

Проблемная комиссия «Эпилепсия. Пароксизмальные состояния» РАН
и Министерства здравоохранения Российской Федерации

Российская Противозепилептическая Лига

ЭПИЛЕПСИЯ и пароксизмальные состояния

2017 Том 9 №1



EPILEPSY AND PAROXYZMAL CONDITIONS

ISSN 2077-8333

2017 Vol. 9 №1

www.epilepsia.su

Включен в перечень ведущих
рецензируемых журналов и изданий ВАК

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта <http://www.epilepsia.su>. Не предназначено для использования в коммерческих целях.
Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: info@irbis-1.ru. Copyright © 2017 Издательство ИРБИС. Все права охраняются.

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭПИЛЕПТОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫСОКОПОЛЬНОЙ МР-ТОМОГРАФИИ

Перепелов В. А.¹, Меркулова М. С.², Перепелова Е. М.¹

¹ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Минздрава России, Москва

Резюме

В работе оценено значение магнитно-резонансной томографии в диагностике эпилепсии. Рассмотрен основной протокол, применяемый при сканировании пациентов с эпилептическими припадками в анамнезе, а также ряд современных методик, позволяющих получить больше информации за наличие патологии головного мозга как на структурном, так и на функциональном уровне. Приведены и рассмотрены некоторые виды патологических изменений, выявленных при обследовании данной группы пациентов.

Ключевые слова

Эпилепсия, современные методы нейровизуализации, магнитно-резонансная томография.

Статья поступила: 07.12.2016 г.; в доработанном виде: 16.01.2017 г.; принята к печати: 06.03.2017 г.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии необходимости раскрытия финансовой поддержки или конфликта интересов в отношении данной публикации.

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования

Перепелов В. А., Меркулова М. С., Перепелова Е. М. Возможности выявления эпилептогенных нарушений при проведении высокопольной МР-томографии. Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2017; 9 (1): 62-68. DOI: 10.17749/2077-8333.2017.9.1.062-068.

IDENTIFICATION OF EPILEPTOGENIC ABNORMALITIES USING A HIGH-FIELD MR-SCANNER

Perepelov V. A.¹, Merkulova M. S.², Perepelova E. M.¹

¹ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow

² Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

Summary

Objective: to estimate the role of MR – tomography in epilepsy diagnostics. We have analyzed the main protocol used for examination of patients with epileptic seizures in anamnesis, as well as a number of modern techniques, which help to get additional information about both structural and functional changes in the brain. We have described several types of pathological changes detected by us during examination of the patients from this group.

Key words

Epilepsy, modern neurovisualization techniques, magnetic resonance imaging.

Received: 07.12.2016; in the revised form: 16.01.2017; accepted: 06.03.2017.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests and no need for financial disclosure regarding this manuscript.

All authors contributed equally to this article.

For citation

Perepelov V. A., Merkulova M. S., Perepelova E. M. Identification of epileptogenic abnormalities using a high-field MR-scanner. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya / Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2017; 9 (1): 62-68 (in Russian). DOI: 10.17749/2077-8333.2017.9.1.062-068.

Corresponding author

Address: 2/1 Barrikadnaya str., Moscow, Russia, 125993.

E-mail address: sevash84@mail.ru (Perepelov V. A.).

Эпилептическими припадками проявляется множество анатомических и функциональных заболеваний и патологических состояний. Многие из них хорошо исследованы, включая фокальные и диффузные мальформации, инсульты, инфекции, травматические и ишемические повреждения головного мозга, дегенеративные заболевания, в т.ч. метаболические нарушения, а также пренатальные и перинатальные повреждения.

