

<http://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-4-229-236>

## Магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагностике рассеянного склероза и других демиелинизирующих заболеваний

Кротенкова И.А.\* , Брюхов В.В., Коновалов Р.Н., Захарова М.Н., Кротенкова М.В.

ФГБНУ «Научный центр неврологии», Волоколамское ш., 80, Москва, 125367, Российская Федерация

### Резюме

Диагностика рассеянного склероза (РС) довольно сложна, что связано с особенностями клинической картины и отсутствием уникальных подтверждающих тестов. Магнитно-резонансная томография (МРТ) является одним из способов подтверждения диагноза, кроме того, она позволяет проводить дифференциальную диагностику с другими демиелинизирующими заболеваниями и исключать патологии, имитирующие РС. В настоящем обзоре представлены не только МРТ-критерии РС и других сходных по МРТ-картине заболеваний, но и дополнительные клинические и лабораторные данные, без применения которых невозможна постановка правильного диагноза.

**Ключевые слова:** рассеянный склероз; магнитно-резонансная томография; дифференциальная диагностика; неопухолевые многоочаговые изменения головного мозга.

**Конфликт интересов.** Статья подготовлена при научно-технической поддержке компании Байер.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Кротенкова И.А., Брюхов В.В., Коновалов Р.Н., Захарова М.Н., Кротенкова М.В. Магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагностике рассеянного склероза и других демиелинизирующих заболеваний. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (4): 229–36. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-4-229-236>

Статья поступила 31.01.2019 Принята к печати 18.02.2019

## Magnetic Resonance Imaging in the Differential Diagnosis of Multiple Sclerosis and Other Demyelinating Diseases

Irina A. Krotenkova\*, Vasiliy V. Bryukhov, Rodion N. Konovalov, Mariya N. Zakharova, Marina V. Krotenkova

Research Center of Neurology, Volokolamskoe shosse, 80, Moscow, 125367, Russian Federation

### Abstract

The diagnosis of multiple sclerosis (MS) is quite complicated, which is associated with its clinical features and the lack of unique confirmatory tests. Magnetic resonance imaging (MRI) is one of the ways to confirm the diagnosis and also makes it possible to establish a differential diagnosis with other demyelinating diseases and to exclude diseases that mimic MS. This review presents not only MRI criteria for MS and other diseases similar to the MRI pattern, but also additional clinical and laboratory data, without which it is impossible to make a correct diagnosis.

**Keywords:** multiple sclerosis; magnetic resonance imaging; differential diagnosis; non-tumor multifocal changes in the brain.

**Conflict of interest.** This publication was prepared with the scientific and technical support with the support of the medical advisor of JSC BAYER.

**Funding.** The study had no sponsorship.

**For citation:** Krotenkova I.A., Bryukhov V.V., Konovalov R.N., Zakharova M.N., Krotenkova M.V. Magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of multiple sclerosis and other demyelinating diseases. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (4): 229–36 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-4-229-236>

Received 31.01.2019 Accepted 18.02.2019

**Введение**

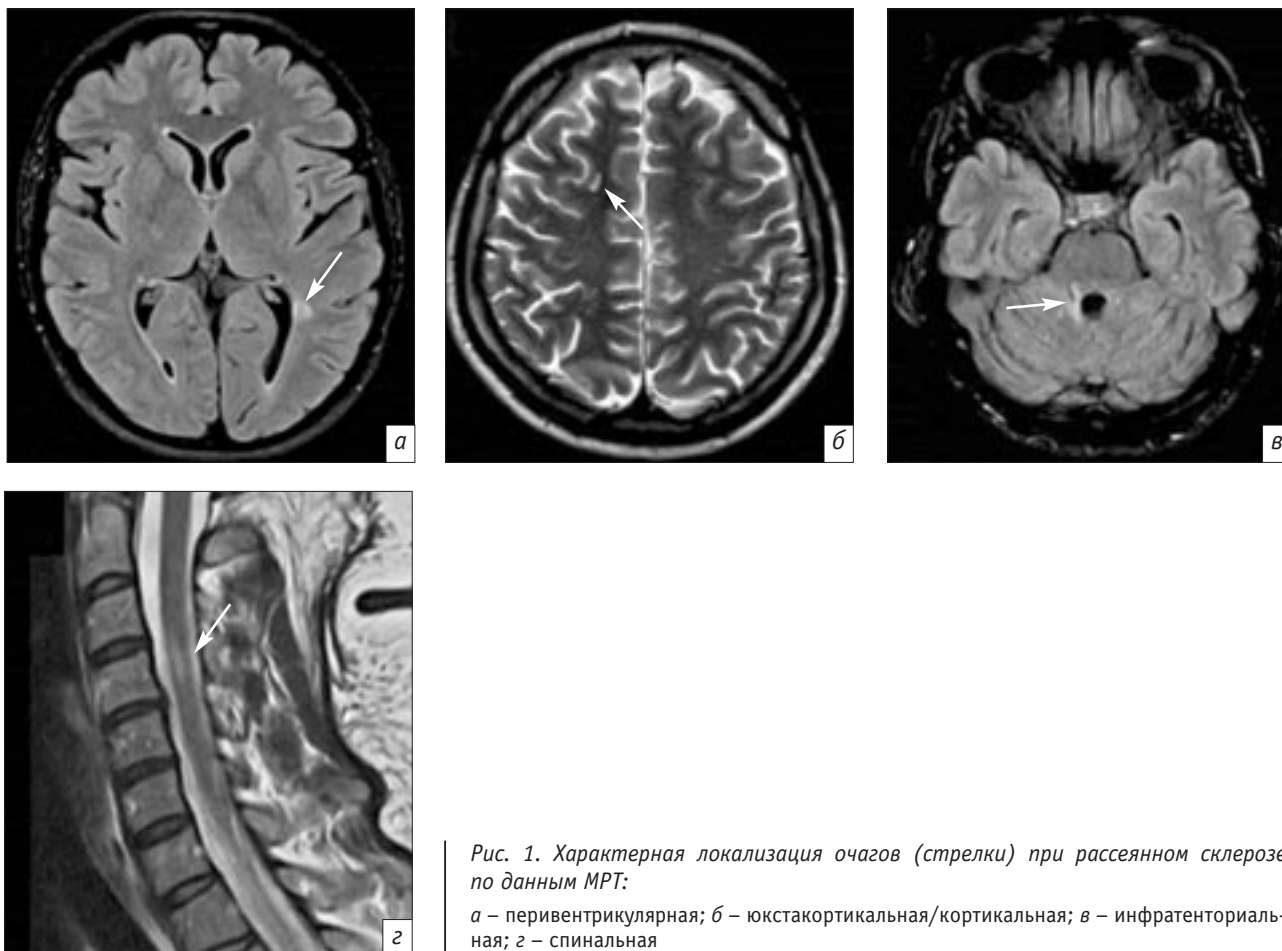
Рассеянный склероз (РС) – это хроническое аутоиммунное заболевание центральной нервной системы, которое характеризуется воспалительными реакциями, демиелинизацией, аксональной и, вероятно, нейрональной гибелью и глиозом. При выполнении магнитно-резонансной томографии (МРТ) выявляются округлые очаги повышенной интенсивности сигнала в режимах T2-ВИ и FLAIR. В активных очагах может отмечаться накопление контрастного средства (КС) на T1-ВИ в течение первых 4–6 нед, что свидетельствует о периваскулярном воспалении и нарушении гематоэнцефалического барьера (ГЭБ). Примерно 80% активных очагов имеют пониженную интенсивность сигнала на бесконтрастных T1-ВИ, а затем половина из них превращаются в «черные дыры», что отражает полную аксональную гибель. В процессе разрешения воспаления очаги становятся меньше на T2-ВИ, но по мере прогрессирования заболевания и появления новых очагов образуют диффузные зоны [1–3].

