

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕТРОЗАВОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом критической и
респираторной медицины

Классификация магнитно-резонансных томографов Типы магнитов



Студента 3 курса
71318 группы

Овчинниковой Наталии Юрьевны

Научный руководитель: доцент кафедры,
кандидат медицинских наук

Васильев Валерий Анатольевич

Петрозаводск
2020

Классификация МР томографов

- В зависимости от напряженности основного магнитного поля МР-томографы классифицируются на:
 - сверхнизкие (менее 0,1 Тл);
 - низкопольные (0,1-0,4 Тл);
 - среднепольные (0,5 Тл) время исследования в среднем 20-30 минут, редко используются, т.к. уступают по качеству диагностики высокопольным;
 - высокопольные (1-2 Тл);
 - сверхвысокопольные (свыше 2 Тл).
- Фирмы-производители в настоящее время выпускают 3 основных типа (вида) томографов:
 1. открытые (безтуннельные, сферические, полуоткрытые);
 2. закрытые (туннельные);
 3. стоячие (мультипозиционные).
- По типу источника основного магнитного поля, МР-томографы разделяют на *постоянные, резистивные и сверхпроводящие*

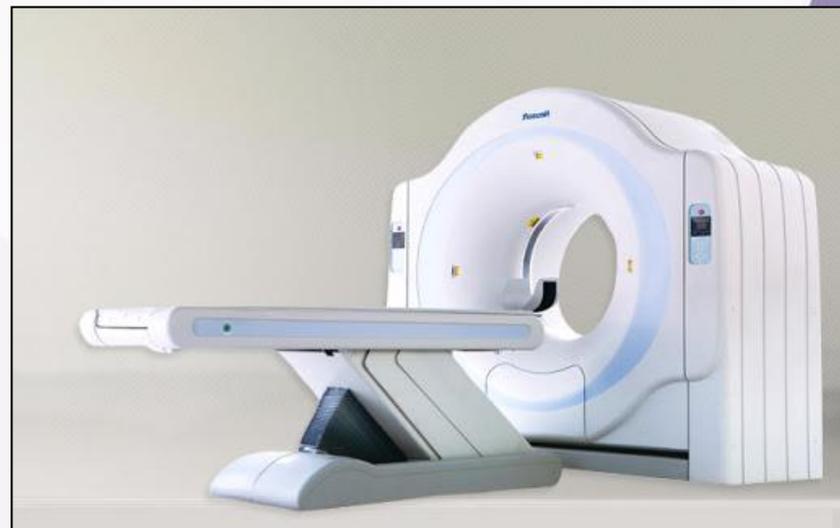
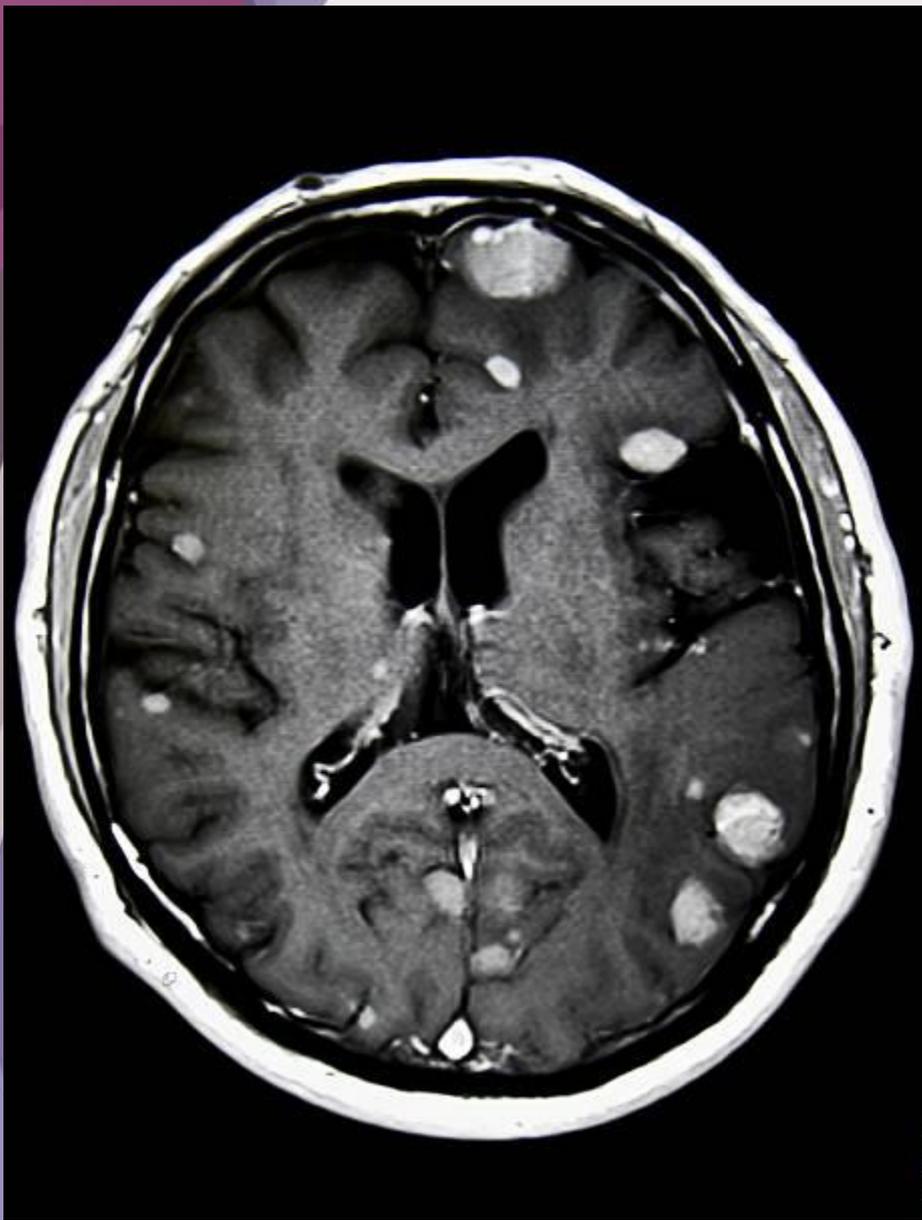
Низкопольные томографы

