента) и магнитного момента параллельны, то часто удобно характеризовать магнитные свойства ядер величиной g, определяемой соотношением

m=g(Ih) (2)

где g- гиромагнитное отношение, имеющее размерность радиан • эрстед-1 • секунда-1 (рад • Э-1 • с-1) или радиан/(эрстед • секунда) (рад/(Э • с)). С учетом этого найдем

 (3)



Таким образом, частота пропорциональна приложенному полю.

Если в качестве типичного примера взять значение g для протона, равное 2,6753 • 104 рад/(Э • с), и H0 = 10000 Э, то резонансная частота

Такая частота может быть генерирована обычными радиотехническими методами.

Спектроскопия ЯМР характеризуется рядом особенностей, выделяющих ее среди других аналитических методов. Около половины (»150) ядер известных изотопов имеют магнитные моменты, однако только меньшая часть их систематически используется.

До появления спектрометров, работающих в импульсном режиме, большинство исследований выполнялось с использованием явления ЯМР на ядрах водорода (протонах) 1H (протонный магнитный резонанс - ПМР) и фтора 19F. Эти ядра обладают идеальными для спектроскопии ЯМР свойствами:

· высокое естественное содержание "магнитного" изотопа (1H 99,98%, 19F 100%); для сравнения можно упомянуть, что естественное содержание "магнитного" изотопа углерода 13C составляет 1,1%;

· большой магнитный момент;

· спин I= 1/2.

Это обусловливает прежде всего высокую чувствительность метода при детектировании сигналов от указанных выше ядер. Кроме того, существует теоретически строго обоснованное правило, согласно которому только ядра со спином, равным или большим единицы, обладают электрическим квадрупольным моментом. Следовательно, эксперименты по ЯМР 1H и 19F не осложняются взаимодействием ядерного квадрупольного момента ядра с электрическим окружением. Большое количество работ было посвящено резонансу на других (помимо 1H и 19F) ядрах, таких, как 13C, 31P, 11B, 17O в жидкой фазе (так же, как и на ядрах 1H и 19F).

Внедрение импульсных спектрометров ЯМР в повседневную практику существенно расширило экспериментальные возможности этого вида спектроскопии. В частности, запись спектров ЯМР 13C растворов - важнейшего для химии изотопа - теперь является фактически привычной процедурой. Обычным явлением стало также детектирование сигналов от ядер, интенсивность сигналов ЯМР которых во много раз меньше интенсивности для сигналов от 1H, в том числе и в твердой фазе.

Спектры ЯМР высокого разрешения обычно состоят из узких, хорошо разрешенных линий (сигналов), соответствующих магнитным ядрам в различном химическом окружении. Интенсивности (площади) сигналов при записи спектров пропорциональны числу магнитных ядер в каждой группировке, что дает возможность проводить количественный анализ по спектрам ЯМР без предварительной калибровки.

Еще одна особенность ЯМР - влияние обменных процессов, в которых участвуют резонирующие ядра, на положение и ширину резонансных сигналов. Таким образом, по спектрам ЯМР можно изучать природу таких процессов. Линии ЯМР в спектрах жидкостей обычно имеют ширину 0,1 - 1 Гц (ЯМР высокого разрешения), в то время как те же самые ядра, исследуемые в твердой фазе, будут обусловливать появление линий шириной порядка 1 • 104 Гц (отсюда понятие ЯМР широких линий).

В спектроскопии ЯМР высокого разрешения имеются два главных источника информации о строении и динамике молекул:

· химический сдвиг;

· константы спин-спинового взаимодействия.