**МРТ-критерии РС**

Критерии диагностики РС неоднократно обновлялись, последний пересмотр критериев Макдональда был проведен в 2017 г. [4]. При оценке дис-

семинации патологического процесса в пространстве делается акцент на типичной локализации очагов, которая включает юкстакортикальную/кортикальную, перивентрикулярную, инфратенториальную и спинальную (рис. 1). При этом необходимо наличие как минимум одного очага в двух из четырех вышеуказанных локализаций. Для подтверждения диссеминации патологического процесса во времени требуется выполнение одного из двух критериев: 1) наличие накапливающих и не накапливающих КС очагов во время одного исследования; 2) появление новых очагов на T2-ВИ или очагов, накапливающих КС при повторном исследовании через любой промежуток времени. Кроме того, диагностические критерии требуют исключения других альтернативных диагнозов, которые клинически или радиологически могут имитировать РС [5, 6].

Несмотря на наличие особенностей МРТ-картины РС, данные изменения не являются специфичными и могут отмечаться при других неопухолевых многоочаговых поражениях головного мозга, что затрудняет постановку правильного диагноза. В 2012 г. были опубликованы результаты кросс-секционного исследования, согласно которому большинство (95%) опрошенных врачей-клиницистов поставили



*Рис. 1. Характерная локализация очагов (стрелки) при рассеянном склерозе по данным МРТ:  
а – перивентрикулярная; б – юкстакортикальная/кортикальная; в – инфратенториальная; з – спинальная*

