

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ
ТОМОГРАФИЯ
МРТ-АНГИОГРАФИЯ
ТРАКТУСОВАЯ МРТ-МЕТРИЯ
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МРТ
ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ
ТОМОГРАФИЯ

ВЫПОЛНИЛА К/О ХРАМАЙКОВА С.В.

MPT

- способ получения томографических медицинских изображений для исследования внутренних органов и тканей с использованием явления ядерного магнитного резонанса. Способ основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер, чаще всего ядер атомов водорода, а именно на возбуждении их определённым сочетанием электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряжённости.



MPT

- Тело пациента помещают в магнитное поле. В организме человека атомы водорода становятся параллельно направлению магнитных волн. В определенный момент томограф посылает радиочастотный импульс (одинаковый по частоте с атомами водорода), перпендикулярно направлению основного магнитного поля. Атомы водорода генерируют свой сигнал, который и улавливается аппаратом.
- Человеческий организм сам испускает волны, а томограф регистрирует их.
- Разные виды тканей = разное количество атомов водорода, = различные по своим характеристикам сигналы. Магнитно-резонансный томограф распознает, расшифровывает эти сигналы и выстраивает объемное изображение.



МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ ТОМОГРАФЫ

- Низкопольные (напряженность магнитного поля 0,02-0,35 Т)
 - Среднепольные (напряженность магнитного поля 0,35- 1,0 Т)
 - Высокопольные (напряженность магнитного поля 1,0 Т и выше – как правило, более 1,5 Т)
-
- Гиперинтенсивный сигнал соответствует **белым** оттенкам черно-белой гаммы
(Примеры гиперинтенсивных объектов на T_2 -взвешенных изображениях – жир, метгемоглобин, жидкость)
 - Гипоинтенсивный сигнал соответствует **черным** оттенкам черно-белой гаммы
(Примеры гипоинтенсивных объектов на T_1 -взвешенных томограммах – воздух, компактная кость, жидкость)

Исследование в режиме T_1 дает более точное представление об анатомических структурах головного мозга (белое, серое вещество)

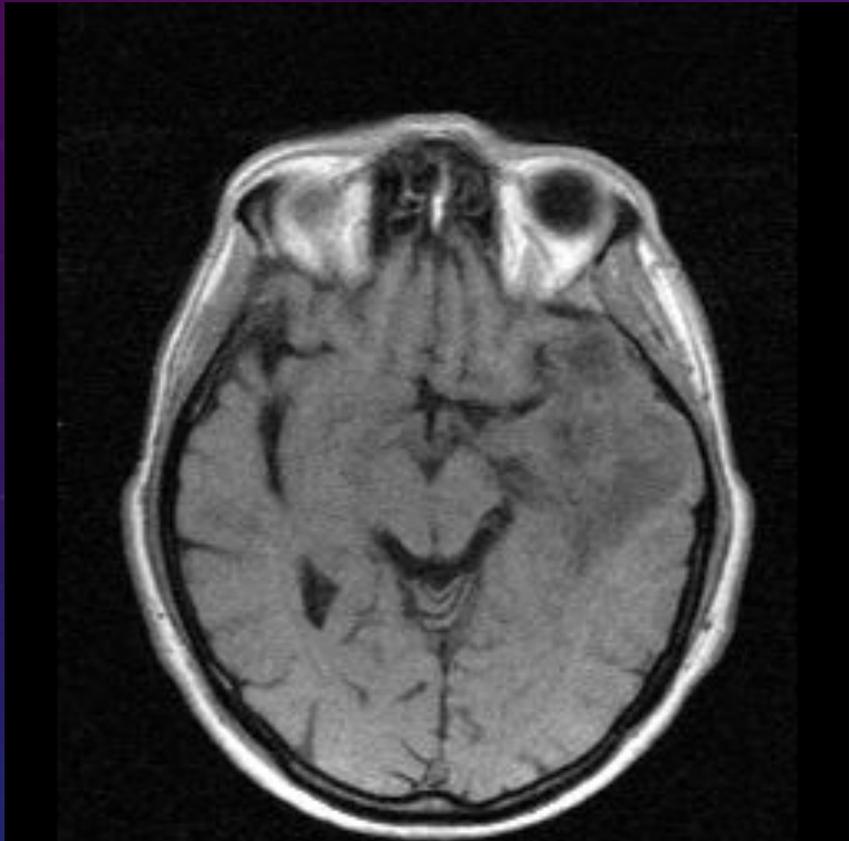
Изображение, полученное при исследовании в режиме T_2 , в большей степени отражает состояние воды (свободная, связанная) в тканях

КОНТРАСТНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ МРТ

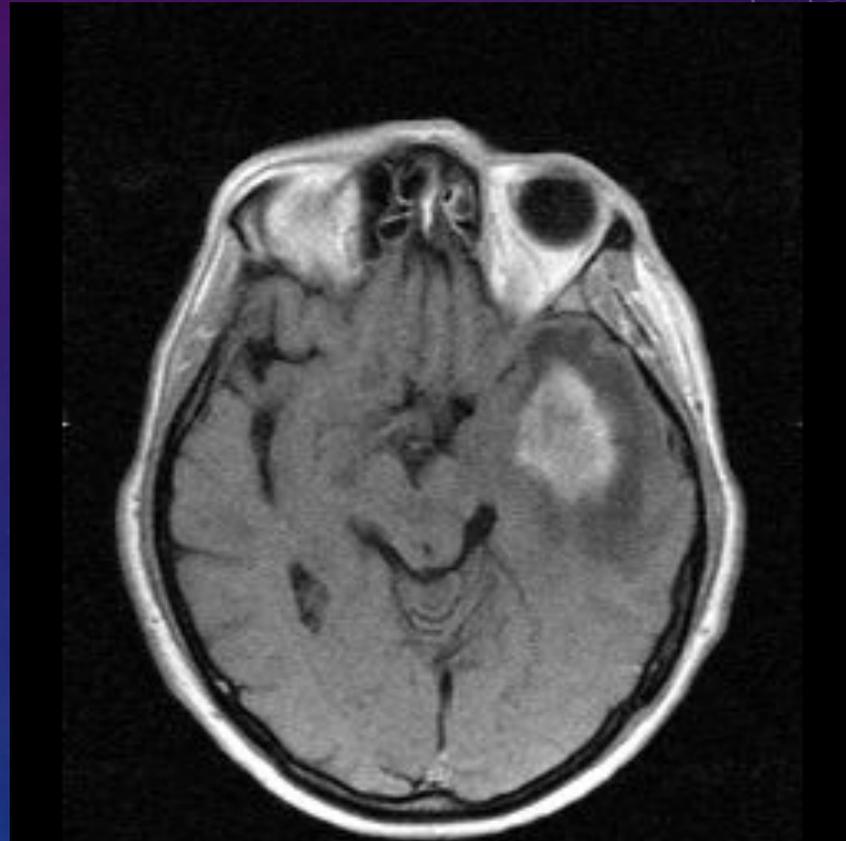
- **Парамагнетики** – повышают интенсивность МР-сигнала за счет укорочения времени T_1 -релаксации и являются «позитивными» агентами для контрастирования. Парамагнетики содержат в качестве активной части ионы с непарными электронами на внешней орбите - Gd^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} (магневист, омнискан, дотарем, гадовист)
 - внеклеточные (соединения ДТПА, ЭДТА и их производных – с Mn и Gd)
 - внутриклеточные (Mn-ДПДФ, $MnCl_2$)
 - рецепторные
- **Суперпарамагнетики** – снижают интенсивность МР-сигнала за счет удлинения времени T_2 -релаксации и являются «негативными» агентами для контрастирования. Содержат в качестве активной части Fe^{2+} или Fe^{3+} .