# 2. Химический сдвиг

В реальных условиях резонирующие ядра, сигналы ЯМР которых детектируются, являются составной частью атомов или молекул. При помещении исследуемых веществ в магнитное поле (H0) возникает диамагнитный момент атомов (молекул), обусловленный орбитальным движением электронов. Это движение электронов образует эффективные токи и, следовательно, создает вторичное магнитное поле, пропорциональное в соответствии с законом Ленца полю H0 и противоположно направленное. Данное вторичное поле действует на ядро. Таким образом, локальное поле в том месте, где находится резонирующее ядро,

H = Но(1-s), (4)

где s- безразмерная постоянная, называемая постоянной экранирования и не зависящая от H0., но сильно зависящая от химического (электронного) окружения; она характеризует уменьшение Hлок по сравнению с H0.

Величина s меняется от значения порядка 10-5 для протона до значений порядка 10-2 для тяжелых ядер. С учетом выражения для Hлок имеем

 (5)

Эффект экранирования заключается в уменьшении расстояния между уровнями ядерной магнитной энергии или, другими словами, приводит к сближению зеемановских уровней (рис. 4). При этом кванты энергии, вызывающие переходы между уровнями, становятся меньше и, следовательно, резонанс наступает при меньших частотах (см. выражение (5)). Если проводить эксперимент, изменяя поле H0 до тех пор, пока не наступит резонанс, то напряженность приложенного поля должна иметь большую величину по сравнению со случаем, когда ядро не экранировано.



В подавляющем большинстве спектрометров ЯМР запись спектров осуществляется при изменении поля слева направо, поэтому сигналы (пики) наиболее экранированных ядер должны находиться в правой части спектра.

Смещение сигнала в зависимости от химического окружения, обусловленное различием в константах экранирования, называется химическим сдвигом.

Впервые сообщения об открытии химического сдвига появились в нескольких публикациях 1950 - 1951 годов. Среди них необходимо выделить работу Арнольда с соавторами (1951 год), получивших первый спектр с отдельными линиями, соответствующими химически различным положениям одинаковых ядер 1H в одной молекуле. Речь идет об этиловом спирте CH3CH2OH, типичный спектр ЯМР 1H которого при низком разрешении показан на рис. 5.

В этой молекуле три типа протонов: три протона метильной группы CH3-, два протона метиленовой группы -CH2- и один протон гидроксильной группы -OH. Видно, что три отдельных сигнала соответствуют трем типам протонов. Так как интенсивность сигналов находится в соотношении 3:2: 1, то расшифровка спектра (отнесение сигналов) не представляет труда.



Поскольку химические сдвиги нельзя измерять в абсолютной шкале, то есть относительно ядра, лишенного всех его электронов, то в качестве условного нуля используется сигнал эталонного соединения. Обычно значения химического сдвига для любых ядер приводятся в виде безразмерного параметра d, определяемого следующим образом:

 (6)

В реальных условиях эксперимента более точно можно измерить частоту, а не поле, поэтому d обычно находят из выражения

 (7)

где v - vЭТ есть разность химических сдвигов для образца и эталона, выраженная в единицах частоты (Гц); в этих единицах обычно производится калибровка спектров ЯМР.

Строго говоря, следовало бы пользоваться не v0 - рабочей частотой спектрометра (она обычно фиксирована), а частотой vЭТ, то есть абсолютной частотой, на которой наблюдается резонансный сигнал эталона. Однако вносимая при такой замене ошибка очень мала, так как v0 и vЭT почти равны (отличие составляет 10-5, то есть на величину а для протона). Поскольку разные спектрометры ЯМР работают на разных частотах v0 (и, следовательно, при различных полях H0), очевидна необходимость выражения в безразмерных единицах.

За единицу химического сдвига принимается одна миллионная доля напряженности поля или резонансной частоты (м.д.). В зарубежной литературе этому сокращению соответствует ppm (parts per million). Для большинства ядер, входящих в состав диамагнитных соединений, диапазон химических сдвигов их сигналов составляет сотни и тысячи м.д., достигая 20000 м.д. в случае ЯМР 59Co (кобальта). В спектрах 1H сигналы протонов подавляющего числа соединений лежат в интервале 0-10 м.д.