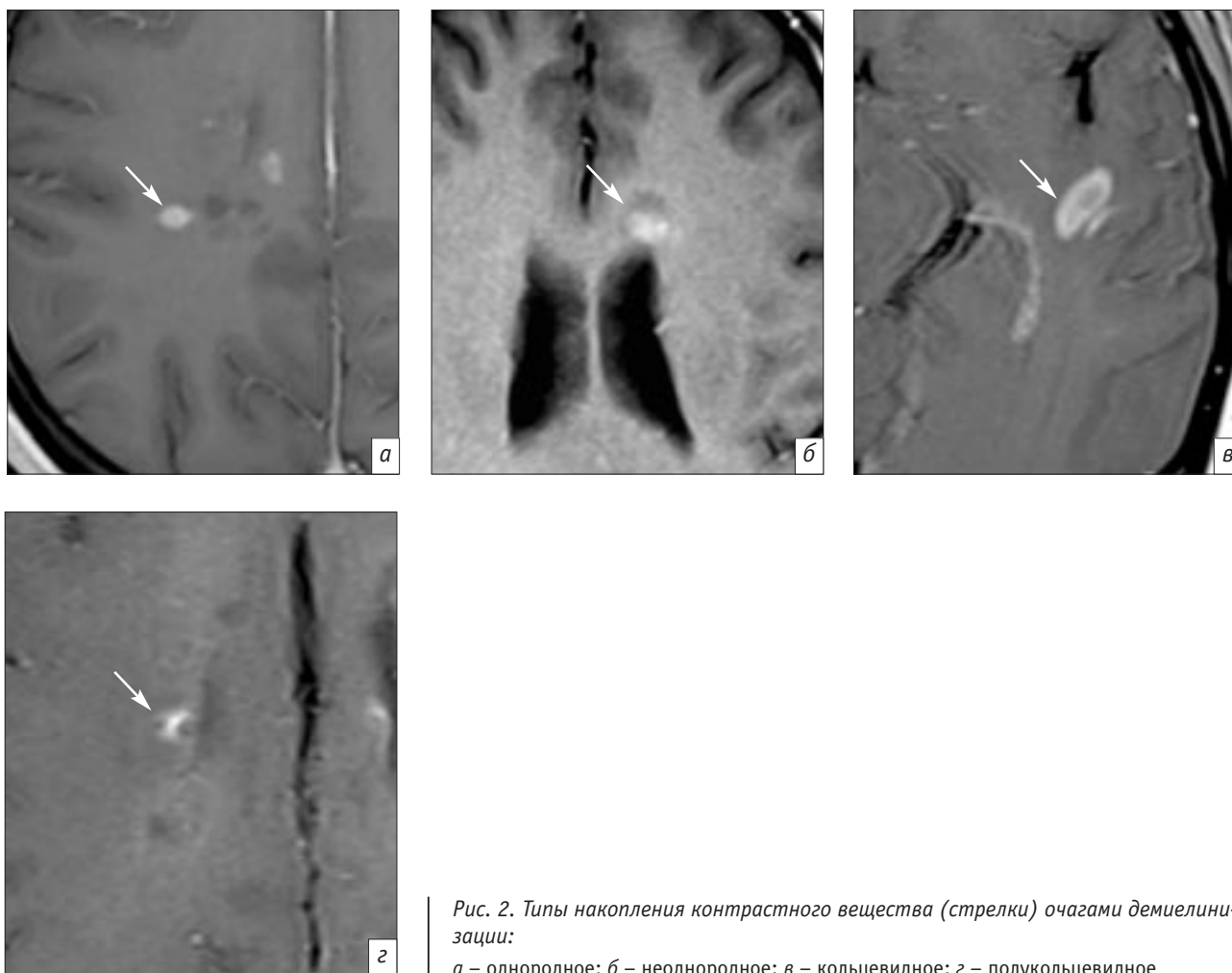


Рис. 2. Типы накопления контрастного вещества (стрелки) очагами демиелинизации:

а – однородное; б – неоднородное; в – кольцевидное; г – полукольцевидное

одному или большему числу пациентов диагноз РС, а затем в течение последующего года пришли к другому выводу. Кроме того, большинству из этих пациентов была назначена терапия препаратами, изменяющими течение РС [7]. И нередко именно неправильная интерпретация МРТ-изображений приводит к таким результатам. В связи с этим целью данного обзора является описание МРТ-критериев РС и других сходных по МРТ-картине демиелинизирующих заболеваний (на основании клинических случаев), а также дополнительных клинических и лабораторных данных, без применения которых невозможна постановка правильного диагноза.

Очень важен протокол исследования пациентов с РС, особенно после введения КС. Однако следует уточнить, что если при клиническом подозрении на РС очагов в головном мозге не выявлено, введения КС не требуется. Если же таковые обнаружены, сообщество MAGIMS (Magnetic Resonance Imaging in MS) рекомендует вводить однократную дозу гадолинийсодержащего препарата из расчета 0,1 ммоль/кг массы тела [8]. Это позволяет не только подтвердить диссеминацию процесса во времени при классическом варианте

рассеянного склероза, определить давность очагов, но и заподозрить атипичную демиелинизацию с помощью патогномичного контрастирования по типу незамкнутого кольца, а также оценить эффективность применяемой терапии. Таким образом, определить наличие активных, то есть «острых», очагов демиелинизации или их отсутствие очень важно как с клинической, так и с научной точки зрения (рис. 2).

Повысить выявляемость активных очагов можно с помощью применения изображений с переносом намагниченности, повышения дозы КС или увеличения времени задержки сканирования после контрастирования [9–11]. По данным многочисленных исследований, оптимальной и достаточной для определения активных очагов является 5-минутная задержка сканирования после контрастирования, а также применение одномолярного препарата гадолиния – гадобутрола, который показал свои преимущества при сравнении с полумолярными препаратами. Было продемонстрировано выявление не только большего количества активных очагов у пациентов с РС, но и большего числа пациентов, у которых определялся один