По своему действию железо выступает в качестве суперпарамагнетика. Эндорем применяется для выявления очагового поражения печени. Для контрастирования желудочно-кишечного тракта служат Люмирем, Гастромак. Аблоскан

КОНТРАСТИРОВАНИЕ ПАРАМАГНЕТИКАМИ НА T_1 - ВЗВЕШЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

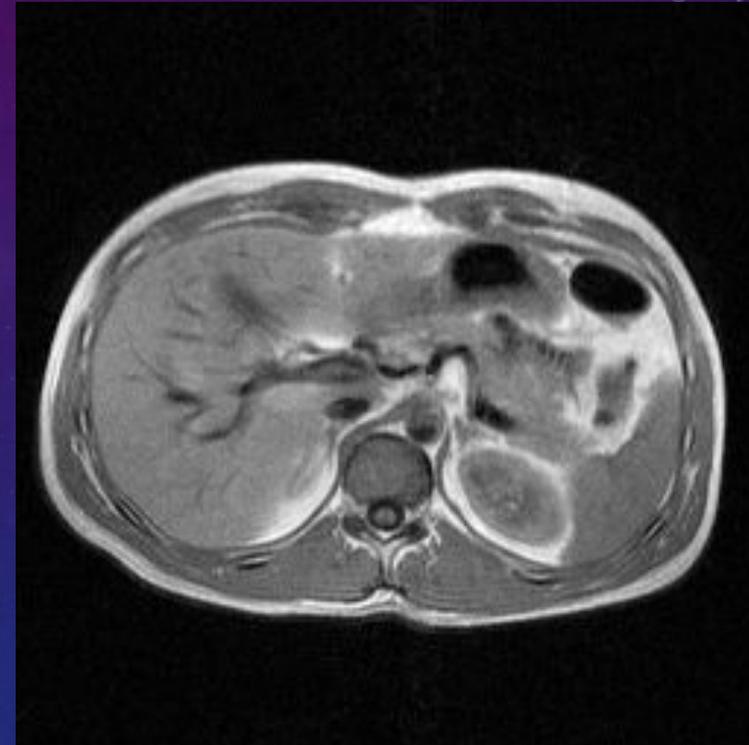
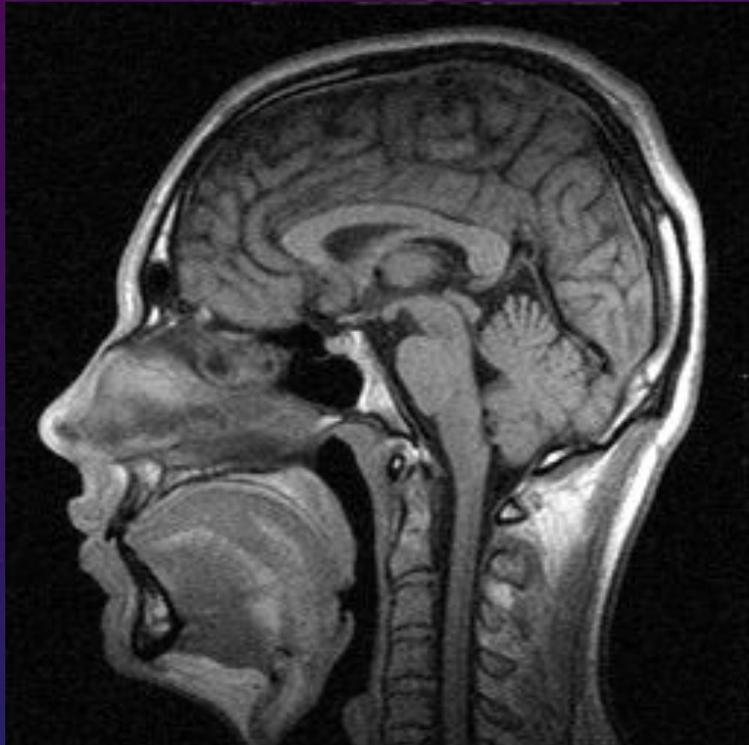