Современная концепция постановки диагноза эпилепсии подразумевает комплексное обследование пациента с сопоставлением клинических (анамнез, осмотр), электроэнцефалографических (ЭЭГ, видео-ЭЭГ-мониторинг) нейровизуализационных (МРТ в режиме эпилептологического сканирования) и молекулярно-генетических методов исследования. На современном этапе развития для точной диагностики формы и установления этиологии эпилепсии, а также подбора адекватной терапии на помощь врачу-эпилептологу призван целый ряд нейровизуализационных методик, основной из которых по праву считается магнитно-резонансная томография. Тесное сотрудничество радиолога с клиницистом, владеющим полной картиной проявления заболевания, включающей результаты лабораторных методик и электроэнцефалографические данные, является наиболее важным и необходимым условием формирования стратегии проведения МР-томографии. Эпилептологическое сканирование не может быть стандартизировано, так как каждый отдельно взятый клинический случай предполагает проведение исследования подбором средств визуализации и набором программных параметров в соответствии с конкретно выработанной задачей. При этом с учетом разнообразия структурных и функциональных изменений, выявляемых при МР-томографии больных с эпилепсией и эпилептоподобными состояниями, их неоднозначности в эпилептогенезе наиболее целесообразным представляется включать в каждое эпилептологическое МР-исследование необходимый стандартный набор программ (далее – МР-последовательностей), дополняемый индивидуально выбираемым комплексом МР-последовательностей.

При обследовании пациента с эпилепсией исследователь должен ответить на следующие вопросы:

1. Обнаружено ли фокальное или диффузное повреждение головного мозга;
2. Какова степень тяжести повреждения, его локализация, распространенность и количество очаговых изменений;
3. Каков характер повреждения: опухоль, мальформация, посттравматическое повреждение и т.д. и генез повреждения: врожденная или приобретенная патология.

При обнаружении повреждения или повреждений головного мозга необходима оценка возможной эпилептогенности выявленных изменений, а при множественном их характере необходимо оценить возможность выявления ведущего в эпилептогенезе очага – эпилептогенного повреждения, являющегося причиной эпилептических приступов. В случае пре хирургического обследования пациентов с медикаментозно-резистентной эпилепсией важно также выявление эпилептогенной зоны, региона коры, активирующего генерацию приступов, удаление которого является необходимым и достаточным условием прекращения эпилептических приступов.

В детском возрасте выявление эпилептогенной зоны и ранняя хирургическая коррекция являются особо значимыми в связи с повреждающим воздействием эпилептических приступов на развивающийся мозг. Большое значение играет пластичность детского мозга и возможность лучшей локализации эпилептогенной зоны.

Тем не менее, выявление максимально полной картины эпилептогенных морфологических и функциональных изменений, сопутствующих им вторичных изменений, а также фона, на котором выявлены указанные изменения, является необходимой задачей для специалиста нейровизуализации, предоставляющего их в руки эпилептолога, формирующего адекватную стратегию и тактику ведения пациента.

Ведущими направлениями исследований лучевой диагностики в эпилептологии являются анатомическая и функциональная визуализация: диффузион-тензорная МРТ, исследование перфузии головного мозга в условиях применения контрастирования

1. Последовательность, взвешенная по T2 (спин-эхо), в сагиттальной плоскости, толщина среза 2 мм
2. Последовательность, взвешенная по T2 (турбо-спин эхо), в аксиальной плоскости, толщина среза 2 мм
3. Последовательность, взвешенная по T2 с подавление сигнала от свободной воды (FLAIR), в аксиальной плоскости, толщина среза 3 мм
4. Трехмерная последовательность, взвешенная по T1 градиент-эхо с предварительным намагничиванием (MPRAGE), в сагиттальной, аксиальной и коронарной плоскостях, толщина среза 0,6-0,8 мм
5. Последовательность, взвешенная по T2 (турбо-спин эхо) в коронарной плоскости, толщина среза 2 мм
6. Последовательность с получением изображений, взвешенных по неоднородности магнитного поля SWI (SWAN)
7. Бесконтрастная перфузия (ASL)
8. Диффузионно-взвешенные и диффузионно-тензорные изображения (DWI/DTI)
9. Артериальная и венозная времяпролетная ангиография

Рисунок 1. Протокол, включающий основные импульсные последовательности для проведения эпилептологического сканирования.

Figure 1. Epilepsy scanning protocol, which includes the main pulse sequences.