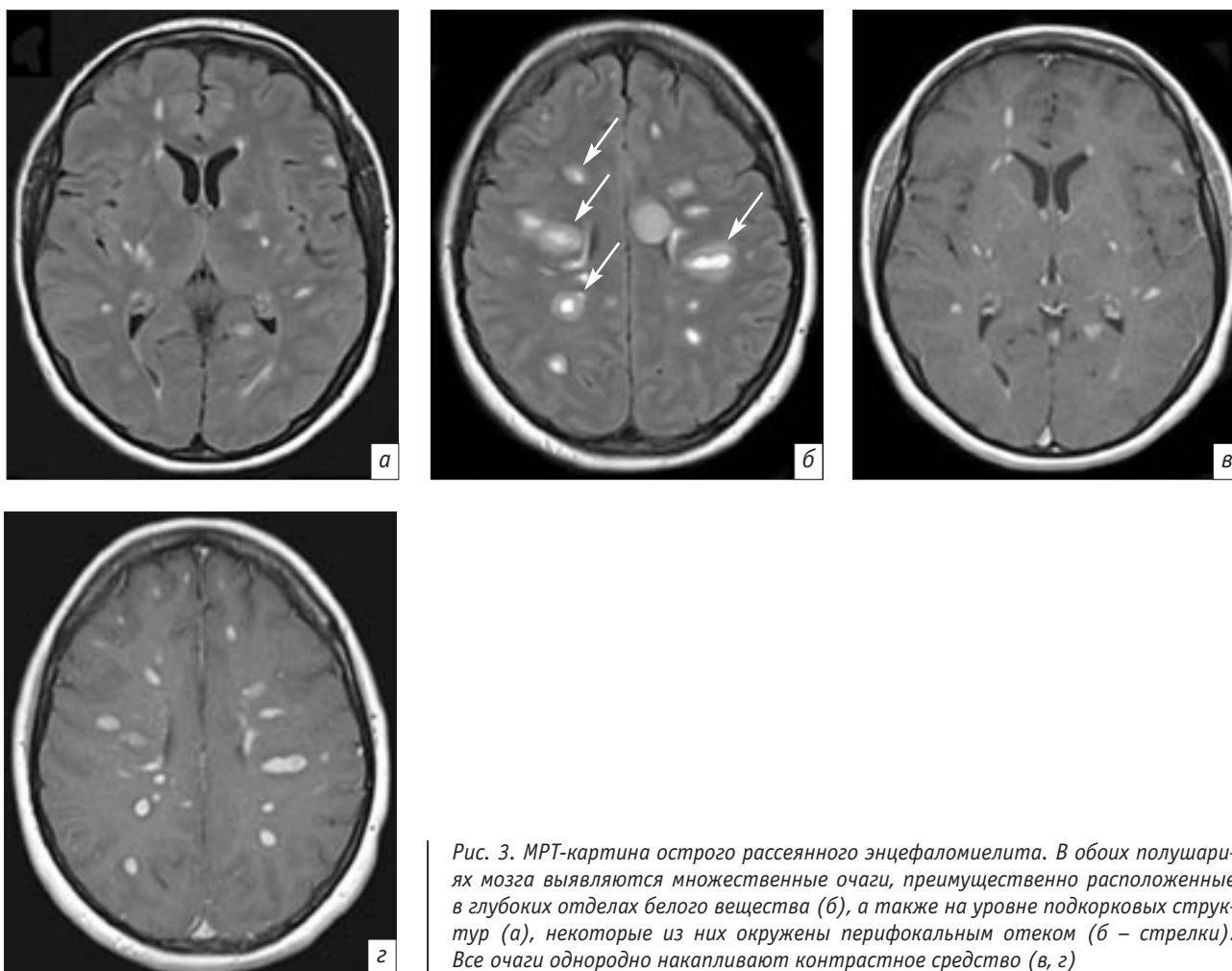


Рис. 3. МРТ-картина острого рассеянного энцефаломиелита. В обоих полушариях мозга выявляются множественные очаги, преимущественно расположенные в глубоких отделах белого вещества (б), а также на уровне подкорковых структур (а), некоторые из них окружены перифокальным отеком (б – стрелки). Все очаги однородно накапливают контрастное средство (в, г)

активный очаг, что критически сказывается на выборе тактики терапии [11, 12].

В исследовании А. Rovira et al. при использовании двойной дозы гадобутрола было выявлено достоверно большее число пациентов с активными очагами (52% после однократной дозы – 0,1 ммоль/кг, по сравнению с 59,2% после повторного введения однократной дозы, суммарно 0,2 ммоль/кг;  $p < 0,001$ ) [13]. Также показано, что при сравнении 5- и 10-минутной задержки сканирования после введения КС статистически значимой разницы в количестве выявляемых активных очагов получено не было, поэтому в последних рекомендациях MAGNIMS фигурирует задержка 5 мин [14]. Во время этой задержки рекомендуется выполнить T2-FLAIR в одной из плоскостей интереса (аксиальной или сагиттальной), так как препараты гадолиния, хотя и меняют характеристики МР-сигнала от очагов демиелинизации, но не влияют на клиническую значимость выявляемых изменений.

Важно отметить, что, согласно рекомендациям ESUR, использование более высоких доз допустимо только в случае применения препаратов группы наименьшего риска, к которым относятся пре-

параты с макроциклической структурой (например, гадобутрол). Препараты группы промежуточного риска в настоящее время применяются лишь для диагностики заболеваний печени. Использование препаратов группы наивысшего риска, к которым относятся препараты с линейной структурой, в дозе, превышающей 0,1 ммоль/кг, не рекомендовано из-за риска развития осложнений [15].

С формальной точки зрения диагноз РС может быть поставлен только на основании клинических проявлений, но МРТ тем не менее должна быть выполнена для подтверждения вышеописанных ключевых характеристик и с целью исключения другой патологии ЦНС.

### Демиелинизирующие заболевания, имитирующие РС

*Клинический пример № 1: острый рассеянный энцефаломиелит (ОРЭМ).*

Пациент 23 лет, с прогрессирующим правосторонним гемипарезом. Родственники отметили снижение внимания, сонливость. За 2 нед до начала симптоматики была выполнена профилактическая вакцинация против вируса гриппа.