До контрастирования



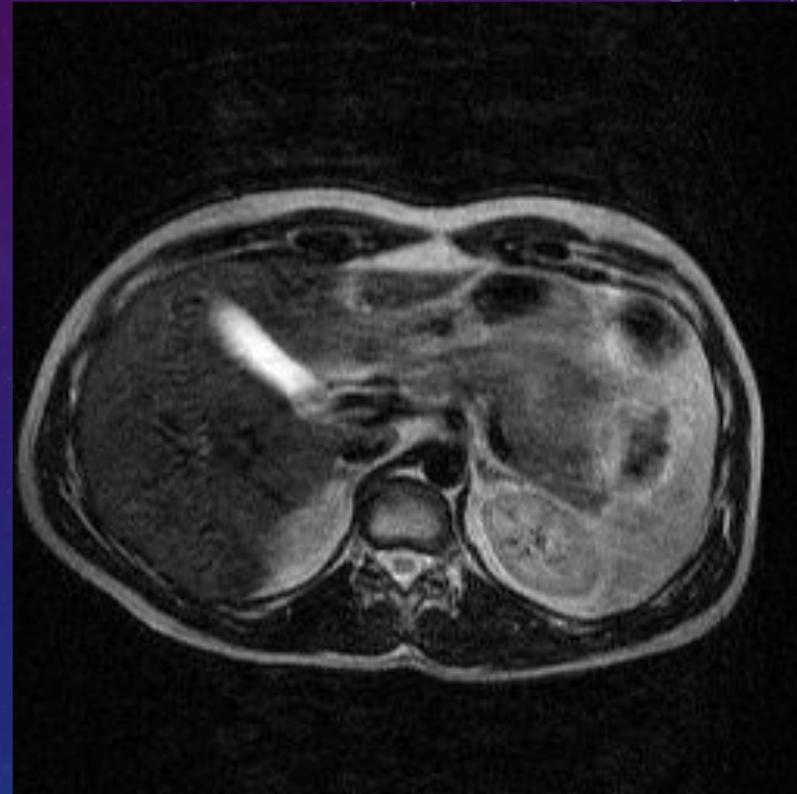
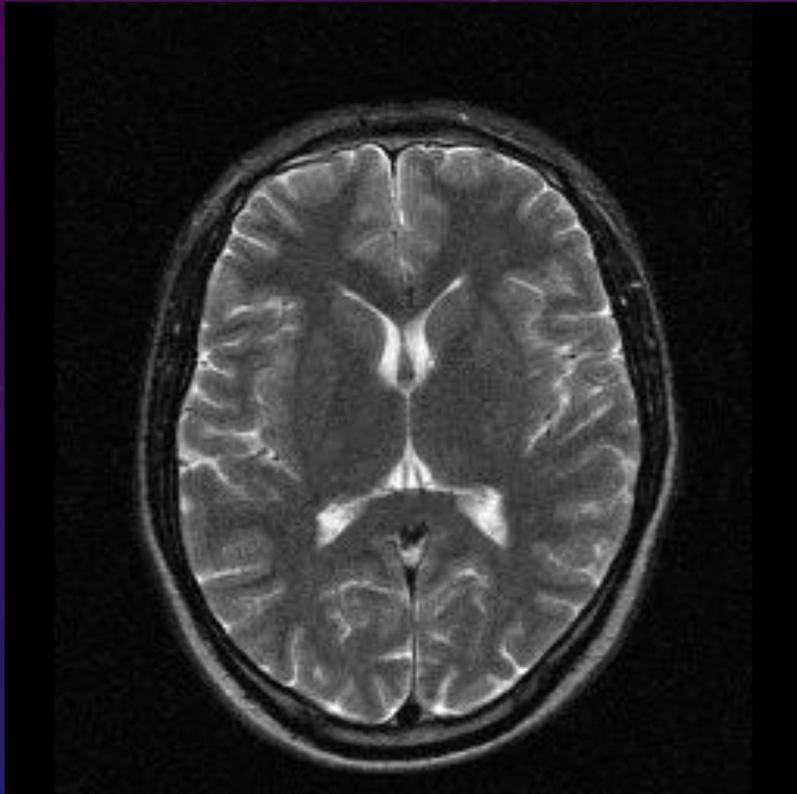
После контрастирования
Gd-ДТПА

T₁-ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ



- Соответствуют распределению анатомической массы тканей по ходу выбранного среза

T₂-ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

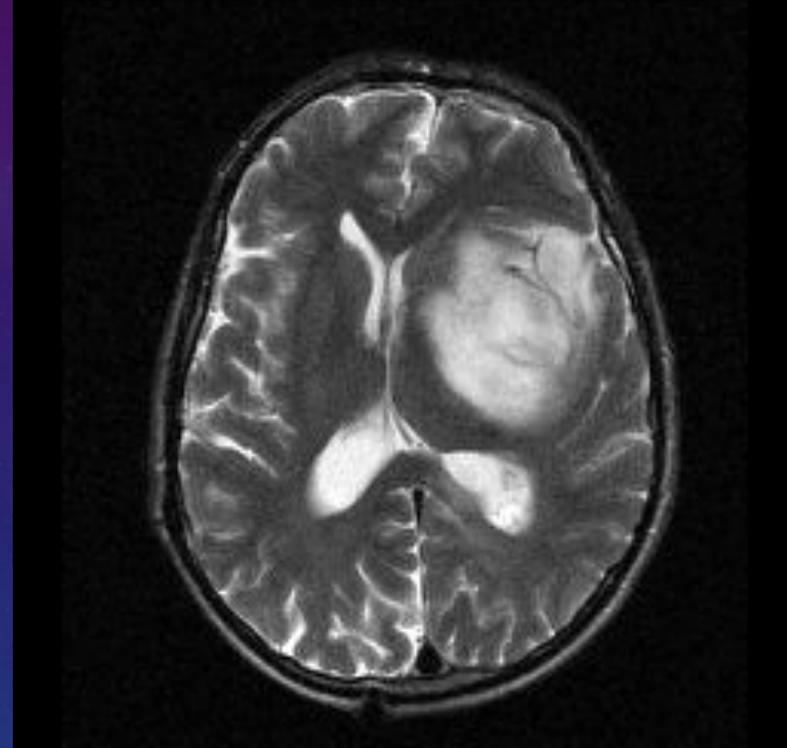


- Определяется преимущественно гидратацией тканей (свободной и связанной H₂O)