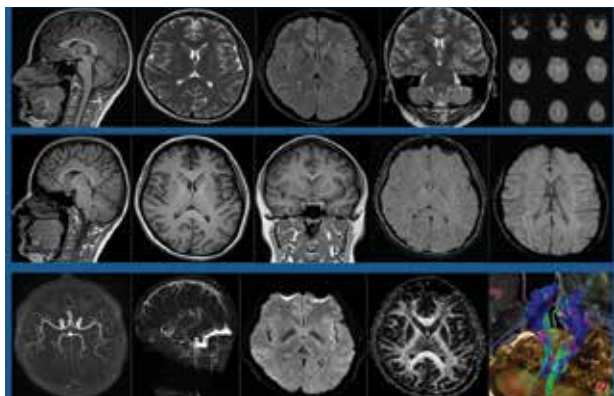


Рисунок 2. Стандартное эписканирование.

Figure 2. Standard epilepsy scanning.

(MP-перфузия и КТ-перфузия) и исследование бесконтрастной MP-перфузии с помощью технологии меченных артериальных спинов (ASL), одновоксельная и мультивоксельная, водородная (протонная) и фосфорная MP-спектроскопия, функциональная MPT с определением функционально активируемых зон, а также функциональные данные ПЭТ (позитронно-эмиссионной томографии), ОФЭКТ (однофотонно-эмиссионной томографии) и т.д.

Анатомическая визуализация дает представление об анатомических деталях строения головного мозга и наличии его повреждений с высоким пространственным разрешением при выборе оптимальных параметров визуализации, подбираемых индивидуально. Функциональные данные представляют процесс в динамике, но обладают низким пространственным разрешением. Сочетание анатомической

и функциональной визуализации позволяет получить наиболее полную характеристику эпилептогенных изменений головного мозга и сопутствующих, в т.ч. вторичных и фоновых изменений.

На рисунке 1 представлен основной протокол эпилептологического сканирования.

Результаты основного сканирования представлены на рисунке 2.

Последовательности, преимущественно взвешенные по T1 («Спин-эхо» (SE), градиентное эхо с предварительным намагничиванием «MPRAGE» с толщиной среза не более миллиметра), использовались для уточнения архитектуры головного мозга пациента, наличия индивидуальных особенностей развития, степени проявления атрофии (ее кортикального и подкоркового компонентов), наличия аномалий строения коры головного мозга или ее повреждений. Последовательность, преимущественно взвешенная по T2 «Турбо спин-эхо» (TSE), использовалась для выявления очаговых изменений, их количества и суммарного объема. Последовательность, преимущественно взвешенная по T2 «Турбо спин-эхо» (TSE) с высоким разрешением (матрица 512×512, поле обзора – 175 мм и толщина среза не более 2 мм), построенная перпендикулярно продольной оси гиппокампа) помогала выявить нарушение ротации, дифференцировки, уменьшение объема и наличие очаговых изменений гиппокампов. Последовательность, преимущественно взвешенная по T2 с использованием импульсов инверсии-восстановления сигнала от свободной воды (FLAIR), применялась для лучшей визуализации белого вещества, уточнения характера и объема перивентрикулярных изменений и уточнения размеров ликворосодержащих пространств. Диффузионно-взвешенные изображения (DWI) позволяли получить данные об ограничении изотропной диффузии молекул воды в веществе головного мозга, возникающей при появлении внутриклеточного отека и участков с повышенным содержанием клеток. Диффузионно-тензорные изображения (DTI) выявляли диффузию, направленную вдоль аксонов, позволяя получить представление о проводящих путях головного мозга. Артериальная и венозная ангиография (TOF 2D и TOF 3D) были применены для визуализации архитектуры сосудистой системы. Последовательность с получением изображений, взвешенных по неоднородности магнитного поля (SWI), позволяла получить контрастные изображения, чувствительные к венозной крови, кровоизлияниям и накоплениям железа. Последовательность с визуализацией меченных артериальных спинов без введения контрастного препарата (ASL) позволяет оценить прижизненную перфузию вещества головного мозга, которая может быть изменена при различных патологических процессах, а также повышена в постиктальной фазе.

В качестве дополнительного протокола эпилептологического сканирования предлагается индивиду-

ально подобранная программа, наиболее часто используются следующие последовательности (см. рис. 3):

Один из вариантов дополнительного протокола сканирования представлен на рисунке 4.

