

Сателлитный симпозиум «Возможности МРТ в диагностике цереброваскулярной патологии»

Почувствуйте природу человека с новой MAGNETOM Vida» (Гейдарова Э.)

Все инновации Siemens Healthineers проходят многолетнюю апробацию и разрабатываются в сотрудничестве с ведущими университетами и клиниками Европы и США.

Самые мощные градиентные системы за всю историю человечества:

- MAGNETOM Skyra Connectom (300/200 gradients);
- MAGNETOM Prisma (80/200 gradients);
- MAGNETOM Vida (60/200 gradients).

Все научные достижения постепенно транслируются в клиническую практику.

MAGNETOM Vida - первая и единственная клиническая градиентная система, эквивалентная «11,000 л.с.»*

*мощность 11 болидов Формулы-1

С мощной градиентной системой 60/200 с усилителем 2,7 МВт, экспертными клиническими приложениями и катушками появляется серьезный потенциал для научных исследований.

- 514 направлений диффузии для сверхчувствительной диффузионно-спектральной визуализации.
- Полное DTI-исследование с технологией RESOLVE и 64-канальной катушкой для головы/шеи.

BioMatrix Technology позволяет увидеть природу человека с помощью инновационных технологий:

- предвосхищать движение для получения качественных результатов;
- адаптироваться к сложной анатомии для получения надежных результатов;
- ускорять подготовку пациента для ↑ эффективности.

BioMatrix Sensors - мгновенная индикация дыхания со встроенными сенсорами:

- никаких манипуляций и ремней;
- мгновенное отображение дыхательного цикла на корпусе.

BioMatrix Tuners - CoilShim глубоко интегрированы в архитектуру самого аппарата.

Появилась возможность проводить анатомически специфичное (сверхточное) шиммирование под каждого пациента:

- значительное улучшение качества изображений по сравнению со стандартным исследованием;
- минимизация недиагностических результатов и потребности в пересканировании.

BioMatrix Tuners: SliceAdjust

Адаптация к сложной анатомии - исследование всей ЦНС без артефактов «сломанного позвоночника».

Simultaneous Multi-Slice – программные приложения, которые позволяют существенно ускорить различные исследования.

SMS Resolve улучшает точность диагностики.

- Точный кортикальный инфаркт визуализируется только с 2-х мм срезами.
- Улучшается визуализация поражений и ↓ эффект частичного объема за счет высокого пространственного разрешения (при этом время исследования значительно <, чем при стандартном сканировании).
- На 55% ↑ скорость сканирования, качество визуализации сохраняется.

Magnetic Resonance Fingerprinting – на пороге нового измерения в количественной визуализации. Технология основана на 3 принципах для достижения быстрой, эффективной и надежной количественной оценки:

- получение «отпечатка» с помощью специальной MRF-последовательности;
- сопоставление с огромным количеством «отпечатков» словаря MRF;
- представление данных в виде параметрической карты.

Распознавание паттернов используется для сопоставления полученного «отпечатка» с «отпечатком» из словаря MRF.

Специализированный инструмент позволяет легко оценивать и обрабатывать количественные данные:

- MRF-карты загружаются вместе со стандартным МР-изображением для удобного сравнения.
- Каждая область интереса проецируется на изображения и карты.
- На скатерограмме отображаются измеренные параметры по всем вокселям измеренного объема, например, зависимость T2 от T1.
- Данные скатерограммы обратно сопоставляются с морфологическими изображениями в выбранных областях интереса для точного определения локализации поражения и дальнейшей оценки.

Технология MRF:

- способствует характеристике ткани;
- дает возможность провести дифференциальную диагностику без биопсии и затем сделать прицельную биопсию для подтверждения диагноза по данным мультипараметрического сканирования.

МРТ играет жизненно важную роль в расширении персонифицированного подхода к медицине:

- надежная единая информационная база;
- количественная характеристика тканей;
- индивидуализация гайдлайнов по терапии.

Глобальное консалтинговое агентство FROST & SULLIVAN дважды (в 2017 г. и 2019 г.) отметил Siemens Healthineers за развитие отрасли, инновации и технологическое лидерство.