T_1 И T_2 -ВЗВЕШЕННЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ



T_1 -взвешенное
изображение: ликвор
гипоинтенсивный



T_2 -взвешенное
изображение: ликвор
гиперинтенсивный

МР-ДИФФУЗИЯ

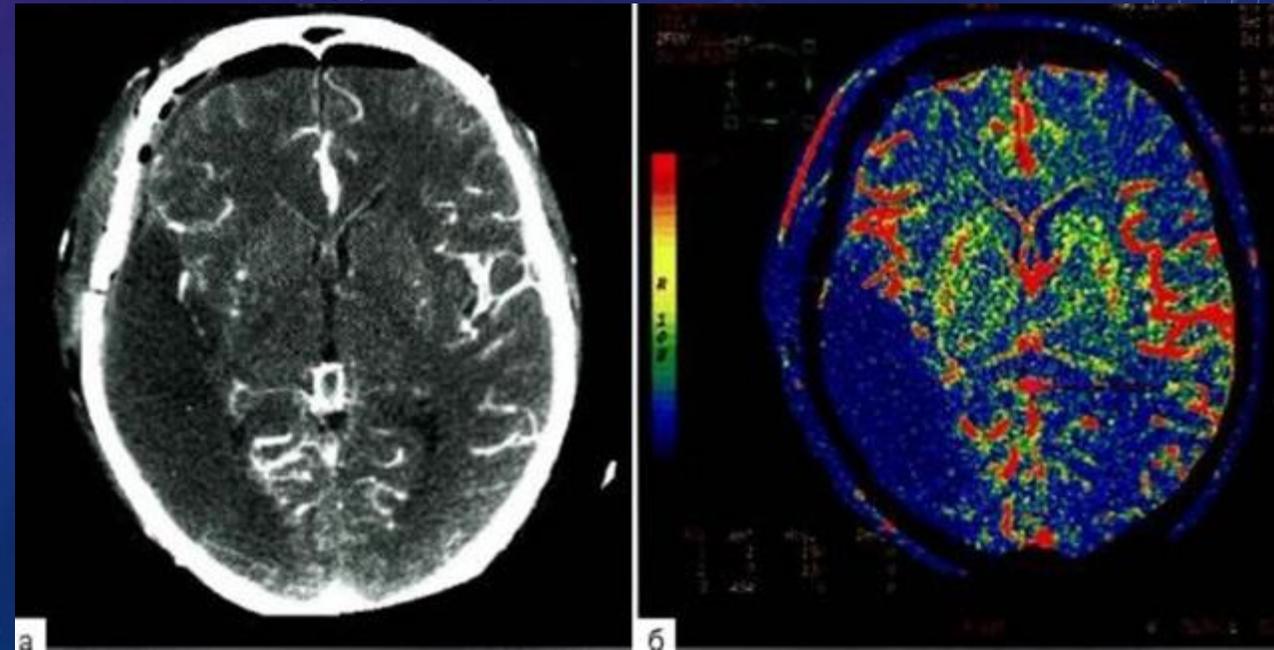
- метод, позволяющий определять движение внутриклеточных молекул воды в тканях.
- Диффузионно-взвешенная томография — методика магнитно-резонансной томографии, основанная на регистрации скорости перемещения меченных радиоимпульсами протонов. Это позволяет характеризовать сохранность мембран клеток и состояние межклеточных пространств. Первоначально и наиболее эффективное применение при диагностике острого нарушения мозгового кровообращения, по ишемическому типу, в острейшей и острой стадиях. Сейчас активно используется в диагностике онкологических заболеваний
- Метод не требует введения контрастного вещества.
- Противопоказания к проведению данного обследования накладывает лишь использование магнитного поля, поэтому МР диффузия недоступна лицам с установленным кардиостимулятором, инсулиновой помпой, металлическими пластинами, скобами в теле.
- Проведение магнитно-резонансной диффузии занимает порядка 10-15 минут, в течение которых производится регистрация движения молекул воды в клетках головного мозга. Результат исследования наглядно отображается на ADC-картах. Участки, на которых диффузия воды происходит быстро, отображаются красно-белыми цветами, а участки замедления диффузии – сине-черными.



МР-ПЕРФУЗИЯ

- Суть его заключается в том, что при введении контрастного вещества, оно распространяется с током крови. Распределение его проходит по кровеносному руслу, что позволяет выявить не только проходимость мелких капилляров, но так же и время этого прохождения – перфузии контраста через мелкие сосуды.
- Изображение регистрируют в одном и том же срезе, через определенные временные интервалы. Это позволяет оценить скорость продвижения контраста в разных участках мозга на протяжении времени. По полученным данным строят кривые распределения, с помощью которых вычисляются различные показатели интенсивности кровообращения в сосудах головного мозга.
- Метод позволяет определить степень ишемии головного мозга и других органов.

МР перфузия – ишемия в бассейне средней мозговой артерии

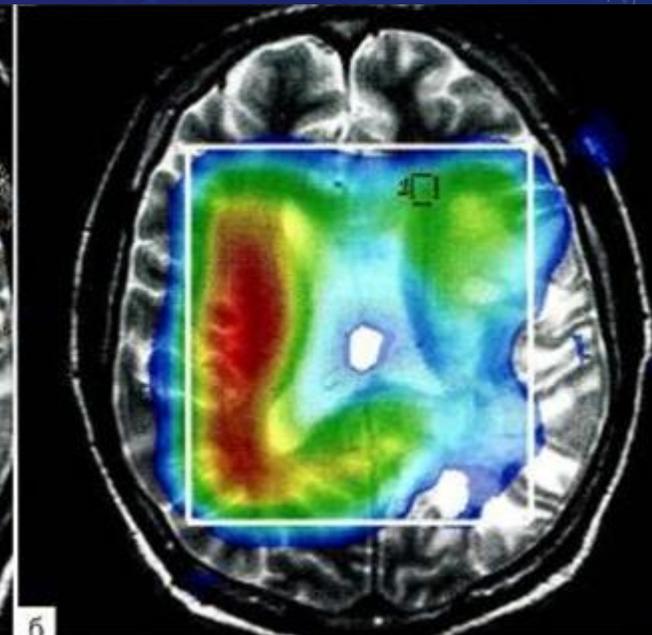
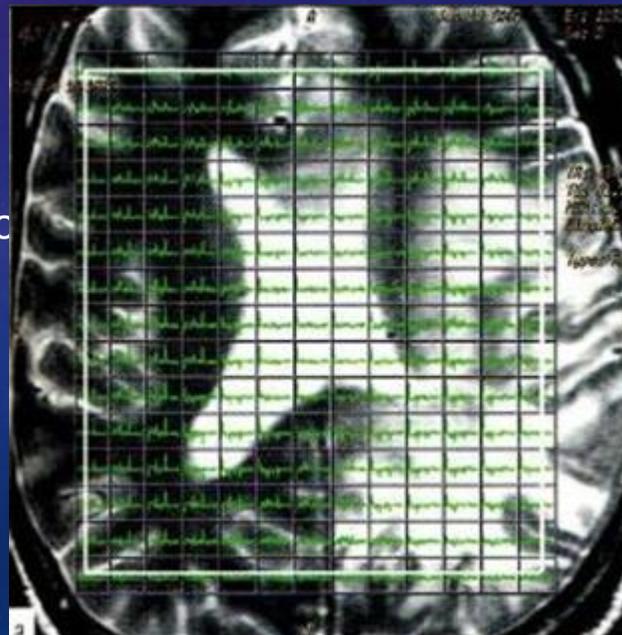


МР-СПЕКТРОСКОПИЯ

- Магнитно-резонансная спектроскопия (МРС) — метод позволяющий определить биохимические изменения тканей при различных заболеваниях по концентрации определённых метаболитов. МР-спектры отражают относительное содержание биологически активных веществ в определённом участке ткани, что характеризует процессы метаболизма. Нарушения метаболизма возникают, как правило, до клинических проявлений заболевания, поэтому на основе данных МР-спектроскопии можно диагностировать заболевания на более ранних этапах развития.