- Это, как правило, аппараты открытого типа, которые подходят для предварительной диагностики, т.к. их мощности не хватает для получения четких изображений.
- **Зато на этих аппаратах можно провести исследование:**
 - при наличии металлических изделий внутри тела,
 - при избыточном весе и больших габаритах пациента,
 - при клаустрофобии, при обследовании детей, при тяжелом состоянии больного.
- Средняя продолжительность исследования составляет около 40 минут. Стоимость исследования на таких аппаратах дешевле, чем на других томографах.
- **Органы**, подлежащие обследованию – *головной мозг, позвоночник, крупные суставы.*



Высокопольные томографы

- Самые распространенные в медицинских клиниках. Являются международным стандартом оптимального соотношения цена/качество.
- Плюсы:
 - высокая скорость исследования (15-20 минут)
 - большая разрешающая способность, что позволяет различить даже небольшие по размерам новообразования и точно его локализовать.
 - возможность четкого изображения головного мозга, даже если пациент не лежал неподвижно
 - возможность получить изображение сердца и сосудов в режиме реального времени без необходимости синхронизации
 - возможность провести сканирование всех органов брюшной полости всего за одну задержку дыхания
 - При сканировании можно получить срезы толщиной от 1 мм, что очень важно в онкологии, когда необходимо выявить патологию на ранних стадиях.
- Недостатки высокопольных аппаратов связаны с тем, что это томографы туннельного типа, при которых нельзя проводить исследования пациентам с наличием металлических или электронных имплантов, с клаустрофобией.
- Органы, подлежащие обследованию - головной мозг, **брюшная полость, связочный аппарат суставов** и любые другие органы и системы).



Новообразования головного мозга при МРТ на высокопольном аппарате

Сверхвысокопольные томографы

Используются редко, в основном, для научных целей, т.к. мощность поля в 3 Тл превышает установленные нормы в клинической практике (максимум 2,5 Тл). Их использование четко регламентировано, например, при экстренных ситуациях, когда нужно максимально уменьшить время исследования до 5-10 минут. Цена аппарата и стоимость исследования на нем значительно выше, чем на других томографах, поэтому широкого распространения не получили.

- *Возможно использование для обследования мелких суставов кистей, голеностопа, микротравм сухожилий, выявления эпилепсии, сложного онкологического поиска метастазов по всему телу, [МР-коронарографии](#) и сердца*



Открытые томографы

- В открытом томографе магниты находятся сверху и снизу по отношению к столу, где лежит пациент, все остальное пространство вокруг него свободно. В этом – и плюсы, и минусы открытых томографов.
- **В открытых томографах проводят обследование:**
- когда врачу для подтверждения диагноза достаточно снимков без детализации,
- разрешающей способности таких томографов бывает достаточно для обнаружения крупных образований,
- при исследовании только одного органа, когда нет необходимости помещать все тело между магнитами.