MAGNETOM Prisma: первый опыт применения в экспертной нейрорадиологии (Коновалов Р.Н.)

МРТ оборудование ФГБНУ «Научный центр неврологии»

МР томографы открытого типа

MAGNETOM C!, Siemens – 0,35 Тл
Panorama, Philips – 1,0 Тл

МР-томографы закрытого типа

MAGNETOM Verio, Siemens (2013 г.) – 3 Тл
MAGNETOM Avanto, Siemens (2009 г.) – 1,5 Тл
MAGNETOM Prisma, Siemens (2020 г.) – 3 Тл

Особенности MAGNETOM Prisma 3 Тл:

- высокая амплитуда градиентов – 80 мТл/м;
- наивысшая однородность магнитного поля;
- до 128 радиочастотных каналов;
- высокоэффективная система охлаждения;
- виброустойчивый дизайн магнита;
- усовершенствованная технология шиммирования высокого порядка.

Комплектация MAGNETOM Prisma:

- пакет для диффузионно-взвешенной визуализации с высоким разрешением;
- комплексный пакет для проведения диффузионно-тензорной МРТ с возможностью построения трактографии проводящих путей головного и спинного мозга;
- пакет для МРТ изображений, взвешенных по индексу магнитной восприимчивости тканей;
- программное обеспечение для визуализации функционального картирования активности коры головного мозга;
- комплексный нейроперфузионный пакет;
- пакет для бесконтрастного исследования перфузии головного мозга 3D;
- пакет последовательностей и протоколов для бесконтрастной трехмерной МР-ангиографии;
- пакет для скоростной динамической трехмерной МР-ангиографии;
- пакет для проведения количественной оценки потоков;
- комплексный пакет для проведения спектроскопии, включая 2D и 3D химический сдвиг.

Основные виды патологии, которыми занимаются в НЦН:

- цереброваскулярные, нейродегенеративные, демиелинизирующие заболевания;
- эпилепсия;
- заболевания периферической нервной системы.

Опыт применения MAGNETOM Prisma

- ДВИ(b1000), T2, ИКД-карта позволяют получать изображения высокого качества без потери времени сканирования.
- 3D-диффузионно-взвешенная МРТ с толщиной среза 1,5 мм – для выявления min изменений серого и белого вещества.
- Использование изотропных T1 и T2d-f ускоряют процесс сканирования и позволяют получить всю необходимую информацию.
- T2-FLAIR позволяют выявлять полностью структуру гиппокампа, что имеет важное значение для пациентов с эпилепсией.
- Диффузионная визуализация спектра (DSI) – до 514 направлений кодирования градиентов.
- Применение DWI/DTI спинного мозга значительно улучшает качество диагностики и

возможности дифференциальной диагностики различных структур.

- При исследовании черепных нервов MAGNETOM Prisma позволяет получить изображения высокого разрешения, где визуализируется практически любой черепной нерв.
- МР-спектроскопия все больше входит в рутинную практику. В системе MAGNETOM Prisma данная технология не требует дополнительной настройки.
- Функциональная МРТ на MAGNETOM Prisma отличается высокими градиентами и пространственным разрешением.
- MAGNETOM Prisma позволяет получать данные ФМРТ и DTI для прехирургического планирования.
- На аппарате MAGNETOM Prisma есть возможность совместного использования МРТ и ЭЭГ (имеется катушка голова/шея 64 канала).

Клинический случай

Пациент Х., 48 лет

Анамнез

Считает себя больным с октября 2020 г., когда при плановом обследовании был выявлен (+) анализ на COVID-19 (ПЦР). Спустя несколько дней ↑ температура до субфебрильных цифр, появилось онемение в области носа, затем – почти всего лица за исключением небольшого участка левой щеки. Постепенно присоединилась слабость мимической мускулатуры справа, слева, затруднение жевания, головные боли. Спустя 2 недели развился правосторонний птоз, регрессировавший через несколько дней, после того как «глаз открылся» больной отметил, что зрение на правый глаз исчезло.

Неврологический статус

Менингеальных знаков нет.