Протонная магнитно-резонансная спектроскопия (одно-/мультивоксельная) по водороду позволяет прижизненно измерить уровень различных метаболитов, содержащихся в веществе головного мозга.

Исследование с контрастным усилением структуры и сосудистой системы головного мозга дает возможность визуализировать накопление контрастного препарата веществом головного мозга, которое возникает при повреждении гематоэнцефалического барьера при воспалении, усиленном ангиогенезе, возникающем в объемных образованиях и т.д., архитектоники сосудистого дерева.

Последовательность с использованием двойной инверсии-восстановления (DIR) с подавлением сигнала от белого вещества и цереброспинальной жидкости, позволяющая лучше выявить изменение сигнальных приоритетов в веществе головного мозга.

Таким образом, алгоритм эпилептологического сканирования всегда состоит из двух разделов, включая основную и дополнительную (индивидуально подобранную) программы.

Некоторые виды патологических изменений и повреждений, выявленных при обследовании пациентов с установленным диагнозом «Эпилепсия» и у пациентов с подозрением на наличие данного заболевания, приведено ниже.

У пациентов детского и взрослого возраста были выявлены мальформации развития кортикальной пластинки.

Во время 7-й недели гестации в субэпендимарных слоях стенок боковых желудочков, известных как герминативный матрикс, стволовые клетки вступают в митотические циклы, в ходе которых продуцируются нейроны и глия. Часть клеток, сохраняя свою локализацию, подвергается дальнейшему делению. Другие же, на 8-й неделе гестации, начинают мигрировать. Из них около 90% по радиальным пучкам глиальных клеток мигрируют по направлению к пинальной оболочке, а оставшиеся 10% параллельно желудочковой стенке мигрируют в стриарные зоны, где образуют подкорковые ядра. Затем идет дальнейшая миграция в проекционные зоны неокортекса.

Нейрональная миграция зависит от:

- узнавания нейроном радиального пучка глиальных клеток;
- прикрепления нейрона к радиальному пучку глиальных клеток;
- функционального состояния Ca^{2+} -каналов;
- присутствия молекулярных лигандов на поверхности радиальных пучков глиальных клеток.

Проекционный уровень коры детерминирован короткой цепью взаимодействия мигрирующего нейрона с окружающими его клетками в герминативной

1. Протонная спектроскопия
одновоксельная/мультивоксельная
2. Импульсная последовательность T1
в сагиттальной, аксиальной, коронарной плоскостях
с контрастным усилением
3. Динамическое контрастное усиление
4. Времяпролетная ангиография
(артериальная, венозная)
с контрастным усилением
5. Импульсная последовательность
двойная инверсия-восстановление (DIR)
6. Исследование коры криволинейными
срезами

Рисунок 3. Протокол, включающий дополнительные импульсные последовательности, для проведения эпилептологического сканирования.

Figure 3. Epilepsy scanning protocol, which includes additional pulse sequences.

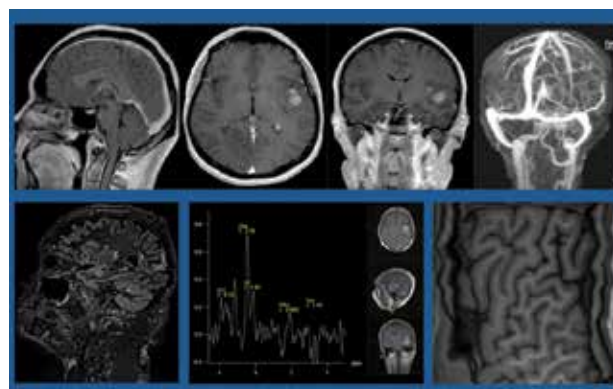


Рисунок 4. Дополнительные методики.

Figure 4. Additional methods.

зоне во время последнего митотического цикла. Пионеры мигрируют в молекулярный слой формирующейся коры, не нарушая пинально-глиальный барьер. Дальнейшее формирование слоев кортикальной пластинки осуществляется изнутри кнаружи, то есть для миграции к поверхностным слоям необходимо преодоление подлежащих. Достигшие своего проекционного положения нейроны устанавливают синаптические контакты с соседствующими и с удаленными нейронами – идет процесс организации и интеграции.