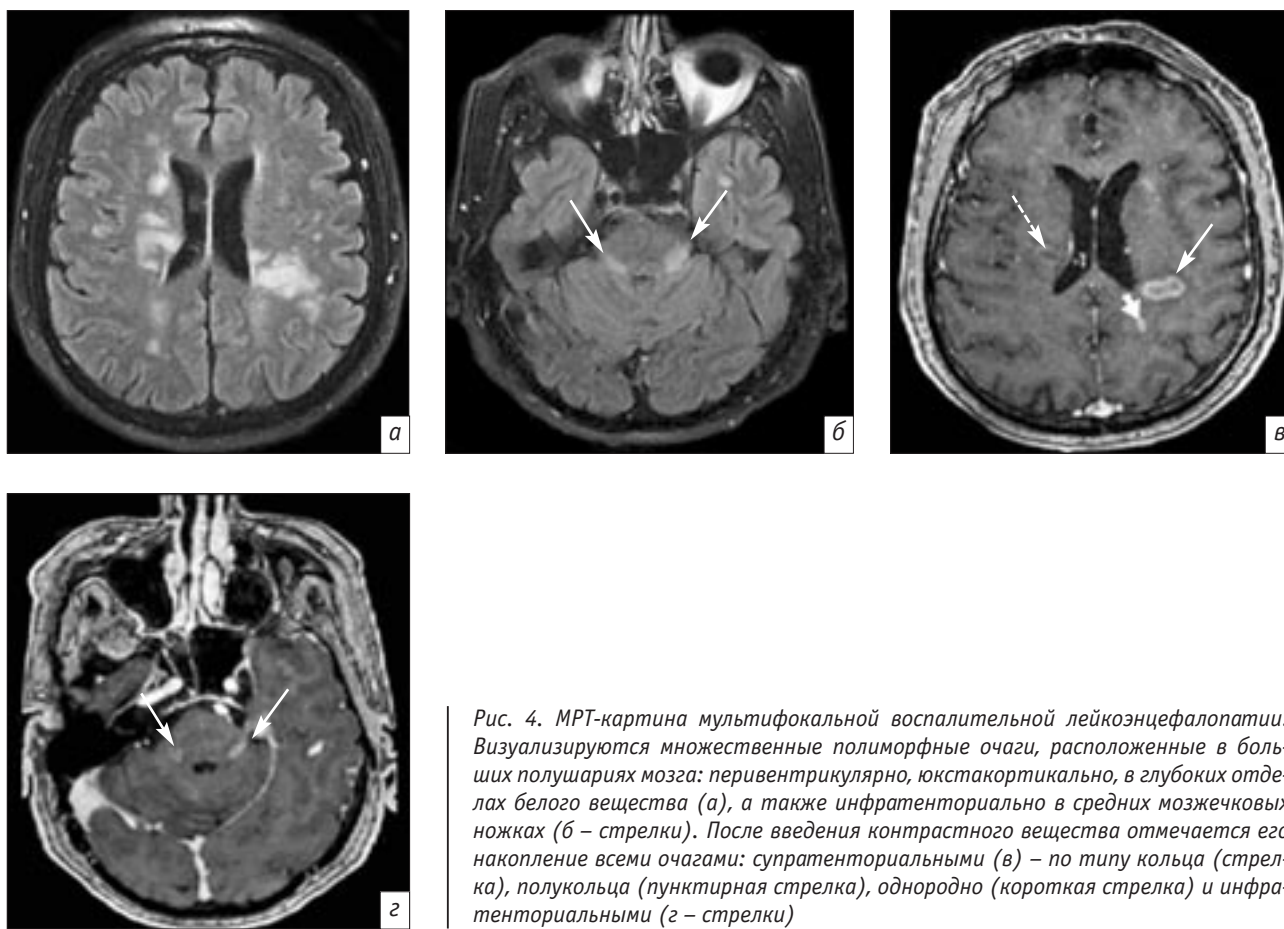


Рис. 4. МРТ-картина мультифокальной воспалительной лейкоэнцефалопатии. Визуализируются множественные полиморфные очаги, расположенные в больших полушариях мозга: перивентрикулярно, юстакортикально, в глубоких отделах белого вещества (а), а также инфратенториально в средних мозжечковых ножках (б – стрелки). После введения контрастного вещества отмечается его накопление всеми очагами: супратенториальными (в) – по типу кольца (стрелка), полукольца (пунктирная стрелка), однородно (короткая стрелка) и инфратенториальными (z – стрелки)

На МРТ выявляются множественные очаги, относительно симметрично расположенные в глубоких и субкортикальных отделах белого вещества полушарий мозга, на уровне подкорковых структур, накапливающие КС однородно (рис. 3).

ОРЭМ представляет собой иммуноопосредованную реакцию организма на предшествующую вирусную инфекцию или вакцинацию [16]. Классический ОРЭМ обычно поражает детей и молодых людей и имеет монофазное течение, однако встречается и у лиц старшего возраста и может иметь рецидивирующее течение (до 2 раз). В дебюте МРТ-картину ОРЭМ сложно отличить от РС. У части пациентов с изначальным диагнозом ОРЭМ впоследствии отмечаются повторные обострения заболевания, и диагноз может измениться на РС.

Отличием ОРЭМ является наличие довольно симметрично расположенных множественных очагов различного размера (до 3 см и более) в супратенториальных и (реже) инфратенториальных структурах, с частым вовлечением подкоркового серого вещества, коры головного мозга, также возможно вовлечение в процесс спинного мозга.

Очаги демиелинизации могут быть довольно большими, но масс-эффект, как правило, умеренный. Вокруг ряда очагов может отмечаться перифокальный отек, более выраженный на ранних ста-

диях [17, 18]. Кроме того, важной особенностью ОРЭМ является накопление КС всеми очагами, что свидетельствует об одновременном протекании воспалительного процесса и нарушении ГЭБ. Накопление очагами КС может носить разный характер – от однородного до кольцевидного и по типу полукольца. После стероидной терапии обычно отмечается полное или частичное разрешение очагов с полным исчезновением перифокального отека и патологического контрастирования в них.

В ликворе отмечаются плеоцитоз, повышение уровня основного белка миелина, а также могут выявляться анти-MOG антитела [19, 20].

*Клинический пример № 2: мультифокальная воспалительная лейкоэнцефалопатия (МВЛ).*

Пациент 56 лет, с резко развившейся симптоматикой в виде тетрапареза, дезориентации в пространстве и времени. Было отмечено снижение когнитивных функций.

Как и в случае с ОРЭМ, на МРТ выявляются множественные супра- и инфратенториальные очаги, накапливающие КС по типу кольца и полукольца, часть очагов окружены зоной перифокального отека (рис. 4).

МВЛ представляет собой церебральный демиелинизирующий синдром, который впервые был описан в 1992 г. Он возникает после комбиниро-