Исследование головного мозга на томографе открытого типа



Открытый тип томографа

Открытые томографы

- **Плюсы таких аппаратов:**

- можно использовать у людей с клаустрофобией,
- при обследовании детей есть возможность присутствия мамы рядом,
- позволяют проводить обследование полных пациентов, в случаях тяжелого состояния пациента, при психических заболеваниях,
- отсутствие шума при работе аппарата,
- меньшая зависимость от присутствия металлических предметов,
- более устойчивы к случайным движениям пациента во время сканирования,
- меньшая стоимость исследования.

- **К минусам можно отнести:**

- низкую мощность (0,1 – 1 Тл),
- не удовлетворительное качество снимков, на которых невозможно выявить патологические очаги малых размеров,
- большую продолжительность обследования.

Закрытые томографы

- Закрытые томографы еще называют традиционными, туннельным или капсульными, т. к. они представляют собой закрытый со всех сторон тоннель (трубу), куда помещают стол с пациентом, который оказывается окруженным магнитным полем со всех сторон.
- При обследовании детей, пациентов с клаустрофобией, в случаях, когда нужно провести исследование только одного органа, используют закрытый тип томографа с коротким тоннелем, что позволяет не помещать пациента полностью внутрь аппарата, оставляя часть тела снаружи.



Закрытый, или туннельный, томограф

тоннелем

Закрытые томографы

Преимущества:

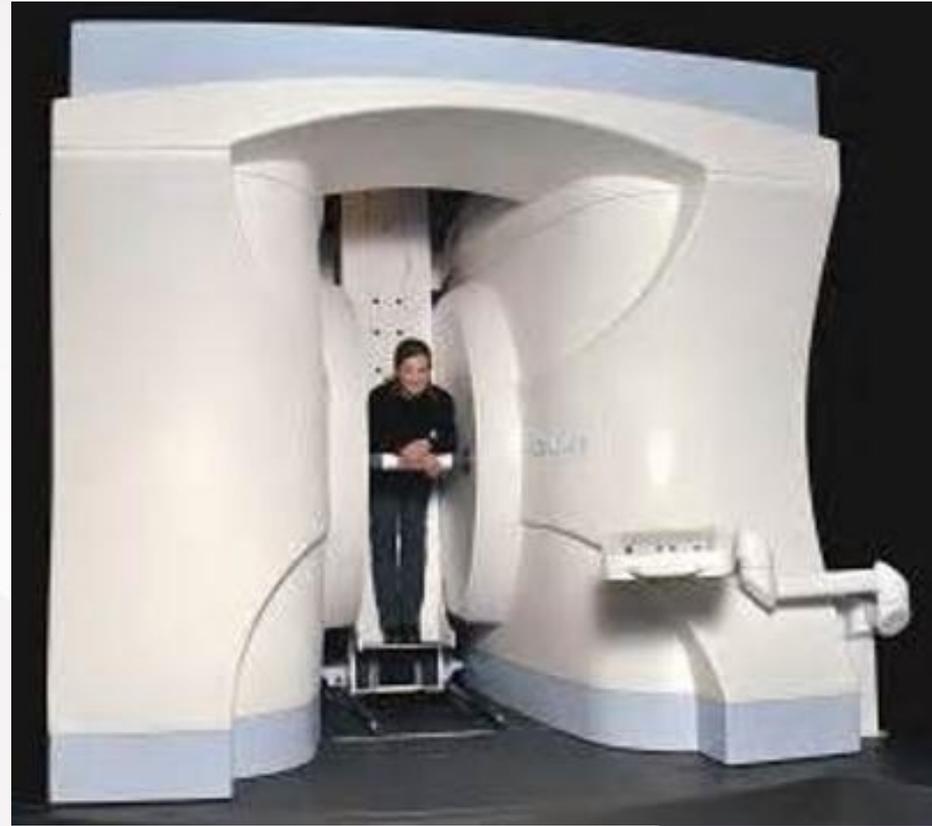
- Повышенная мощность (в среднем 1,5 – 3 Тл).
- Возможность получения более четких снимков изучаемых объектов, что
- значительно повышает качество диагностики.
- Увеличение скорости сканирования.