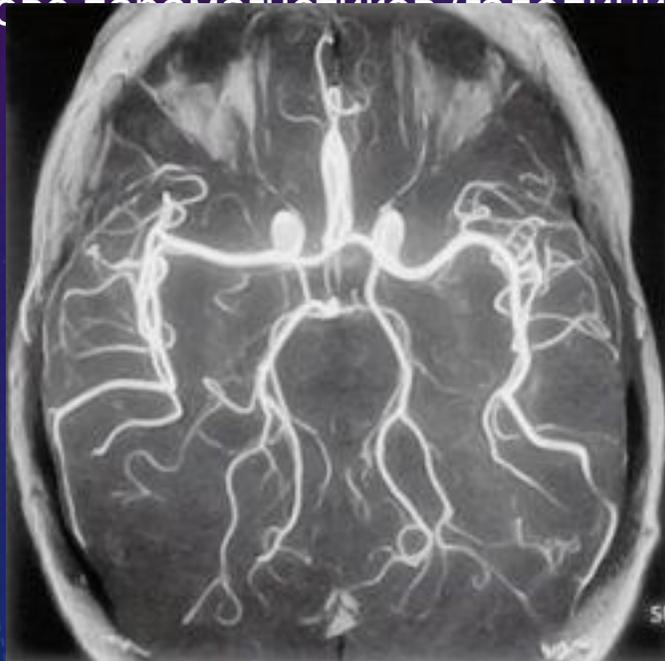
Виды МР спектроскопии:

- МР спектроскопия внутренних органов (*in vivo*)
- МР спектроскопия биологических жидкостей (*in vitro*)



МРТ-АНГИОГРАФИЯ

- метод получения изображения просвета сосудов при помощи магнитно-резонансного томографа. Метод позволяет оценивать как анатомические, так и функциональные особенности кровотока. МРА основана на отличии сигнала от перемещающихся протонов (крови) от окружающих неподвижных тканей, что позволяет получать изображения сосудов без использования каких-либо контрастных средств — бесконтрастная ангиография (фазово-контрастная МРА и время-пролетная МРА). Для получения более чёткого изображения применяются особые контрастные вещества на основе гадолиниевых комплексов (гадолиний).

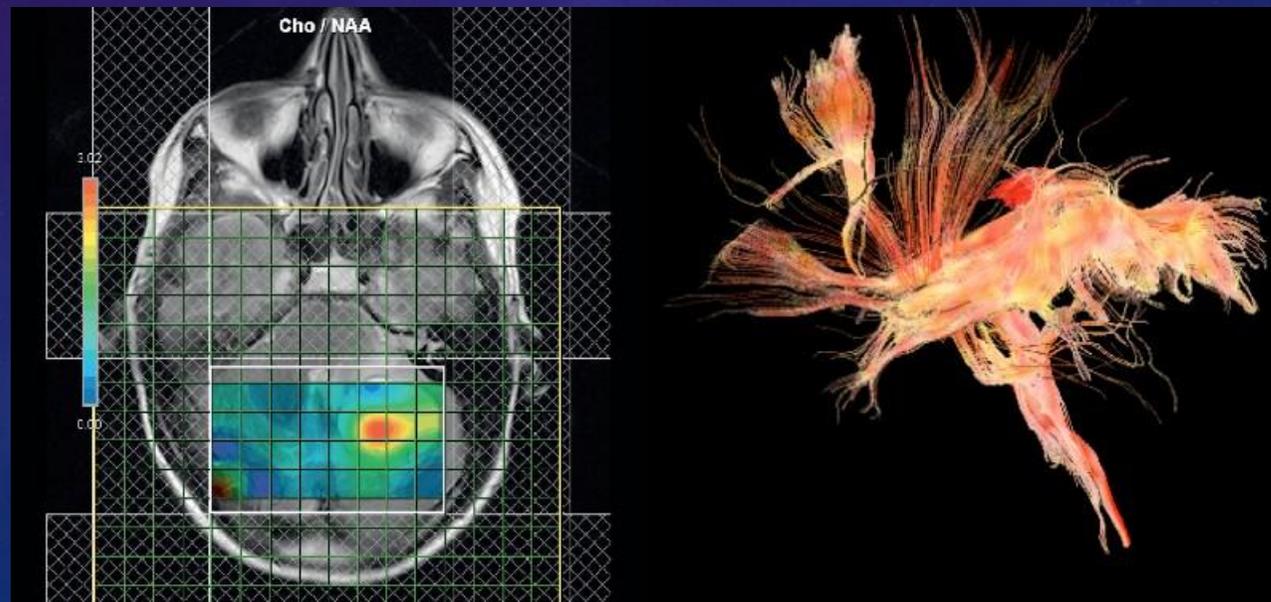


Противопоказания:

- Гемолитическая анемия;
- Индивидуальная непереносимость компонентов, входящих в состав контрастного вещества;
- Хроническая почечная недостаточность, так как в этом случае контраст может задерживаться в организме;
- Беременность на любом сроке, так как контраст проникает через плацентарный барьер, а его влияние на плод пока плохо изучено.