. Спин-спиновое взаимодействие

В 1951 - 1953 годах при записи спектров ЯМР ряда жидкостей обнаружилось, что в спектрах некоторых веществ больше линий, чем это следует из простой оценки числа неэквивалентных ядер. Один из первых примеров - это резонанс на фторе в молекуле POCI2F. Спектр 19F состоит из двух линий равной интенсивности, хотя в молекуле есть только один атом фтора (рис. 6). Молекулы других соединений давали симметричные мультиплетные сигналы (триплеты, квартеты и т.д.).



Другим важным фактором, обнаруженным в таких спектрах, было то, что расстояние между линиями, измеренное в частотной шкале, не зависит от приложенного поля H0, вместо того чтобы быть ему пропорциональным, как должно быть в случае, если бы мультиплетность возникала из-за различия в константах экранирования.

Рэмзи и Парселл в 1952 году первыми объяснили это взаимодействие, показав, что оно обусловлено механизмом косвенной связи через электронное окружение. Ядерный спин стремится ориентировать спины электронов, окружающих данное ядро. Те, в свою очередь, ориентируют спины других электронов и через них - спины других ядер. Энергия спин-спинового взаимодействия обычно выражается в герцах (то есть постоянную Планка принимают за единицу энергии, исходя из того, что E=hm). Ясно, что нет необходимости (в отличие от химического сдвига) выражать ее в относительных единицах, так как обсуждаемое взаимодействие, как отмечалось выше, не зависит от напряженности внешнего поля. Величину взаимодействия можно определить измеряя расстояние между компонентами соответствующего мультиплета.

Простейшим примером расщепления из-за спин-спиновой связи, с которым можно встретиться, является резонансный спектр молекулы, содержащей два сорта магнитных ядер А и Х. Ядра А и Х могут представлять собой как различные ядра, так и ядра одного изотопа (например, 1H) в том случае, когда химические сдвиги между их резонансными сигналами велики.

На рис. 7 показано, как выглядит спектр ЯМР, если оба ядра, то есть А и Х, имеют спин, равный 1/2. Расстояние между компонентами в каждом дублете называют константой спин-спинового взаимодействия и обычно обозначают как J(Гц); в данном случае это константа JАХ.



Возникновение дублетов обусловлено тем, что каждое ядро расщепляет резонансные линии соседнего ядра на 2I + 1 компонент. Разности энергий между различными спиновыми состояниями так малы, что при тепловом равновесии вероятности этих состояний в соответствии с больцмановским распределением оказываются почти равными. Следовательно, интенсивности всех линий мультиплета, получающегося от взаимодействия с одним ядром, будут равны. В случае, когда имеется n эквивалентных ядер (то есть одинаково экранированных, поэтому их сигналы имеют одинаковый химический сдвиг), резонансный сигнал соседнего ядра расщепляется на 2nI+ 1 линий.[№7]

# 4. Исследование МР томографии и устройство МР томографа

Прежде всего пациента помещают внутрь большого магнита, где имеется довольно сильное постоянное (статическое) магнитное поле, ориентированное в большинстве аппаратов вдоль тела пациента. Под воздействием этого поля ядра атомов водорода в теле пациента, которые представляют собой маленькие магнитики, каждый со своим слабым магнитным полем, ориентируются определенным образом относительно сильного поля магнита. Добавляя слабое переменное магнитное поле к статическому магнитному полю, выбирают область, изображение которую надо получить.

Затем пациента облучают радиоволнами, причем частоту радиоволн подстраивают таким образом, чтобы протоны в теле пациента могли поглотить часть энергии радиоволн и изменить ориентацию своих магнитных полей относительно направления статического магнитного поля. Сразу же после прекращения облучения пациента радиоволнами протоны станут возвращаться в свои первоначальные состояния, излучая полученную энергию, и это переизлучение будет вызывать появление электрического тока в приемных катушках томографа.

Зарегистрированные токи являются МР сигналами, к. преобразуются компьютером и используются для построения (реконструкции) МРТ.