К существенным недостаткам относится невозможность проведения исследования:

- пациентов с кардиостимуляторами и другими вживленными металлическими или электромагнитными медицинскими изделиями, имплантами, протезами и др.;
- при клаустрофобии;
- пациентов с габаритами, превышающими размеры капсулы.
- В закрытых томографах пациенты могут испытывать умеренный дискомфорт из-за шума от работы аппарата.

Вертикальные томографы

- Необходимость проведения исследования человека в вертикальном положении привела к тому, что появились томографы, у которых магнит можно разворачивать вертикально. В таких аппаратах, которые являются разновидностью открытых томографов, сканирование проводится под естественной весовой нагрузкой. Это особенно важно при исследовании позвоночника.
- Боли в спине чаще появляются, когда человек стоит или сидит, в горизонтальном положении позвоночник и межпозвоночные хрящи расслабляются, не происходит сдавливания нервных корешков, поэтому источник боли установить бывает трудно.



Исследование позвоночника на вертикальном томографе

Вертикальные томографы

- Вертикальные томографы дают возможность определить взаимное расположение элементов спинного мозга, выявить грыжи, тяжелые формы сколиоза, смещения позвонков, искривления, стирание межпозвоночных дисков. Врач может выявить патологию, которая проявляется только при изменении положения, и определить причину возникновения боли.
- Исследование на вертикальном томографе позволило почти на 40% увеличить диагностическую информативность изображений и повысить эффективность лечения.

Типы магнитов

1. Постоянные магниты

Состоят из материала, который намагничен таким образом, что магнитное поле не ослабевает (подобно магниту на холодильник). Напряженность поля обычно очень низкая и колеблется между $0.064\text{Тл} \sim 0.3\text{Тл}$

МР томограф Access с полем 0.064 Тл . Access был первым в мире МРТ сканером открытого типа



Постоянные магниты

Плюсы

- Низкое энергопотребление
- Низкие эксплуатационные расходы
- Маленькое поле неуверенного приема
- Без криогена

Минусы

- Ограниченная напряженность поля ($<0.3\text{Тл}$)
- Очень тяжелый
- Нет быстрого охлаждения
- Нет аварийного снижения магнитного поля

Типы магнитов

2. Резистивные магниты – очень большие электромагниты, подобные тем, которые используются на автомобильных свалках для переноса корпусов.

Магнитное поле порождается током, который течет по обмоткам проводов.

Резистивные магниты существуют в двух вариантах: с воздушным и со стальным сердечниками.

Напряженность поля может достигать 0.3 Тл.



Система Airis с полем 0.3Тл

Резистивные магниты

Плюсы

- Низкая стоимость
- Легкий вес
- Может быть отключен (экономия электроэнергии м/у исследованиями)
- Как правило, открытая конструкция (снижает проблему клаустрофобии)

Минусы

- Высокое энергопотребление
- Ограниченная напряженность поля ($<0.3\text{Tл}$)
- Требуется водяное охлаждение (выделяют много тепла)
- Большое поле неуверенного приема