ЧМН: Глазные щели равны. Движения глазных яблок в полном объеме. Нистагма нет. Конвергенция не нарушена. Зрачки D> S. Реакция правого зрачка на свет отсутствует. Амавроз справа. Двусторонняя прозоплегия, полностью глазные щели не смыкаются, правый глаз гиперемирован, слезотечение из глаз, надбровные рефлексы не вызываются, рот полуоткрыт, затруднено жевание. Гипалгезия на лице. Нарушение вкуса отрицает. Субъективно слух сохранен, глотание и фонация не нарушены, язык по средней линии. Статика и координация не нарушены.

МРТ-исследование

- T2 SPACE: утолщений/изменений черепных нервов не наблюдается.
- SWI: выявлено большое количество кровоизлияний.
- T2: правый зрительный нерв значительно < чем левый.
- T1 VIBE Gd+: накопление контраста лицевыми нервами, с левой стороны хорошо визуализируется глазничная артерия, с правой стороны глазничной артерии не видно → тромбоз правой глазничной артерии.

В данной ситуации не потребовалось проведение ангиографии.

Ds: COVID-19 ассоциированный васкулит.

Лучевая диагностика тромбоза венозных синусов.

Венозные «инфаркты» (Брюхов В.В.)

Венозная система головного мозга

Поверхностные вены	Глубокие вены	Венозные синусы
Восходящие	Вена прозрачной перегородки	Парные синусы:
Нисходящие	Вена сосудистого сплетения	• верхний каменистый
Средняя мозговая	Конечная вена	• нижний каменистый
<u>Вена Лаббе</u>	Базальная вена и др.	• <u>кавернозный</u>
<u>Вена Троларда</u>	Внутренняя вена мозга	• <u>поперечный</u>
	<u>Вена Галена</u>	• <u>сигмовидный</u>
		Непарные синусы:
		• <u>верхний саггитальный</u>
		• нижний саггитальный
		• <u>прямой</u>
		• затылочный

МРТ головного мозга (норма)

- T2-ВИ, T2-FLAIR – гипосигнал в соответствующем синусе
- T1-ВИ – изо-/гипосигнал, иногда гиперсигнал

МР-признаки тромбоза синусов мозга

Замещение нормального МР-сигнала от тока крови в синусе или вене на патологический – основной МРТ признак, на который всегда обращается внимание при анализе МРТ головного мозга в стандартных режимах исследования и оценке проекции соответствующих синусов.

При визуализации патологического сигнала в проекции соответствующего синуса дополнительно проводится МР-веносинография, чтобы дифференцировать замедление венозного оттока от истинного тромбоза синуса.

При воспалительных изменениях в области пирамиды височной кости и сосцевидных отростков, следует обратить внимание на состояние рядом расположенных поперечных синусов.

Венозный «инфаркт» – как осложнение/исход тромбозов венозных синусов

- Зона измененного МР-сигнала с локализацией, нехарактерной для какого-либо артериального бассейна.
- Вазогенный отек зоны, которую дренирует пораженный синус, часто сопровождается очагами кровоизлияний.

- Цитотоксический отек в зоне вторичного венозного инфаркта.
- На ИКД-карте также возможно сочетание ↑ и ↓ ИКД.

В случаях, когда необходимо исключить повреждение в веществе мозга артериального происхождения, применяется бесконтрастная МР-артериография.

Часто венозные «инфаркты» могут осложняться геморрагической трансформацией.

Наличие геморрагического компонента – важный маркер для лишнего подтверждения венозного происхождения «инфаркта».

КТ-признаки тромбозов вен и синусов мозга

Тромбоз прямого синуса: наличие изменений повышенной плотности в проекции синуса при проведении КТ без введения контрастного вещества.

При тромбозе верхнего сагиттального синуса наблюдается классический симптом «дельты» (КТ без КВ).

Симптом «пустой дельты» – отражает присутствие контраста в синусе, окружающего менее «плотный» тромб внутри самого синуса (КТ с КВ).

Венозный «инфаркт» при КТ

При тромбозе поперечного синуса и вены Лаббе с развитием «венозного» инфаркта наблюдается симптом «шнура» (КТ без КВ).

Венозные «инфаркты» с геморрагической трансформацией – инфаркты с нехарактерной для какого-либо артериального бассейна локализацией, часто и рано сопровождающиеся кровоизлиянием.