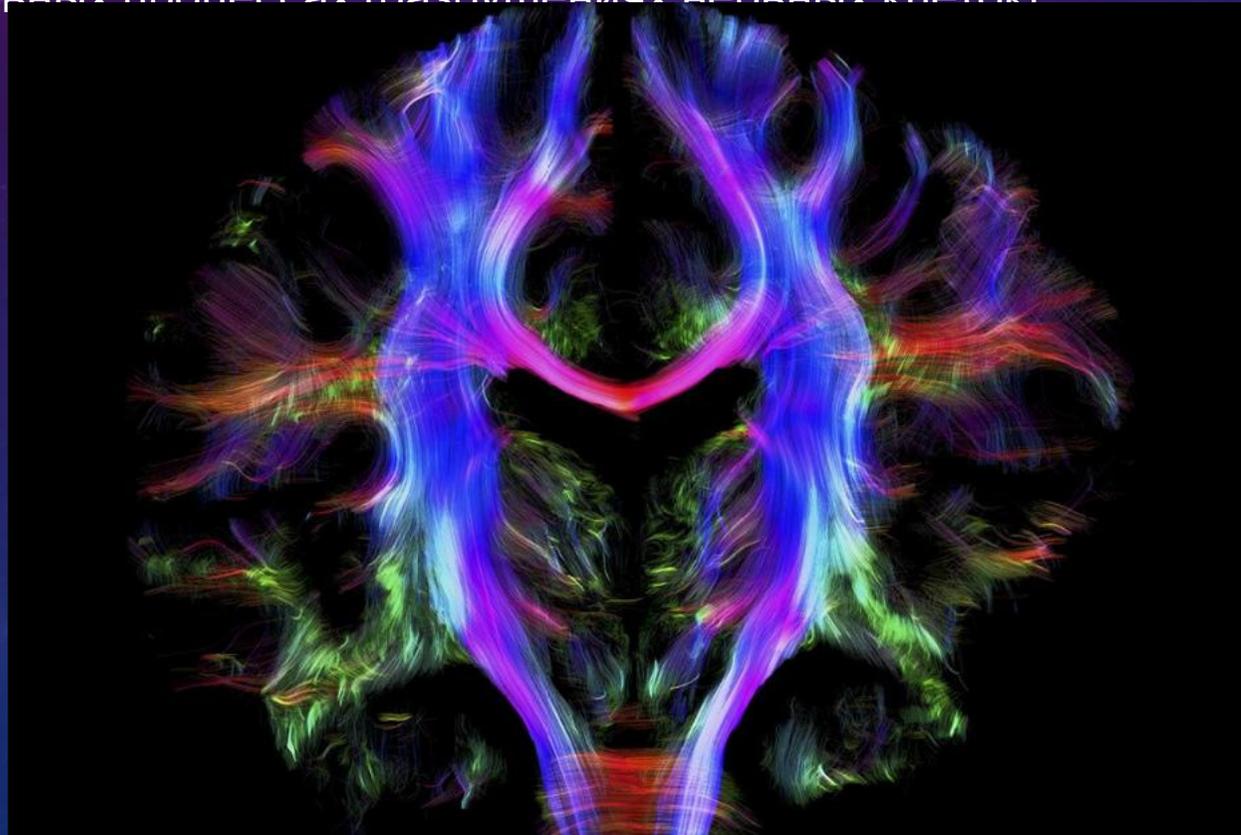
МРТ-ТРАКТОГРАФИЯ

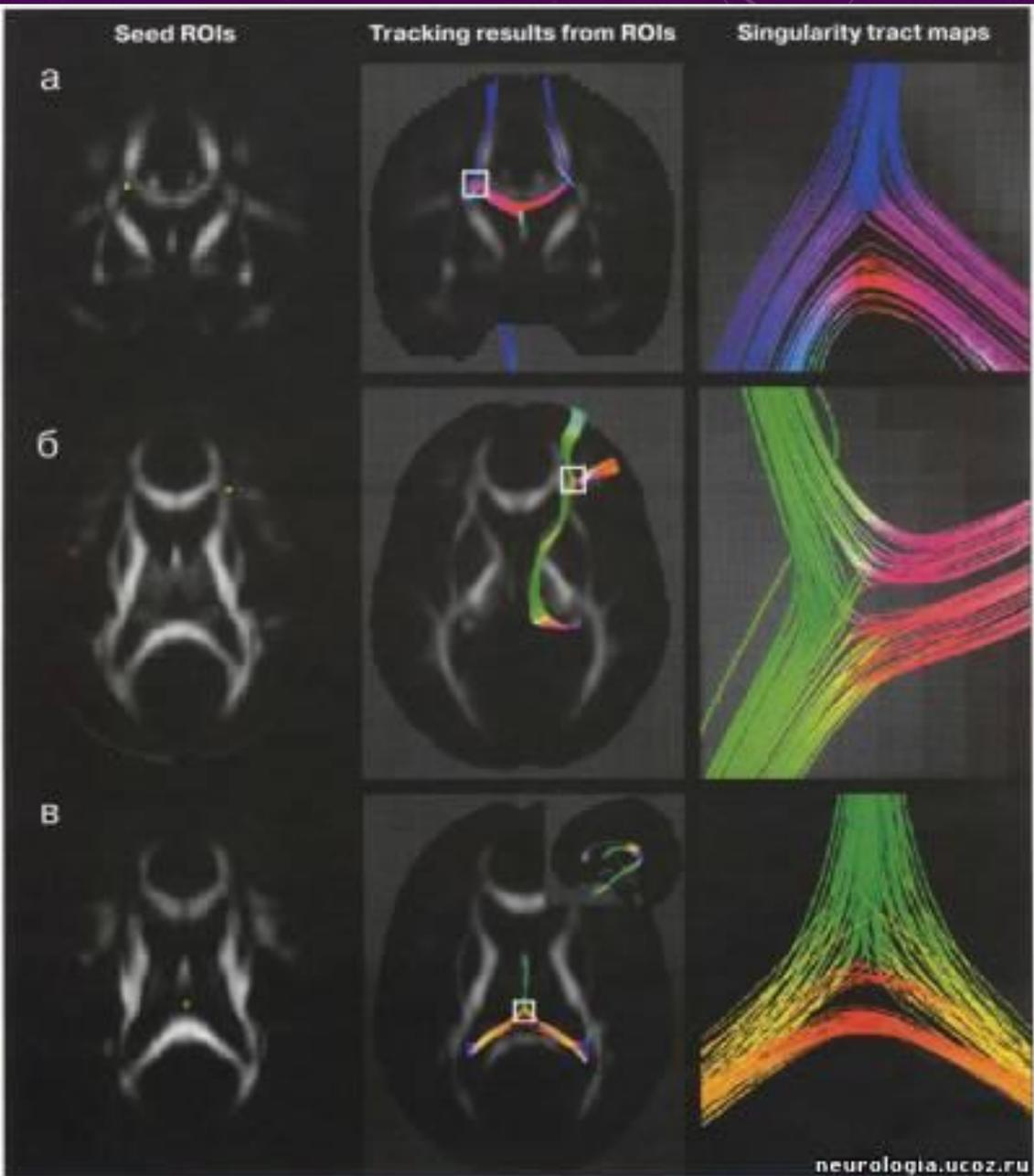
- – это специальная программа для получения диффузионно-взвешенных изображений.
- Благодаря ей визуализируются проводящие пути — тракты белого вещества головного мозга, что позволяет узнавать их направление, выявлять смещение или деформацию, оценивать целостность (инвазию или повреждение).
- Такая возможность особенно важна при планировании хирургического лечения, поскольку нейрохирург может еще до операции узнавать расположение проводящих путей и их вовлеченность в патологический процесс. Это позволяет спланировать максимально адекватный операционный доступ и объём оперативного удаления внутримозговой опухоли, с малейшим неврологическим дефицитом в постоперационном периоде.