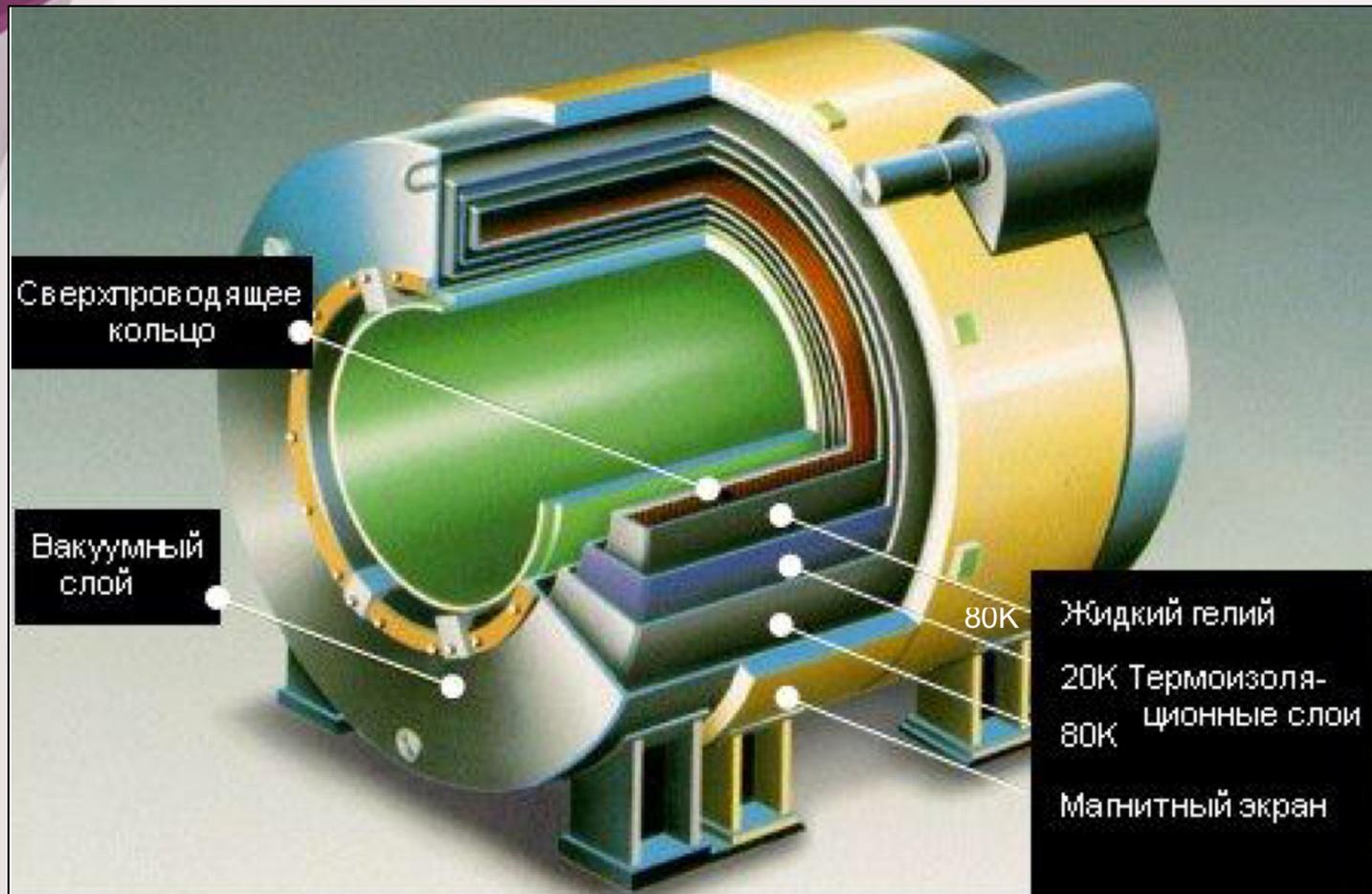
Типы магнитов

3. **Сверхпроводящие магниты.**

В настоящее время имеют наиболее широкое использование. Магнитное поле порождается током, который течет по обмоткам проводов. Провод окружен хладагентом, таким как жидкий гелий, для уменьшения электрического сопротивления. При температуре 4 Кельвина (-269°C) электрический провод “теряет” электрическое сопротивление.

- Однажды возбужденный в сверхпроводящем кольце ток позволяет поддерживать магнитное поле. Сверхпроводимость используется в системах с очень высокой напряженностью поля до 12 Тл. Наиболее часто в клинической практике применяются системы с напряженностью поля до 1.5 Тл. Большинство сверхпроводящих магнитов – магниты сквозного типа.

Структура сверхпроводящего магнита



Вакуумный слой, окружающий кольцо, действует как термоизоляционная защита. Эта защита предотвращает слишком быстрое выкипание гелия.



Несколько примеров магнитов сквозного типа

Сверхпроводящие магниты

Плюсы

- Высокая напряженность поля
- Высокая однородность поля
- Низкое энергопотребление
- Высокое отношение сигнал/шум
- Быстрое сканирование

Минусы

- Высокая стоимость
Высокие расходы на криогенное обеспечение
- Акустический шум
- Артефакты движения
- Техническая сложность

Список литературы

- Типы магнитов МРТ [Электронный ресурс]
<http://24radiology.ru/metod-mrt/typy-magnitov-mrt/>
- Что такое МРТ [Электронный ресурс]
https://mrt-rus.info/articles/chto-takoe-mrt.html#h2_373048
- Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.
- Плюсы и минусы различных томографов [Электронный ресурс]
<http://mrtcenter.ru/articles/plyusy-minusy-tomografov.html>

Спасибо за внимание!