Ингибция дифференциации, нейрональной или глиальной пролиферации, процессов апоптоза, миграции, последовательности кортикальной организации лежит в основе кортикальной мальформации.

Причины, влияющие на развитие кортикальной мальформации:

- хромосомная мутация, влияющая на продукцию стволовых клеток, формирование радиальных гли-

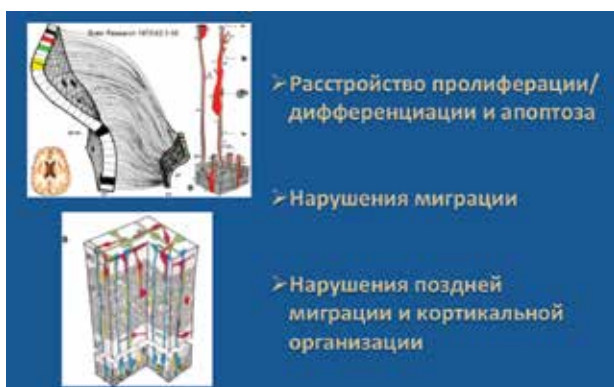


Рисунок 5. Мальформации кортикального развития

Figure 5. Malformations of cortical development

- Disorders of cell proliferation/differentiation and apoptosis;
- Migration disorders;
- Disorders of late migration and cortical organization.

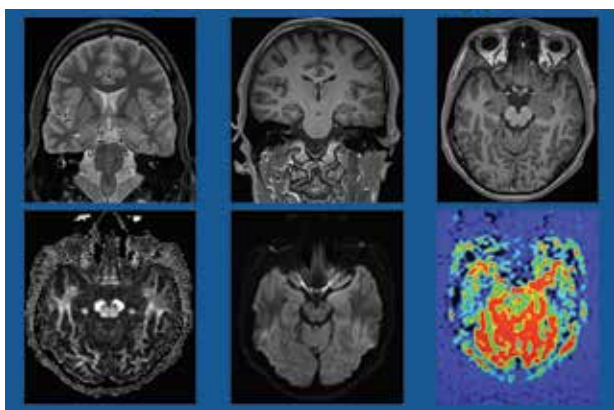


Рисунок 6. Трансмантная ФКД.

Figure 6. Transmantle FCD (focal cortical dysplasia).

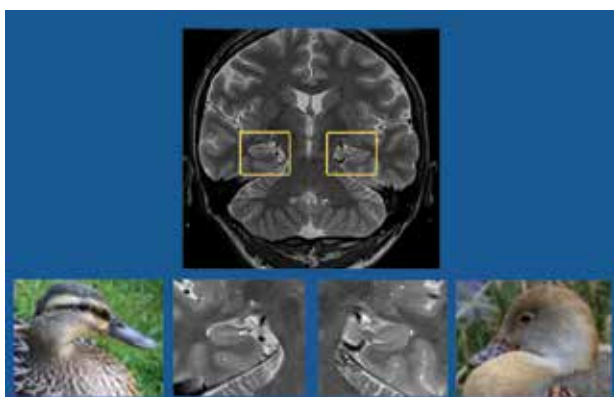


Рисунок 7. Исследование гиппокампов с высоким разрешением.

Figure 7. High-resolution imaging of hippocampus.

альных пучков, способность нейронов к миграции и организации;

– инфекция и ишемия – деструктивные причины, разрушающие радиальные пучки глиальных клеток, молекулярный слой или пиально-глиальный барьер;

– экзогенные или эндогенные токсины, нарушающие миграцию по радиальным пучкам глиальных клеток.

В последние годы было представлено большое количество классификаций мальформаций кортикального развития. В основе классификаций лежит выделение этапов нарушения развития, представленных на рисунке 5.