Соответственно этапам исследования основными компонентами любого МР томографа являются:

магнит, создающий постоянное (статическое), так называемое внешнее, магнитное поле, в которое помещают пациента

градиентные катушки, создающие слабое переменное магнитное поле в центральной части основного магнита, называемое градиентным, которое позволяет выбрать область исследования тела пациент

радиочастотные катушки - передающие, используемые для создания возбуждения в теле пациента, и приемные - для регистрации ответа возбужденных участков

компьютер, который управляет работой градиентной и радиочастотной катушек, регистрирует измеренные сигналы, обрабатывает их, записывает в свою память и использует для реконструкции МРТ.

Всякое М поле характеризуется индукцией М поля, которую обозначают В. Единицей измерения является 1 Тл (тесла).

В МРТ в зависимости от величины постоянного магнитного поля различают несколько типов томографов

со сверхслабым полем 0,01 Тл - 0,1 Тл

со слабым полем 0,1 - 0,5 Тл

с средним полем 0,5 - 1.0 Тл

с сильным полем 1.0 - 2,0 Тл

со сверхсильным полем >2,0 Тл

# . Физические основы явления ЯМР

Явление ЯМР связано с поведением в магнитном поле магнитных моментов атомных ядер. Ядро атом состоит из протонов и нейтронов. Все частицы постоянно вращаются вокруг своей оси и обладают поэтому собственным моментом количества движения - спином s. При этом собственный положительный заряд протона вращается вместе с ним и создает по закону электромагнитной индукции собственное магнитное поле. Таким образом собственное магнитное поле протона похоже на поле постоянного магнита и представляет собой магнитный диполь с северным и южным полюсами. Когда пациента помещают внутрь сильного магнитного поля МР-томографа, все маленькие протонные магниты тела разворачиваются в направлении внешнего поля. Помимо этого, магнитные оси каждого протона начинают вращаться вокруг направления внешнего магнитного поля. Это специфическое вращение называется прецессией, а его частоту - резонансной частотой или частотой Лармора. Частота Лармора пропорциональна силе внешнего магнитного поля и составляет для ядер атома водорода 42,58 МГц/Тс.

Большинство магнитных моментов протонов прецессируют в сторону «севера», т.е. в направлении, параллельном внешнему магнитному полю. Их называют «параллельными протонами». Оставшаяся меньшая часть М моментов протонов прецессирует свои М моменты в сторону «юга», т.е. практически антипараллельно внешнему маг. полю, это «антипараллельные протоны». В результате в тканях пациента создается суммарный магнитный момент: ткани намагничиваются, и их магнетизм (М) ориентируется точно параллельно внешнему магнитному полю В0. Величина М определяется избытком параллельных протонов, который пропорционален силе внешнего М поля, но он всегда крайне мал. М также пропорционален числу протонов в единице объема ткани, т.е. плотности протонов. Огромное число (примерно 1022 в мл воды) содержащихся в большинстве тканей протонов обусловливает тот факт, что чистый магнитный момент достаточно велик, для того чтобы индуцировать электрический ток в расположенной вне пациента принимающей катушке. Эти индуцированные «МР-сигналы» используются для реконструкции МР-изображения.

# 6. МР-сигнал

Любое магнитное поле может индуцировать в катушке электрический ток, но предпосылкой для этого является изменение силы поля. При пропускании через тело пациента вдоль оси y коротких ЭМ радиочастотных импульсов М поле радиоволн заставляет М моменты всех протонов вращаться по часовой стрелке вокруг этой оси. Для того чтобы это произошло, необходимо, чтобы частота радиоволн была равна ларморовской частоте протонов. Это явление и называют ядерным магнитным резонансом. Под резонансом понимают синхронные колебания, и в данном контексте это означает, что для изменения ориентации магнитных моментов протонов М поля протонов и радиоволн должны резонировать, т.е. иметь одинаковую частоту.