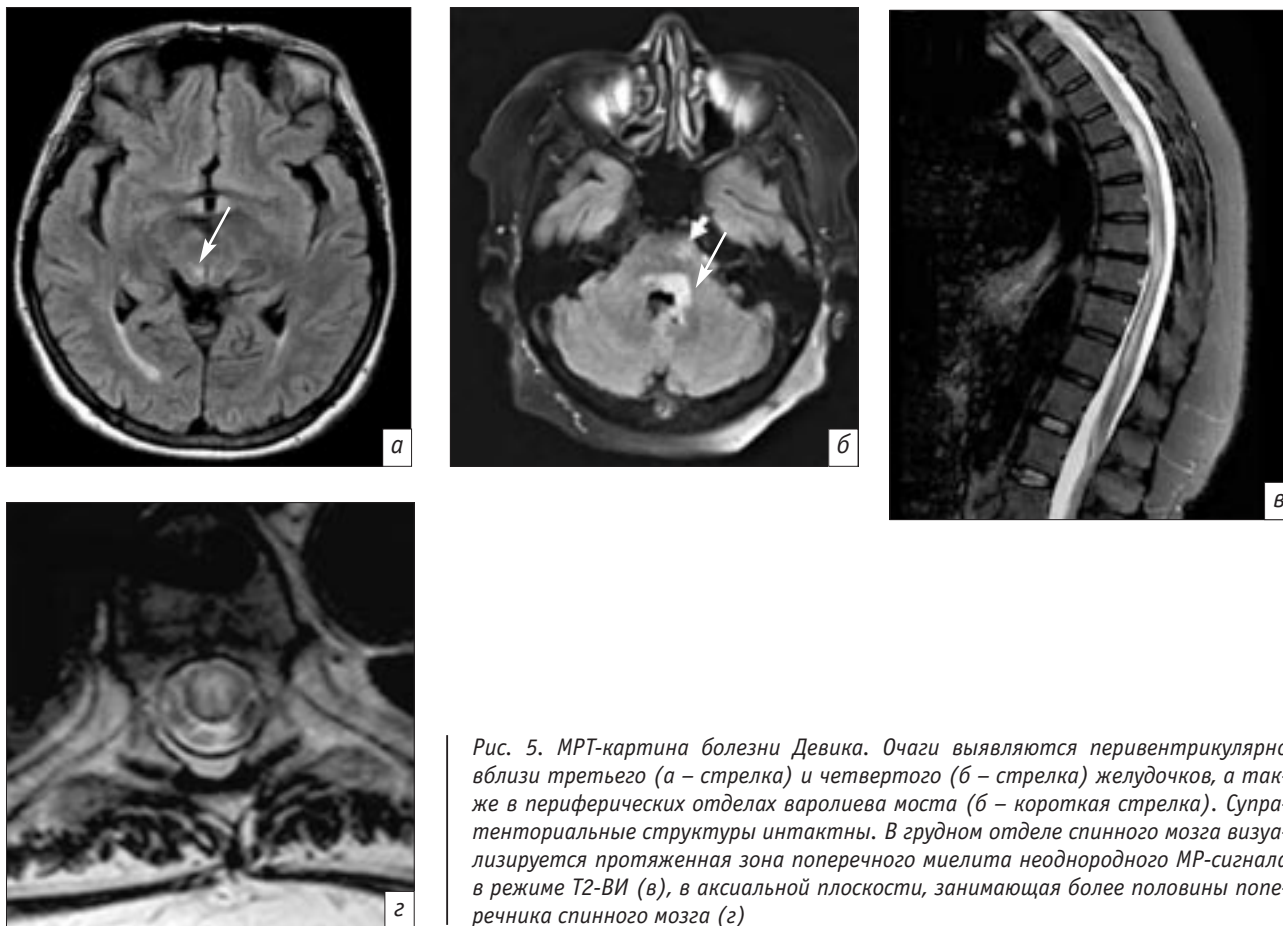


Рис. 5. МРТ-картина болезни Девика. Очаги выявляются перивентрикулярно вблизи третьего (а – стрелка) и четвертого (б – стрелка) желудочков, а также в периферических отделах варолиева моста (б – короткая стрелка). Супратенториальные структуры интактны. В грудном отделе спинного мозга визуализируется протяженная зона поперечного миелита неоднородного МР-сигнала в режиме Т2-ВИ (в), в аксиальной плоскости, занимающая более половины поперечника спинного мозга (2)

ванной химиотерапии 5-флуорацилом и левамизолом или отдельно левамизолом. Также левамизол входит в состав противоглистной терапии. Кроме того, левамизол часто используется как примесь к кокаину, поэтому отмечены случаи развития МВЛ у пациентов, принимающих кокаин [21]. Употребление препаратов подтверждалось по результатам анализа мочи.

Симптоматика при МВЛ неспецифична и характеризуется прогрессирующей атаксией с последующим парезом, парестезиями и нарушением сознания (вплоть до комы или даже смерти) и развивается подостро, обычно в течение 2–4 нед после начала химиотерапии, но может начаться и отсроченно, через 2–5 мес [22].

При МРТ выявляют множественные очаги, располагающиеся перивентрикулярно и в глубоких отделах белого вещества, также они могут захватывать юкстакортикальные волокна, что затрудняет дифференциальную диагностику с рассеянным склерозом, поэтому важно знать анамнез пациента. Кроме того, очаги могут демонстрировать ограничение диффузии [23]. При введении КС все или большая часть очагов показывают его неравномерное патологическое накопление, часто – по типу кольца или полукольца, что также может послужить поводом для дифференциальной диагности-

ки с демиелинизирующим характером изменений, например ОРЭМ. Некоторые авторы действительно ставят МВЛ в один ряд с демиелинизирующими заболеваниями, однако патогенез развития лейкоэнцефалопатии в данном случае до конца не ясен, наиболее вероятно высокая нейротоксичность применяемых препаратов.

При гистологическом исследовании выявляются признаки демиелинизации с относительной сохранностью аксонов [24].

В цереброспинальной жидкости отмечается умеренный лимфоцитарный плеоцитоз, нормальный уровень глюкозы и неизмененное или слегка повышенное количество белка. Были зарегистрированы единичные случаи с наличием олигоклональных групп и повышенным индексом IgG, однако у большинства пациентов они отсутствуют.

После отмены препарата или назначения стероидной терапии очаги разрешаются полностью или частично, внутривенное введение иммуноглобулина или плазмаферез требуется редко [25].

#### Клинический пример № 3: болезнь Девика.

Пациент 28 лет, был доставлен в клинику с картиной тяжелого поперечного миелита, тошнотой и рвотой (рис. 5).

Болезнь Девика (оптиконеуромиелит) представляет собой демиелинизирующее заболева-

ние, ранее относившееся к атипичным вариантам РС. В настоящее время она вынесена в отдельную нозологию, и главным критерием постановки данного диагноза служит выявление антител к аквапорино-4 в сыворотке крови пациентов. К характерным МРТ-признакам относятся наличие очага демиелинизации в прехиазмальных отделах зрительных нервов и протяженных (более двух сегментов спинного мозга) очагов поперечного миелита, преимущественно в грудном отделе позвоночника [26, 27]. При этом очаги и соответствующая симптоматика в большинстве случаев появляются не одновременно. При болезни Девика очаги в спинном мозге отличаются от таковых при РС длинносегментарностью, в аксиальной плоскости они занимают более половины поперечника спинного мозга, имеют более высокий сигнал на T2-ВИ, приближаясь к интенсивности ликвора, а также тропны к грудному отделу в отличие от РС, для которого более характерно поражение шейных сегментов на начальных стадиях.