Венозный «инфаркт» вследствие тромбоза вены Лаббе: КТ без КВ может выявить гиподенсивную зону в височной доле (овал) при тромбозе латерального синуса, в задних отделах височной доли – иногда при тромбозе вены Лаббе.

Тромбоз синусов мозга и венозный «инфаркт»: на что обратить внимание?

- Анамнез (клиническая симптоматика, чаще – резкая локальная головная боль).
- Замещение нормального МР-сигнала от синуса на патологический в стандартных режимах МРТ или ↑ плотности в проекции синуса при КТ без контраста.
- ↓ или отсутствие кровотока по синусу при МР-веносинусографии.
- При развитии «инфаркта» локализация зоны измененного МР-сигнала не характерна для какого-либо артериального бассейна.
- Венозный инфаркт чаще всего сопровождается геморрагической трансформацией.

Алгоритм МРТ при подозрении на тромбоз синусов мозга

1. T2-ВИ
2. T2-FLAIR
3. T2*-ВИ или SWI
4. T1-ВИ
5. МР-веносинографи́я
6. T1-ВИ с контрастным усилением (при необходимости)

МРТ в диагностике церебральной микроангиопатии (Кремнева Е.И.)

Pantoni L. Cerebral small vessel disease: from pathogenesis and clinical characteristics to therapeutic challenges. Lancet Neurol. 2010 Jul;9(7):689-701

Церебральная микроангиопатия (ЦМА, small vessel disease) – комплекс нейровизуализационно-морфологических и ассоциированных с ними клинических проявлений, обусловленных поражением мелких сосудов головного мозга – артерий малого калибра, артериол, капилляров, венул, мелких вен, расположенных в паренхиме мозга или в субарахноидальном пространстве (лептоменингеальных).

В России широко распространена концепция гипертонической дисциркуляторной энцефалопатии (ДЭП). За рубежом – концепция cerebral small vessel disease – болезни мелких церебральных сосудов (равноценно – церебральная микроангиопатия).

На долю ЦМА приходится:

- до 45% всех новых случаев деменции ежегодно;
- до 20-25% всех инсультов.

Gorelick PB et al. Vascular contributions to cognitive impairment and dementia: a statement for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. Stroke. 2011 Sep;42(9):2672-713

Wimo A et al. Cohort Effects in the Prevalence and Survival of People with Dementia in a Rural Area in Northern Sweden. J Alzheimers Dis. 2016;50(2):387-96

Wimo A, Winblad B. Pharmacoeconomics of mild cognitive impairment. Acta Neurol Scand Suppl. 2003; 179:94-9

Pantoni L. Cerebral small vessel disease: from pathogenesis and clinical characteristics to therapeutic challenges. Lancet Neurol. 2010 Jul;9(7):689-70

Этиопатогенетическая классификация ЦМА

1. Артериосклероз (возраст-зависимая и ассоциированная с сосудистыми факторами риска ЦМА)
2. Спорадическая и наследственная церебральная амилоидная ангиопатия
3. Наследственные и генетические формы ЦМА, отличные от церебральной амилоидной ангиопатии
4. Воспалительные и иммуноопосредованные ЦМА
5. Венозный коллагеноз
6. Другие формы ЦМА

Нейровизуализация при ЦМА: стандартизация диагностических критериев (STRIVE)

Острый малый инфаркт	Гиперинтенсивность белого вещества	Лакунарный инфаркт	Периваскулярные пространства	Микрокровоизлияния	Атрофия
≤ 20 мм	Разная величина	3-15 мм	Разная величина	2-10 мм	
ДВИ (b1000)	FLAIR		T2/T1/FLAIR	T2*/SWI	

Wardlaw JM et al. Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration. Lancet Neurol. 2013 Aug;12(8):822-38

Тип 1: возраст-зависимая и ассоциированная с сосудистыми факторами риска сЦМА

Очаги сосудистого генеза, связанные с гемодинамическими нарушениями и/или изменениями сосудистой стенки:

- небольшие очаги неправильной формы;
- чаще – в лобных долях;
- встречаются как в белом, так и в сером веществе, обычно не затрагивая U-образные волокна;
- сопровождаются лакунарными инфарктами и зонами энцефаломалации после перенесённых инсультов;
- при отсутствии острых повреждений накопление контрастного вещества не характерно.