После передачи 90-градусного импульса вектор намагниченности ткани (М) индуцирует электрический ток (МР-сигнал) в приемной катушке. Приемная катушка размещается снаружи исследуемой анатомической области, ориентированном в направлении пациента, перпендикулярно В0. Когда М вращается в плоскостях х-у, он индуцирует в катушке Э ток, и этот ток называют МР-сигналом. Эти сигналы используют для реконструкции изображений МР-срезов. При этом ткани с большими магнитными векторами будут индуцировать сильные сигналы и выглядеть на изображении яркими, а ткани с малыми магнитными векторами - слабые сигналы и будут на изображении темными.

# 7. Контрастность изображения: протонная плотность, Т1- и Т2-взвешенность

Контраст на МР-изображениях определяется различиями в магнитных свойствах тканей или, точнее различиями в магнитных векторах, вращающихся в плоскости х-у и индуцирующих токи в приемной катушке. Величина магнитного вектора ткани прежде всего определяется плотностью протонов. Анатомические области с малым количеством протонов, например воздух всегда индуцируют очень слабый МР-сигнал, и таким образом, всегда представляются на изображении темными. Вода и другие жидкости, с другой стороны, должны быть яркими на МР-изображениях как имеющие очень высокую плотность протонов. Однако это не так. В зависимости от используемого для получения изображения метода жидкости могут давать как яркие, так и темные изображения. Причина этого состоит в том, что контрастность изображения определяется не только плотностью протонов. Определенную роль играют несколько других параметров; два наиболее важных из них - Т1 и Т2.

# 8. Противопоказания и потенциальные опасности

До настоящего времени не доказаны вредные эффекты используемых в МРТ постоянных или переменных магнитных полей. Однако, любой ферромагнитный объект подвергается воздействию сильных магнитных сил, и расположение любого ферромагнитного объекта в месте, где его перемещение может быть опасным для пациента, является абсолютным противопоказанием к применению МРТ. Наиболее важными и опасными объектами являются внутричерепные ферромагнитные клипсы на сосудах и внутриглазные ферромагнитные инородные тела. Набольшая потенциальная опасность, связанная с этими объектами - тяжелое кровотечение. Наличие кардиостимуляторов является абсолютным противопаказ. для МРТ. На функционирование этих приборов может повлиять магнитное поле, и, более того в их электродах могут индуцироваться электрические токи с возможным нагревом эндокарда.

Передаваемые радиочастотные волны всегда вызывают нагрев тканей. Для предотвращения опасного нагрева максимально допустимая энергия, излучаемая на пациента, регулируется международными рекомендациями. Первые три месяца беременности некоторыми авторами расцениваются как абсолютное противопоказание для МРТ из-за риска нагрева плода. В течение первых трех мес. плод окружен относительно большим объемом амниотической жидкости и обладает крайне ограниченными возможностями для отвода избыточного тепла. [№8]

. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание оборудования проводится в соответствии с методическими рекомендациями «Техническое обслуживание медицинской техники, введенными в действие Минздравом России (№293-22/233 от 27.10.2003г.) и Приказом Департамента здравоохранения № 1444 от 12.11.2009(Временный регламент)

Техническое обслуживание медицинской техники - это комплекс регламентированных нормативной и эксплуатационной документацией мероприятий и операций по поддержанию и восстановлению неисправности и работоспособности медицинской техники при ее использовании по назначению.

Техническое обслуживание медицинского оборудования включает следующие основные виды работ:

периодическое и текущее техническое обслуживание;

контроль технического состояния (КТС в том числе и поверка эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования);

восстановление работоспособности с заменой вышедших из строя узлов и деталей (текущий ремонт). Суммарная стоимость запасных частей должна быть не менее 40% стоимости контракта, но не должна превышать 65% стоимости контракта;

установка всех программных опций на компьютерном томографе в демонстрационном режиме;

ведение журнала технического обслуживания;

инструктаж медицинского персонала по правилам эксплуатации медицинского оборудования и соблюдения правил техники безопасности при работе с ним.