Наряду с изменениями в зрительных нервах и спинном мозге также возможно обнаружение очагов в головном мозге, преимущественно локализующихся вокруг третьего, четвертого желудочков и водопровода мозга в соответствии с наибольшей плотностью расположения рецепторов к аквапорино-4, а также в таламусе и гипоталамусе. Характерным является поражение дорсальных отделов продолговатого мозга (*area postrema*),

чем и объясняется симптоматика в виде тошноты и рвоты. Кроме того, на МРТ визуализируются односторонние или двусторонние очаги в глубоких и субкортикальных отделах белого вещества полушарий большого мозга, а также протяженное поражение мозолистого тела [26]. При введении КС отмечается его неравномерное накопление «острыми» очагами, которое может сохраняться более 3 мес при неправильно подобранной терапии или без нее.

### Заключение

В последние десятилетия методы нейровизуализации играют огромную роль в диагностике заболеваний центральной нервной системы. И рассеянный склероз не является исключением. МРТ с контрастированием используется не только для подтверждения неврологической гипотезы, но и для отслеживания эффективности лечения и осложнений терапии. В ряде исследований продемонстрировано преимущество применения гадолинийсодержащего препарата с 1,0-молярной концентрацией – гадобутрола [10–12].

Несмотря на четко определенные критерии МРТ-диагностики РС с учетом сигнальных характеристик, эволюции и локализации очагов, до сих пор дифференциальная диагностика этой патологии представляет значительные трудности, поэтому необходимы тесное взаимодействие с неврологом и оценка лабораторных данных.

### Литература [References]

- Chen J.J., Carletti F., Young V., Mckean D., Quaghebeur G. MRI differential diagnosis of suspected multiple sclerosis. *Clin. Radiol.* 2016; 71 (9): 815–27. DOI: 10.1016/j.crad.2016.05.010
- Брюхов В.В., Куликова С.Н., Кротенкова И.А., Кротенкова М.В., Переседова А.В. МРТ в диагностике рассеянного склероза. *Медицинская визуализация.* 2014; 2: 10–21. [Bryukhov V.V., Kulikova S.N., Krotenkova I.A., Krotenkova M.V., Peresedova A.V. Magnetic resonance imaging in multiple sclerosis. *Medical Visualization.* 2014; 2: 10–21 (in Russ.).]
- Кротенкова И.А., Брюхов В.В., Переседова А.В., Кротенкова М.В. Атрофия центральной нервной системы при рассеянном склерозе: данные МРТ-морфометрии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2014; 114 (10-2): 50–6. [Krotenkova I.A., Bryukhov V.V., Peresedova A.V., Krotenkova M.V. Atrophy of the central nervous system in multiple sclerosis: MRI-morphometry results. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2014; 114 (10-2): 50–6 (in Russ.).]
- Thompson A.J., Banwell B.L., Barkhof F., Carroll W.M., Coetzee T., Comi G. et al. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. *Lancet Neurol.* 2018; 17 (2): 162–73. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30470-2
- Charil A., Yousry T.A., Rovaris M., Barkhof F., De Stefano N., Fazekas F., Filippi M. MRI and the diagnosis of multiple sclerosis: expanding the concept of “no better explanation”. *Lancet Neurol.* 2006; 5 (10): 841–52. DOI: 10.1016/s1474-4422(06)70572-5
- Miller D., Weinschenker B., Filippi M., Banwell B., Cohen J., Freedman M., Polman C. Differential diagnosis of suspected multiple sclerosis: a consensus approach. *Multiple Scler. J.* 2008; 14 (9): 1157–74. DOI: 10.1177/1352458508096878
- Solomon A.J., Klein E.P., Bourdette D. “Undiagnosing” multiple sclerosis: the challenge of misdiagnosis in MS. *Neurology.* 2012; 78 (24): 1986–91. DOI: 10.1212/wnl.0b013e318259e1b2
- Rovira À., Wattjes M.P., Tintoré M., Tur C., Yousry T.A., Montalban X. MAGNIMS consensus guidelines on the use of MRI in multiple sclerosis – clinical implementation in the diagnostic process. *Nature Rev. Neurol.* 2015; 11 (8): 471–82. DOI: 10.1038/nrneurol.2015.106
- Vogl T.J., Friebe C.E., Balzer T., Mack M.G., Steiner S., Schedel H. et al. Diagnosis of cerebral metastasis with standard dose gadobutrol vs. a high dose protocol. Intraindividual evaluation of a phase II high dose study. *Radiologe.* 1995; 35 (8): 508–16.
- Rohrer M., Bauer H., Mintorovitch J., Requardt M., Weinmann H.-J. Comparison of magnetic properties of MRI