При длительном течении – картина так называемой ДЭП:

- очаги сопровождаются расширением субарахноидальных пространств и желудочковой системы вследствие атрофии вещества мозга;
- диффузное изменение сигнала от перивентрикулярного белого вещества (лейкоареоз).

В силу клинического течения отдельно выделяется болезнь Бинсвангера (прогрессирующая сосудистая лейкоэнцефалопатия).

Тип 2: церебральная амилоидная ангиопатия (ЦАА)

Ангиоэнцефалопатия, характеризующаяся отложением β-амилоида в стенках малых артерий, артериол, реже – капилляров головного мозга, чаще всего встречающаяся у пожилых лиц (старше 70 лет):

- лобарные кровоизлияния (поверхностные) – характерные изменения в T2*GRE;
- преходящие неврологические симптомы, эпилепсии;
- постепенное ↓ когнитивных функций.

По данным МРТ можно дифференцировать причину: ЦАА или сЦМА.

	ЦАА	сЦМА («гипертензивная ангиопатия»)
Патология	В-амилоид-артериопатия кортикальных/лептоменингеальных артерий	артериолосклероз, фибринозный некроз, липогиалиноз и т.д.
инфаркты	лакуны не характерны	лакунарный с-м
ГИБВ	задние отделы БВ	все отделы БВ полушарий

периваскулярные пространства	семиовальные центры	подкорковые структуры
микрорровоизлияния	лобарные, кора/субкортикально	
внутричерепные гематомы	лобарные, кора/субкортикально	подкорковые структуры, таламус, мост, мозжечок
поверхностный гемосидероз	у 40% симптомной ЦАА	<5%

ГИБВ - гиперинтенсивность белого вещества

Тип 3: наследственные и генетические формы ЦМА

Церебральная аутосомно-доминантная артериопатия с субкортикальными инфарктами и лейкоэнцефалопатией (CADASIL) – нарушение структуры и функции гладкомышечных клеток артерий с постоянным ↑ их тонуса, ↓ способности к вазодилатации вследствие мутации гена NOTCH 3 на 19 хромосоме. Характеры:

- мигрень (часто с аурой);
- транзиторные ишемические атаки, лакунарные инфаркты;
- ↓ когнитивных функций;
- психиатрические с-мы;
- **без подъема АД;**
- характерная локализация диффузных изменений на МРТ (массивные зоны повышенного МР-сигнала в режимах T2-FLAIR, локализация гиперинтенсивности – симметричное расположение в базальных отделах височных долей и наружных капсулах).

Тип 4: воспалительные и иммуноопосредованные ЦМА (васкулиты)

Причины васкулитов разные – инфекционные, лекарственные, вследствие онкологического заболевания, заболеваний соединительной ткани и т.д.

- Классическая инфекционная причина церебрального васкулита – нейросифилис.
- Из системных заболеваний – чаще всего при системной красной волчанке.
- Часто развивается на фоне приема наркотиков (некроз стенки – кровоизлияния).

МРТ при системных васкулитах

- Мультифокальные мелкие очаги, относительно симметричные, в семиовальных центрах вдоль срединной линии и диффузная лейкоэнцефалопатия (поражение мелких сосудов), постинфарктные изменения (поражение средних и крупных сосудов).
- Прямой признак – утолщение стенки сосудов и накопление ими КВ.
- Системные проявления в зависимости от заболевания.

АФС – заболевание, обусловленное наличием АТ к антифосфолипидам. Характерны церебральные и периферические тромбозы (тромбозы вен, ТЭЛА, невынашивание беременности).

Один из форм АФС – с-м Снеддона. На МРТ отмечаются множественные постинфарктные изменения в обоих полушариях мозжечка.

Первичный васкулит ЦНС – диагноз-исключение и может выглядеть на МРТ по-разному:

паттерн накопления, микрокровоизлияния, очаги с ограничением диффузии и т.д.

Также есть категория пациентов с венулитами: множественные расширенные вены с накоплением КВ и т.д.

При васкулитах в процесс может вовлекаться не только головной мозг, но и спинной.