Периодическое и текущее техническое обслуживание медицинского оборудования предназначено для выявления и предупреждения отказов и неисправностей изделий путем своевременного выполнения работ, обеспечивающих их работоспособность в течение периода между очередными обслуживаниями, выявлении изношенных и поврежденных частей (деталей), замены сменных комплектующих частей, узлов и деталей и наладки настройки МТ. Содержание, порядок и правила проведения технического обслуживания устанавливаются эксплуатационной документацией на изделие и разработанными типовыми технологическими картами технического обслуживания, включающими в себя объемы работ, критерии качества и перечень используемого технологического оборудования и приборов.

Контроль технического состояния заключается в проверке соответствия значений параметров и характеристик медицинской техники требованиям нормативной и эксплуатационной документации, проверке всех защитных устройств и блокировок с применением рекомендованных средств измерения, внесенных в Государственный Реестр СИ, либо специальных средств, обеспечивающих качественное выполнение КТС. Работы по КТС проводятся аккредитованными в установленном порядке на данный вид деятельности лабораториями Исполнителя.

Ниже в качестве примера приведен перечень регламентно-профилактических работ на магнитно-резонансном томографе Magnetom Avanto производства фирмы Siemens

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | Регламентно-профилактические работы |
| 1.1. | Характеристики работ |
| 1.1.1. | Тип работ | Обязательные |
| 1.1.2. | Периодичность выполнения | Один раз в квартал |
| 1.2. | Описание работ |
| 1.2.1 | Профилактическое обслуживание |
| 1.2.1.1 | Проверка системы охлаждения |
| 1.2.1.2 | Проверка вентиляторов GPA , ACC  |
| 1.2.1.3 | Проверка вентилятора пациента, очистка фильтра или замена при сильном загрязнении  |
| 1.2.1.4 | Проверка вентиляторов на фильтрах градиентов (РФ панель)  |
| 1.2.1.5 | Очистка фильтра воды первичного контура Очистка фильтра воды вторичного контура  |
| 1.2.1.6 | Проверка эффективности холодной головы (требуется сервисный пароль)  |
| 1.2.1.7 | Проверка компрессора гелия на наличие утечек |
| 1.2.1.8 | Проверка давления в системе рефрижератора, дозаправка в случае необходимости (требуется специальный инструмент) |
| 1.2.1.9 | Очистка и проверка настройки TFT монитора |
| 1.2.1.10 | Проверка настроечных фантомов  |
| 1.2.1.11 | Проверка состояния РЧ кабины  |
| 1.2.1.12 | Проверка состояние привода и натяжение зубчатого ремня стола пациента |
| 1.2.2 | Обслуживание программного обеспечения  |
| 1.2.2.1 | Сохранение данных конфигурации и настройки (Требуется сервисный пароль)  |
| 1.2.2.2 | Очистка директорий лог файлов  |
| 1.2.3 | Проверка качества изображения QA  |
| 1.2.3.1 | Проверка качества изображения и распечатка Протокола Стабильности Системы (требуется сервисный пароль, оригинальные фантомы) |
| 1.2.4 | Проверка защитного заземления  |
| 1.2.4.1 | АСС MR кабинет электроники: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.2 | Панель фильтра: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.3  | Магнит, корпус: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.4 | РЧ компоненты на магните (монтажная площадка): допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.5 | Стол пациента: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.6 | Процессорный блок MRC: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом |
| 1.2.4.7 | Процессорный блок MRSC: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.8  | Монитор MRC: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.9  | Монитор MRSC: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.10 | Распределитель питания MRC консоли: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом |
| 1.2.4.11 | Интерком: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.4.12 | Пульт интеркома: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом |
| 1.2.4.13 | Корпус компрессора холодной головы: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом |
| 1.2.4.14 | Рама сепаратора: допустимое сопротивление защитного проводника менее 0,3 Ом  |
| 1.2.5 | Очистка внешних поверхностей оборудования  |
| 1.2.6 | Финальная проверка функционирования  |
| 1.2.7 | Документирование и сдача работ  |