- contrast media solutions at different magnetic field strengths. *Invest. Radiol.* 2005; 40 (11): 715–24. DOI: 10.1097/01.rli.0000184756.66360.d3
11. Uysal E., Erturk S.M., Yildirim H., Seleker F., Basak M. Sensitivity of immediate and delayed gadolinium-enhanced MRI after injection of 0.5 M and 1.0 M gadolinium chelates for detecting multiple sclerosis lesions. *Am. J. Roentgen.* 2007; 188 (3): 697–702. DOI: 10.2214/ajr.05.2212
  12. Benner T., Reimer P., Erb G., Schuierer G., Heiland S., Fischer C. et al. Cerebral MR perfusion imaging: first clinical application of a 1 M gadolinium chelate (Gadovist 1.0) in a double-blinded randomized dose-finding study. *J. Magn. Res. Imag.* 2000; 12 (3): 371–80. DOI: 10.1002/1522-2586(200009)12
  13. Rovira A., Auger C., Huerga E., Corral J.F., Mitjana R., Sastre-Garriga J., Montalban X. Cumulative dose of macrocyclic gadolinium-based contrast agent improves detection of enhancing lesions in patients with multiple sclerosis. *Am. J. Neuroradiol.* 2017; 38 (8): 1486–93. DOI: 10.3174/ajnr.a5253
  14. Брюхов В.В., Кротенкова И.А., Морозова С.Н., Кротенкова М.В. Стандартизация МРТ-исследований при рассеянном склерозе. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2016; 116 (10-2): 27–34. DOI: 10.17116/jnevro201611610227-34  
[Bryukhov V.V., Krotenkova I.A., Morozova S.N., Krotenkova M.V. Standardization of MRI studies in multiple sclerosis. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2016; 116 (10-2): 27–34 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro201611610227-34]
  15. ESUR 8.1. European Society of Urogenital Radiology Guidelines on contrast agents. Version 8.1. 2012. European Society of Urogenital Radiology website; 2012. Available at: <http://www.esur.org/guidelines/>
  16. Pohl D., Alper G., Van Haren K., Kornberg A.J., Lucchietti C.F., Tenembaum S., Belman A.L. Acute disseminated encephalomyelitis. *Neurology.* 2016; 87 (9; Suppl. 2): S38–S45. DOI: 10.1212/wnl.0000000000002825
  17. Callen D.J.A., Shroff M.M., Branson H.M., Li D.K., Lotze T., Stephens D., Banwell B.L. Role of MRI in the differentiation of ADEM from MS in children. *Neurology.* 2008; 72 (11): 968–73. DOI: 10.1212/01.wnl.0000338630.20412.45
  18. Koelman D.L.H., Benkeser D.C., Klein J.P., Mateen F.J. Acute disseminated encephalomyelitis: prognostic value of early follow-up brain MRI. *J. Neurol.* 2017; 264 (8): 1754–62. DOI: 10.1007/s00415-017-8563-3
  19. Misu T., Sato D.K., Nakashima I., Fujihara K. MOG-IgG serological status matters in paediatric ADEM. *J. Neurol. Neurosurg. Psych.* 2014; 86 (3): 242. DOI: 10.1136/jnnp-2014-308723
  20. Sa M., Thornton R., Chong W.K., Kaliakatsos M., Hacohen Y. Paediatric MOG antibody – associated ADEM with complex movement disorder: a case report. *Multiple Scler.* 2018; 25 (1): 125–8. DOI: 10.1177/1352458518786074
  21. Vitt J.R., Brown E.G., Chow D.S., Josephson S.A. Confirmed case of levamisole-associated multifocal inflammatory leukoencephalopathy in a cocaine user. *J. Neuroimmunol.* 2017; 305: 128–30. DOI: 10.1016/j.jneuroim.2017.01.018
  22. Franco D.A., Greenberg H.S. 5-FU multifocal inflammatory leukoencephalopathy and dihydropyrimidine dehydrogenase deficiency. *Neurology.* 2001; 56 (1): 110–2. DOI: 10.1212/wnl.56.1.110
  23. Шавловская О.А. Левamisол-индуцированная лейкоэнцефалопатия: клинический случай. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2018; 12 (3): 75–80. DOI: 10.25692/ACEN.2018.3.10  
[Shavlovskaya O.A. Levamisol-induced leukoencephalopathy: clinical case. *Annals of Clinical and Experimental Neurology.* 2018; 12 (3): 75–80 (in Russ.). DOI: 10.25692/ACEN.2018.3.10]
  24. Chen T.C., Hinton D.R., Leichman L., Atkinson R.D., Apuzzo M.L.J., Couldwell W.T. Multifocal inflammatory leukoencephalopathy associated with levamisole and 5-fluorouracil. *Neurosurgery.* 1994; 35 (6): 1138–43. DOI: 10.1097/00006123-199412000-00019
  25. Wingerchuk B.G., Wingerchuk D.M. Neuromyelitis optica spectrum disorders. *Oxford Med. Online.* 2016. DOI: 10.1093/med/9780199341016.003.0023
  26. Schreiner T.L., Bennett J.L. Neuromyelitis Optica. *Oxford Med. Online.* 2017. DOI: 10.1093/med/9780199937837.003.0088
  27. Filippi M., Rocca M.A. MR imaging of Devic's neuromyelitis optica. *Neurol. Sc.* 2004; 25 (S4): s371–3. DOI: 10.1007/s10072-004-0344-y

## Сведения об авторах | Information about the authors

**Кротенкова Ирина Андреевна\***, к. м. н., науч. сотр., ФГБНУ «Научный центр неврологии»; orcid.org/0000-0001-5823-9434  
E-mail: irina.krotenkova@mail.ru

**Брюхов Василий Валерьевич**, к. м. н., ст. науч. сотр., ФГБНУ «Научный центр неврологии»; orcid.org/0000-0002-1645-6526

**Коновалов Родион Николаевич**, к. м. н., вед. науч. сотр., ФГБНУ «Научный центр неврологии»; orcid.org/0000-0001-5539-245X

**Захарова Мария Николаевна**, д. м. н., руководитель 6-го неврологического отделения, ФГБНУ «Научный центр неврологии»

**Кротенкова Марина Викторовна**, д. м. н., руководитель отделения лучевой диагностики, ФГБНУ «Научный центр неврологии»; orcid.org/0000-0003-3820-4554

**Irina A. Krotenkova\***, Cand. Med. Sc., Researcher, Research Center of Neurology; orcid.org/0000-0001-5823-9434  
E-mail: irina.krotenkova@mail.ru

**Vasily V. Bryukhov**, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Research Center of Neurology; orcid.org/0000-0002-1645-6526

**Rodion N. Kononov**, Cand. Med. Sc., Leading Researcher, Research Center of Neurology; orcid.org/0000-0001-5539-245X

**Mariya N. Zakharova**, Dr. Med. Sc., Head of 6 Neurology Department, Research Center of Neurology

**Marina V. Krotenkova**, Dr. Med. Sc., Head of Radiology Department, Research Center of Neurology; orcid.org/0000-0003-3820-4554