МРТ-ТРАКТОГРАФИЯ ПРИМЕНЯЕТСЯ

- при опухолях головного мозга — для выявления повреждений или смещения трактов белого вещества;
- при планировании операции — для определения степени доступа и объема хирургического вмешательства;
- при нейродегенеративных процессах (разрушениях нервных клеток)





- Рис. 1. Трактограммы мозга здорового добровольца
- а — область пересечения волокон мозолистого тела и путей, идущих к переднему бедру внутренней и наружной капсул;
- б - таламокортикальные и кортикоталамические соединения префронтальной коры;
- в —разделение свода мозолистого тела на волокна, идущие к правой и левой височной доле

В каждом случае область интереса (ROI) обозначена желтой точкой на изображениях в левом столбце. В среднем изображены проекции трактограмм на области мозга. В правом столбце приведены увеличенные изображения фрагментов проводящих путей

ПРЕИМУЩЕСТВА МРТ

- Самая высокая разрешающая способность среди всех методов медицинской визуализации
- МРТ более чувствительна при выявлении мелких глубоких очагов и инфарктов в структурах задней черепной ямки
- Возможность получения первичных диагностических изображений в разных плоскостях (аксиальной, фронтальной, сагиттальной и др.)
- Признаки перенесенной геморрагии сохраняются на МРТ-изображениях в подавляющем большинстве случаев неопределенно долго, поэтому МРТ можно использовать для определения характера перенесенного ранее инсульта
- Нет лучевой нагрузки на врача и пациента
- Дополнительные возможности (МР-ангиография, трехмерная реконструкция, МРТ с контрастированием и др.)
- Получению МР-изображения не мешают кости и скопления газа, как при УЗИ.
- При МРТ лучше, чем при КТ и УЗИ, визуализируются мягкие ткани за счёт высокого тканевого контраста: мышцы; жировые прослойки; хрящи; сосуды (даже без введения в них контрастных веществ).
- При исследовании головного мозга удаётся: - разграничить серое и белое вещество;- можно видеть мозговые оболочки;- видны сосуды основания головного мозга.
- Спинальный мозг виден на МР-томограммах на всём протяжении, чему не мешают кости, при этом хорошо визуализируются: оболочки и межоболочечные пространства; корешки спинного мозга и ткани, окружающие их; структура межпозвоночных дисков.
- При МРТ чётко различимы: стенки сердечных камер; стенки сосудов; кровь в сосудах; атеросклеротические бляшки, тромбы, аневризмы в стенках сосудов.
- МР-ангиография головного мозга позволяет визуализировать сосуды без введения в них контрастного вещества (неинвазивный метод). При этом выявляют изменения сосудов: аномалии развития; аневризмы; смещения; непроходимость; коллатеральные; дополнительные; патологические и др.

НЕДОСТАТКИ

- Низкая доступность, Высокая стоимость исследования
- Продолжительность сканирования МРТ составляет обычно до 20-30 минут, но может продолжаться дольше. В частности, сканирование брюшной полости занимает больше времени, чем сканирование головного мозга.
- Сложность исследования подвижных структур
- Так как МР томографы производят громкий шум, обязательно используется защита для ушей (беруши или наушники)
- Невозможность исследования пациентов с некоторыми металлоконструкциями (ферро- и парамагнитными)
- Сложность оценки большого объема визуальной информации (граница нормы и патологии)
- МРА головного мозга не позволяет визуализировать фазы кровотока (артериальную, паренхиматозную и венозную), это возможно только при рентгеновской ангиографии.
- Плохо отображаются обызвествления в отличие от рентгенографии, УЗИ и КТ
- Возможны артефакты («искусственно сделанные»), как и при других диагностических изображениях. Артефакты отражают не реальный морфологический статус, а внесены в изображение самой техникой.

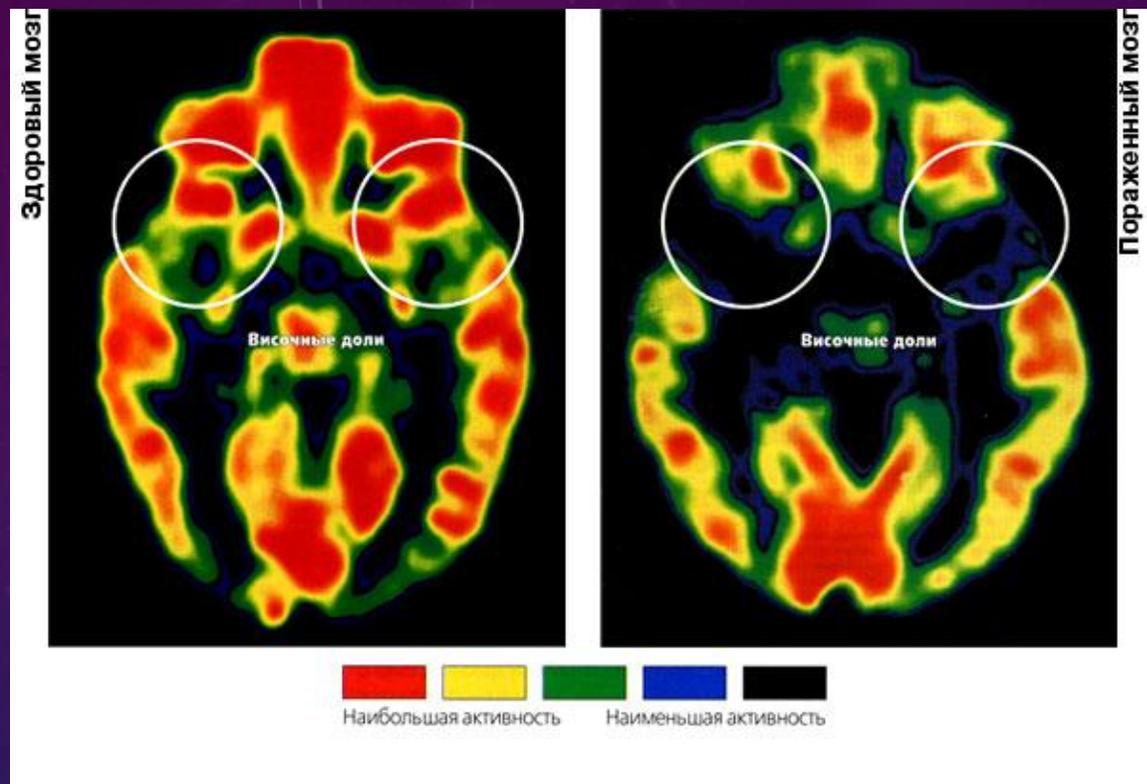
АБСОЛЮТНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- установленный кардиостимулятор (изменения магнитного поля могут имитировать сердечный ритм)
- ферромагнитные или электронные имплантаты среднего уха
- большие металлические имплантаты, ферромагнитные осколки
- ферромагнитные аппараты Илизарова.