На рисунке 6 представлен случай трансмантной фокальной кортикальной дисплазии у пациента, страдающего абсансной формой эпилепсии, долгое время не рассматриваемой в контексте данного заболевания. Неровная «дорожка», тянущаяся от центральных отделов левой височной доли к латеральной конвексительной кортикальной пластинке, которая не выглядит измененной. Граница серо-белой демаркации локально «размыта». Наличие гиперинтенсивного в T2-взвешенном изображении включения в латеральных отделах «дорожки» указывает на возможное наличие Тейлоровских клеток. При анализе фракционной анизотропии выявляются локальные изменения, указывающие на дезорганизацию белого вещества. Асимметричное увеличение площади амигдало-гиппокампального комплекса левой височной доли с выраженной локальной гиперперфузией, при бесконтрастном исследовании перфузии (ASL) отображает постиктальную гиперперфузию так как абсанс развился непосредственно перед исследованием.

Наиболее часто выявляемая патология: нарушение ротации, дифференцировки, редукция объема и наличие очаговых изменений гиппокампов. При использовании срезов, перпендикулярных длинной оси височной доли, с применением T2-взвешенных последовательностей, обладающих высоким структурным разрешением, толщина среза не превышала 1,8 мм. Головки гиппокампов при отсутствии нарушений довольно симметричны, обладают выраженной продольной складчатостью, зубчатая извилина дифференцируется отчетливо. На рисунке 7 наглядно представлен случай левостороннего мезиального темпорального склероза (располагается справа), проявляющегося нарушением дифференцировки вещества головки гиппокампа и наличием гиперинтенсивного в T2-взвешенной последовательности очагового нарушения.

Рисунок 8 представляет случай височной эпилепсии с выявленным единственным субэпендимарным гетеротопионом размерами 3,5×3 мм, по сути являющимся невыработанным герменативным матриксом. Сигнальные приоритеты гетеротопиона полностью совпадают с сигнальными приоритетами кортикальной пластинки.

На рисунке 9 представлен случай вторично генерализованной височной эпилепсии у пациента 53 лет с указанием на наличие тяжелого перинатального ишемического поражения головного мозга. Обращает на себя внимание грубая редукция объема и нарушение диф-

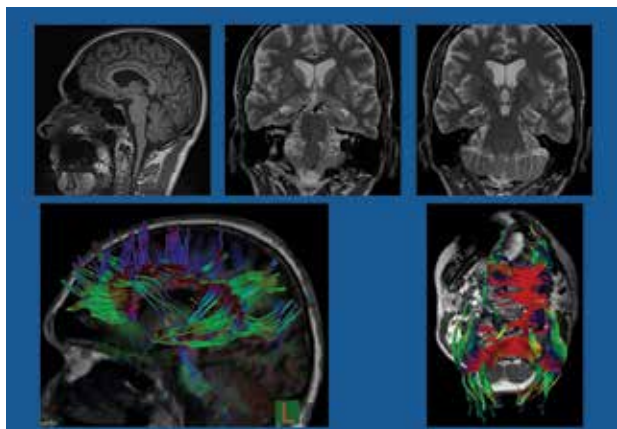


Рисунок 9. Перинатальная органика.

Figure 9. Perinatal organic damage.

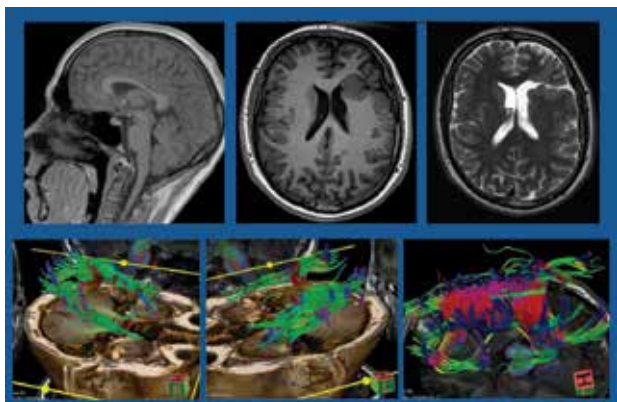


Рисунок 11. Шизэнцефалия, дисплазия мозолистого тела.

Figure 11. Schizencephaly, dysplasia of the corpus callosum.