Заключение

История показывает, что каждое новое физическое явление или метод проходит трудный путь, начинающийся с момента открытия и проходящий через несколько фаз. Сначала почти никому не приходит мысль о возможности применения этого явления в повседневной жизни. Затем наступает фаза развития, во время которой данные исследований убеждают всех в его большой практической значимости. Затем следует фаза стремительного взлета. Так произошло и с явлением ЯМР, открытым Е.К.Завойским в 1944 г. в форме парамагнитного резонанса и независимо открытого Блохом и Парселлом в 1946 г. в виде резонансного явления магнитных моментов атомных ядер.

Данное открытие позволило сделать огромный прорыв в развитии медицины, биологии и химии.Например, в неврологии МРТ не связанна с риском для здоровья пациента и абсолютно безболезненна.

Широкое применение МРТ в неврологии обусловлено высокой информативностью, относительной доступностью и безопасностью данного метода обследования. Использование ядерно-магнитного резонанса в МР-томографах позволяет получать картинки слоев или срезов головного мозга, позвоночника и спинного мозга без рентгеновского облучения пациента. Благодаря способности отображать мягко-тканные структуры магнитно-резонансная томография в неврологии часто применяется для визуализации мозгового вещества, связок позвоночника, межпозвонковых дисков и нервных волокон.

На данный момент, благодаря развитию ЯМР, врачи могут проводить Магнитно-резонансная томография головного мозга агнитно-резонансная томография околоносовых пазух, томография гипофиза, всего позвоночника, головного мозга и др.

Магнитно-резонансная томография - один из самых перспективных и быстро совершенствующихся методов современной диагностики. Опираясь на последние достижения электроники, криогенной техники и новейшие информационные технологии, МР томография позволяет за несколько минут получить изображения, сравнимые по качеству с гистологическими срезами, а для получения высококачественных диагностических изображений время обследования пациента можно снизить до нескольких секунд. При этом врач получает возможность не только исследовать структурные и патологические изменения, но и оценить физико-химические, патофизиологические процессы всего обследуемого органа или его отдельной структуры, проводить функциональные исследования и т.д.[3]

МР томография позволяет получить серию тонких срезов, построить трехмерную реконструкцию исследуемой области, выделить сосудистую сеть и даже отдельные нервные стволы. Такая реконструкция оказывает неоценимую помощь врачу. Ранняя постановка диагноза позволяет своевременно начать лечение заболевания[1].

Но каждый администратор, занимающийся проблемами рентгенологии и диагностики, должен четко понимать, сможет ли диагностическая значимость МР томографии оправдать высокую стоимость некоторых МР приборов (особенно сверхпроводящих) и те затраты, которые требуются на их эксплуатацию в повседневной медицинской практике.

Список литературы

1. Розенштраух Л.С. Невидимое стало зримым (успехи и проблемы лучевой диагностики).- М.: Знание, 1987.- 64 с.

2. Габуния Р.И., Колесникова Е.К. Основы компьютерной томографии. Медицина - 1985.

. Томография грудной клетки / Помозгов А.И., Терновой С.К., Бабий Я.С., Лепихин Н.М. - К.:Здоровья,1992.- 288 с.

. Компьютерная томография мозга. Верещагин Н.В., Брагина Л.К., Вавилов С.Б., Левина Г.Я.-М.:Медицина,1986.-256 с.

. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н. Компьютерная томография в нейрохирургической клинике.-М.: Медицина,1988. - 346 с.

. Справочник пользователя. Complex Diagnostic Systems Ltd, 1995-26с

. В. К. Воронов- Ядерный магнитный резонанс //Соровский образовательный журнал, №10, 1996, с.70-75

8. сайт <http://www.doktor.ru/medinfo>

. сайт http://www.ldc-pmc.ru/services/tomograf/

. Выступление на клинической конференции в интернатуре. Башкирский государственный медицинский университет. Кафедра неврологии.