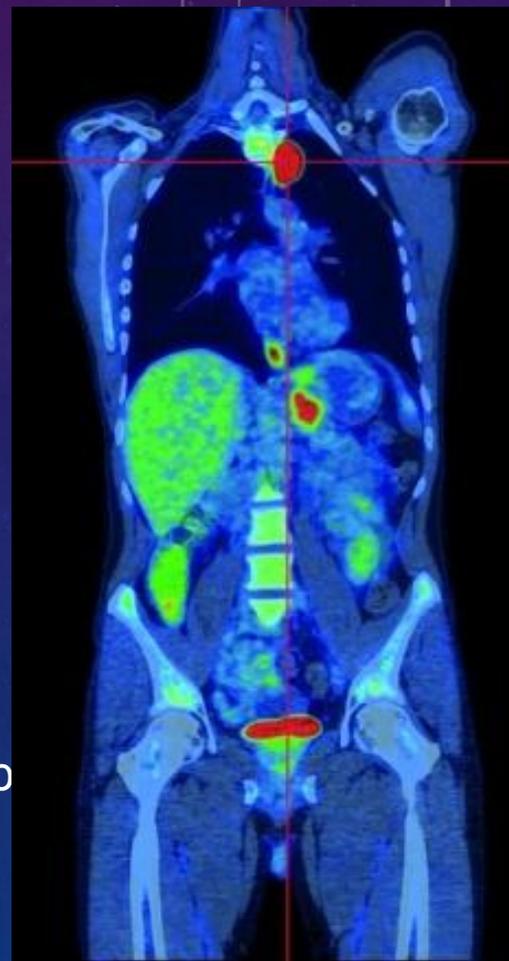
ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- инсулиновые насосы
- нервные стимуляторы
- неферромагнитные имплантаты внутреннего уха
- протезы клапанов сердца (в высоких полях, при подозрении на дисфункцию)
- кровоостанавливающие клипсы (кроме сосудов мозга)
- декомпенсированная сердечная недостаточность
- первый триместр беременности клаустрофобия
- необходимость в физиологическом мониторинге
- неадекватность пациента
- тяжёлое/крайне тяжелое состояние пациента
- наличие татуировок, выполненных с помощью красителей с содержанием металлических соединений (могут возникать ожоги)
- зубные протезы и брекет-системы, так как возможны артефакты неоднородности

ПЭТ



- Основан на использовании позитрон-излучающих радионуклидов (^{11}C , ^{15}O).
- При введении их в организм происходит взаимодействие позитронов с ближайшими электронами (аннигиляция), результатом которого является появление двух противоположно направленных γ -квантов, имеющих одинаковую энергию. Это излучение регистрируется позитронно-эмиссионными томографами по принципу совпадения.
- Показывает неанатомическое строение определённых участков тела человека, а особым образом фиксирует особенности их работы, замечая отклонения в функционировании каждого отдельного органа и их совокупности



ВИДЫ ПЭТ

Динамическое сканирование

- Одна и та же область тела через определенные промежутки времени
- Отслеживание динамики накопления РФП (скорость накопления, время нахождения и скорость выведения РФП)

Статическое сканирование

- Однократное, через некоторое время после введения РФП
- Дополняют отсроченным сканированием для определения динамики выведения препарата

ПОКАЗАНИЯ

- В онкологии метод применим тогда, когда есть подозрения на развитие злокачественных опухолей.
- Также применяется для более детального исследования ранее выявленных очагов онкологии, для оценки распространения метастаз.
- Назначается при подозрении на саркому
- Рекомендована позитронно-эмиссионная томография при эпилепсии, помогает определить локализацию очага патологии, особенно незаменима перед оперативным вмешательством.
- При сосудистых заболеваниях головного мозга, в том числе при инсультах геморрагическом и ишемическом.
- В травматологии и нейрохирургии эта методика предназначена для исследования повреждений мозговой ткани в период после операций, особенно в тех случаях, когда результаты МРТ и КТ неточны.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- Не проводится для тяжелобольных людей, которые находятся в бессознательном состоянии и не могут контролировать движения собственного тела.
- Запрещена при кормлении грудью, а также во время вынашивания ребёнка.
- Не рекомендовано сканирование для больных инфекционными болезнями в тяжёлой форме, а также при наличии воспалительных процессов в организме человека. Такие патологии, как, например, абсцесс, могут дать ложные результаты процедуры.
- Не применяют позитронно-томографическую методику для больных, которые только что перенесли лапароскопические операции или открытую биопсию. Это запрещено потому, что есть риск повреждения тканей в том месте, где было проведено оперативное вмешательство. Если исследование необходимо, то после данных операций должно пройти не менее месяца.
- Нельзя проводить одновременно с курсом химиотерапии, так как совмещение таких манипуляций могут вызвать необратимые изменения в строении костного мозга. После химиотерапии должен также пройти минимум месяц.
- Также не рекомендовано совмещать сканирование с лучевой терапией, так как постлучевые осложнения станут ещё сильнее. В этом случае необходима пауза в течение трёх месяцев.

ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЮ

- За сутки до сканирования стоит прекратить любые физические нагрузки, также прекратить принимать лекарственные средства, алкогольные напитки, отказаться от курения.
- Если сканирование назначено на утро, то ужин предыдущего дня должен быть максимально лёгким. Допускается творог, кефир, вода без сахара.
- В день процедуры откажитесь от любого сахара, он не должен поступать в организм ни в каком виде даже в малых количествах.
- Если обследование проводится в середине дня, то завтрак в этот день стоит отменить, а обед тем более. Единственное, что можно – несладкая питьевая вода.
- Если процедура проводится в вечернее время, то последний приём пищи – завтрак, он должен быть съеден до девяти часов утра. Стоит заранее обсудить с врачом диету, которой вы будете придерживаться последний день перед процедурой.
- Набор запрещённых продуктов будет отличаться в зависимости от вводимого вещества-контраста.
- Пациентам, которые страдают от сахарного диабета, необходимо сообщить о своей болезни ещё во время записи на сканирование. Последний приём пищи разрешён в таком случае за 24 часа до процедуры, после этого ничего есть нельзя, можно пить несладкую воду. Предварительно у больных сахарным диабетом измеряют уровень сахара, а только потом разрешают сканирование.