ференцировки вещества правого гиппокампа (правый височный рог реактивно расширен). Мозолистое тело при относительной сохранности колена и валика грубо неравномерно истончено в области ствола. При проведении DTI – диффузно-тензорного исследования с последующей реконструкцией трактов мозолистого тела выявлен дефицит количества реконструируемых трактов, преобладающий в правой гемисфере.

Рисунок 10 демонстрирует случай *mega corpus callosum*, подтвержденный диффузионно-тензорным исследованием с последующей реконструкцией трактов мозолистого тела. Отсутствует структурирование трактов, отчетливо прослеживается их билатеральная избыточность.

Рисунок 11 демонстрирует патологию мозолистого тела с дезорганизацией его трактов, но не как самостоятельное поражение, а в контексте билатерального перисильвиарного синдрома с дезорганизацией

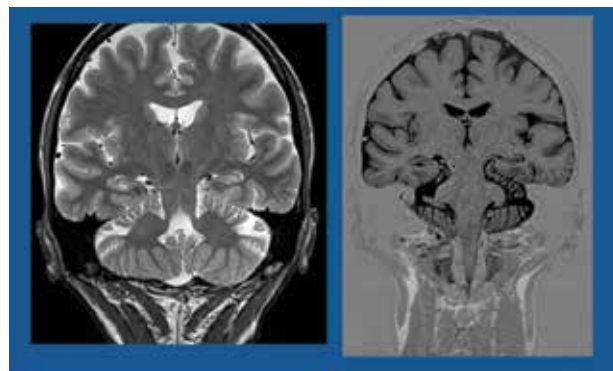


Рисунок 8. Субэпендимарная гетеротопия.

Figure 8. Subependymal heterotopia.

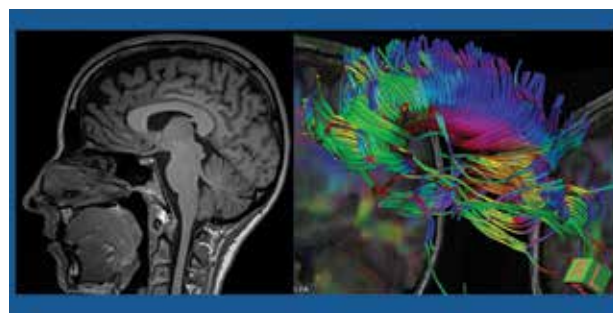


Рисунок 10 (Figure 10). Mega corpus callosum.

кортикальной пластинки по полимикририческому типу и наличием шизэнцефалической расщелины левой лобной доли, распространяющейся от стенки бокового желудочка до арахноидального пространства, окаймленной диспластичной корой.

Подводя итог всему вышесказанному, следует отметить основные необходимые условия для проведения эпилептологического сканирования:

- наличие клинической поддержки – тесная связь клинициста и специалиста лучевой диагностики, проводящего исследование с включением основной программы эпилептологического сканирования, дополненной индивидуально подобранной для конкретного пациента с учетом особенностей клинической картины, анамнеза жизни и анамнеза заболевания, электроэнцефалографических, а также лабораторных данных, программой;
- использование сверхвысокопольного МР-томографа, оснащенного эпилептологическим программным пакетом;
- исследование и оценка полученных результатов радиологом-экспертом.

Литература:

1. Корниенко В. Н., Пронин И. Н. Диагностическая нейрорадиология. М. 2012.
2. Мухин К. Ю., Петрухин А. С., Мironov М. Б. Эпилептические синдромы. Диагностика и терапия. Справочное руководство для врачей. М. 2008; 223 с.
3. Urbach H. MRI in Epilepsy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2013.
4. Barkovich M. D., James A., Raybaud C. Pediatric Neuroimaging. 5th Edition. 2011; Lippincot Williams & Wilkins.

5. Osborn A. G. Osborn's Brain: Imaging, Pathology, and Anatomy, Amirsys Publishing, 2013.
6. Van Hecke W. et al. Diffusion Tensor Imaging. New York. 2016.
7. Cavanna A. E. et al. Neuroimaging of consciousness. Berlin. 2013.
8. Kenichi O., Andreia V. F., Peter C. M. van Zijl, Susumu M. MRI Atlas of Human White Matter. 2nd edition. Elsevier. 2011.
9. Wahl M., Barkovich A. J., Mukherjee P. Diffusion imaging and tractography of congenital brain malformations. *Pediatric Radiology*. 2010; 40: 59-67.

10. Raybaud C. The corpus callosum, the other great forebrain commissures, and the septum pellucidum: anatomy, development, and malformation. *Neuroradiology*. 2010; 52: 447-477.
11. Raybaud C., Widjaja E. Development and dysgenesis of the cerebral cortex: malformations of cortical development. *Neuroimaging Clin N Am*. 2011; 21: 483-543.
12. Caruso P. A., Johnson J., Thibert R. et al. The use of magnetic resonance spectroscopy in evaluation of epilepsy. *Neuroimaging Clin N Am*. 2013; 23: 407-424.

References:

1. Kornienko V. N., Pronin I. N. Diagnostic Neuroradiology [*Diagnosticheskaya neuroradiologiya (in Russian)*]. Moscow. 2012.
2. Mukhin K. Yu., Petrukhin A. S., Mironov M. B. Epileptic syndromes. Diagnosis and therapy. Reference guide for doctors [*Epilepticheskie sindromy. Diagnostika i terapiya. Spravochnoe rukovodstvo dlya vrachei (in Russian)*]. Moscow. 2008; 223 s.
3. Urbach H. MRI in Epilepsy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2013.
4. Barkovich M. D., James A., Raybaud C. Pediatric Neuroimaging.

5. Osborn A. G. Osborn's Brain: Imaging, Pathology, and Anatomy, Amirsys Publishing, 2013.
6. Van Hecke W. et al. Diffusion Tensor Imaging. New York. 2016.
7. Cavanna A. E. et al. Neuroimaging of consciousness. Berlin. 2013.
8. Kenichi O., Andreia V. F., Peter C. M. van Zijl, Susumu M. MRI Atlas of Human White Matter. 2nd edition. Elsevier. 2011.
9. Wahl M., Barkovich A. J., Mukherjee P. Diffusion imaging and tractography of congenital brain malformations. *Pediatric Radiology*. 2010; 40: 59-67.

10. Raybaud C. The corpus callosum, the other great forebrain commissures, and the septum pellucidum: anatomy, development, and malformation. *Neuroradiology*. 2010; 52: 447-477.
11. Raybaud C., Widjaja E. Development and dysgenesis of the cerebral cortex: malformations of cortical development. *Neuroimaging Clin N Am*. 2011; 21: 483-543.
12. Caruso P. A., Johnson J., Thibert R. et al. The use of magnetic resonance spectroscopy in evaluation of epilepsy. *Neuroimaging Clin N Am*. 2013; 23: 407-424.

Сведения об авторах:

Перепелов Всеволод Андреевич – врач-ординатор, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. Адрес: ул. Баррикадная, д. 2/1, Москва, Россия, 125993. E-mail: sevash84@mail.ru.

Меркулова Мария Сергеевна – врач-ординатор, ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. Адрес: ул. Баррикадная, д. 2/1, Москва, Россия, 125993. E-mail: maria_merkulova@yahoo.com.

Перепелова Елена Михайловна – к.м.н., заведующая Отделением лучевой диагностики, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. Адрес: ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, Россия, 119048. E-mail: elena_perepelova@mail.ru.

Authors' information:

Perepelov Vsevolod Andreevich – Resident physician, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University. Address: 2/1 Barrikadnaya str., Moscow, Russia, 125993. E-mail: sevash84@mail.ru.

Merkulova Mariya Sergeevna – Resident physician at Russian Medical Academy of Postgraduate Education. Address: 2/1 Barrikadnaya str., Moscow, Russia, 125993. E-mail: maria_merkulova@yahoo.com.

Perepelova Elena Mikhailovna – PhD, MD, head of the Department of Radiology at I. M. Sechenov First Moscow State Medical University. Ministry of Health of Russia. Address: 8-2 Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119048. E-mail: elena_perepelova@mail.ru.