

Визуализация нейротуберкулеза при магнитно-резонансной томографии

М.Е. Макогонова, Е.Р. Мухаметшина, П.В. Гаврилов

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

Neurotuberculosis MRT imaging

M. Makogonova, E. Mukhametshina, P. Gavrilov

St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology

© Коллектив авторов, 2022 г.

Резюме

Введение. Туберкулез остается одной из самых распространенных инфекций в мире, является социально значимым заболеванием. Первичным источником туберкулеза центральной нервной системы (ЦНС) обычно являются легкие. **Цель:** проиллюстрировать особенности визуализации туберкулеза центральной нервной системы. **Результаты исследования.** Визуализация играет важную роль в ранней диагностике туберкулеза центральной нервной системы и может повысить эффективность лечения и снизить смертность. Магнитно-резонансная томография головного мозга помогает в диагностике, оценке осложнений и мониторинге клинического течения. В статье представлен обзор типичных и атипичных визуализационных проявлений внутричерепного туберкулеза. **Заключение.** МР-проявления нейротуберкулеза могут быть схожи с другими инфекционными патологическими процессами. Магнитно-резонансная томография с внутривенным контрастированием позволяет повысить точность дифференциальной диагностики и в ранние сроки выявить патологический процесс. Диагностика и верификация поражения головного мозга у больных туберкулезом требуют сопоставления клинической картины, данных лабораторных исследований, лучевой визуализации и, при возможности, морфологических данных.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография туберкулеза, туберкулез центральной нервной системы (ЦНС), менингит, нейротуберкулез

Summary

Introduction. Tuberculosis remains one of the most prevalent infections globally and is a socially significant disease. The lungs are usually the primary source of the central nervous system (CNS) tuberculosis. **Objective.** To show the central nervous system tuberculosis imaging features. **Results.** Imaging plays an important role in early diagnostics of the central nervous system diagnostics and may increase the efficacy of treatment and decrease mortality. Brain MRI helps in diagnostics, assessment of complications and monitoring of clinical course. This article is a review of typical and atypical imaging manifestations of intracranial tuberculosis. **Conclusion.** MR-manifestations of neurotuberculosis may resemble other infectious pathological processes. MRI with IV contrast allows to raise the accuracy of differential diagnostics and detect pathological process at an early stage. Diagnosing and verification of brain lesions in patients with neurotuberculosis requires comparison of the clinical picture, labs, imaging data and, if possible, morphological data.

Key words: magnetic resonance tomography (MRI) of tuberculosis, central nervous system (CNS) tuberculosis, meningitis, neurotuberculosis

Введение

Нейротуберкулез — тяжелое и прогностически неблагоприятное проявление туберкулеза [1–3].

Точные цифры истинной распространенности этой патологии неизвестны, по данным разных авторов, от 0,5% до 10% случаев приходится на поражение центральной нервной системы (ЦНС) при туберкулезе [2, 4, 5].

Наибольшее распространение данной патологии наблюдается в группе пациентов с ВИЧ-инфекцией и туберкулезом — около 80% всего туберкулезного поражения ЦНС и до 30% всех случаев туберкулеза у людей с коинфекцией ВИЧ/туберкулез. Туберкулез ЦНС, как правило, возникает у больных с тяжелой иммуносупрессией, и летальность среди таких пациентов может достигать 98% [2, 6–8].

При этом, несмотря на типичную симптоматику, ранняя диагностика туберкулезного поражения головного мозга имела место менее чем у 20% по данным анализа историй болезни 926 больных, лечившихся в стационарах Санкт-Петербурга за 50 лет [5].

Туберкулез ЦНС проявляется в виде продромы с недомоганием, лихорадкой и головной болью, прогрессирующим до измененного мышления и очаговых неврологических признаков, с последующим ступором, комой и смертью в течение 5–8 нед после начала [2, 5, 9].

У данной категории пациентов в лабораторной диагностике анализ цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) обычно показывает лимфоцитарный плеоцитоз, а также низкие концентрации глюкозы и высокие концентрации белка. Диагностика основывается на серийных образцах ЦСЖ для мазка и посева в сочетании с ПЦР ЦСЖ. Критерии диагностики туберкулеза: обнаружение микобактерий туберкулеза, их генетических маркеров и совокупности морфологических признаков туберкулезной гранулемы. Осложняющие факторы диагностики и лечения: коинфекция ВИЧ, множественная лекарственная устойчивость и туберкулезный воспалительный синдром восстановления иммунитета (IRIS) [10–15].

Цель исследования

Целью исследования было проиллюстрировать особенности визуализации туберкулеза центральной нервной системы.

Особенности визуализации нейротуберкулеза

В нашей стране принято различать следующие основные формы туберкулеза ЦНС, которые, по сути, являются различными стадиями одного патологического процесса [10, 12]:

- 1) базиллярный менингит;
- 2) менингоэнцефалит;
- 3) спинальная форма (менингоэнцефаломиелит);
- 4) туберкулема (гранулема) головного/спинного мозга;
- 5) абсцесс.

В международной литературе используется более упрощенная классификация с выделением трех форм [9]:

- 1) туберкулезный менингит;
- 2) внутричерепной туберкулез;
- 3) спинальный арахноидит.

Туберкулезный менингит

Туберкулезный менингит — воспаление мозговых оболочек. Туберкулезный менингит — заболевание патогенетически вторичное, т.е. для его возникновения необходимо наличие в организме более раннего по происхождению туберкулезного поражения. Туберкулезный менингит, как правило, проявляется в виде базиллярного менингита, когда воспаление локализуется преимущественно на мягких мозговых оболочках основания мозга. Его развитие идет в два этапа. На первом этапе гематогенным путем поражаются сосудистые сплетения желудочков мозга с образованием в них специфической гранулемы; сосудистые сплетения являются главным источником образования спинномозговой жидкости; наряду с эндотелием капилляров и мозговых оболочек они служат анатомическим субстратом гематоэнцефалического барьера. Второй этап — ликворогенный, когда туберкулезные микобактерии из сосудистых сплетений по току спинномозговой жидкости оседают на основании мозга, инфицируют мягкие мозговые оболочки и вследствие изменения сосудов вызывают резкую аллергическую реакцию, которая и проявляется клинически как острый менингеальный синдром [15]. При данной форме туберкулезного процесса в субдуральном пространстве визуализируется воспалительный выпот; так, в режиме FLAIR ИП характеристики выпота свидетельствуют о высоком содержании белка (рис. 1). На фоне воспалительных изменений идет формирование спаек мозговых оболочек и в результате блокады ликворных путей развивается гидроцефалия [1].

Пахименингит — это фиброзный и воспалительный процесс, поражающий твердую мозговую оболочку. Некоторые пахименингиты являются черепными и вызывают головные боли и паралич черепных нервов. Другие являются спинномозговыми и отвечают за нервные корешки или сдавление спинного мозга. МРТ показывает утолщение твердой мозговой оболочки с усилением МР-сигнала после внутривенного контрастирования [16]. Гипертрофический пахименингит (ГП) (рис. 2) означает воспаление и утолщение твердой

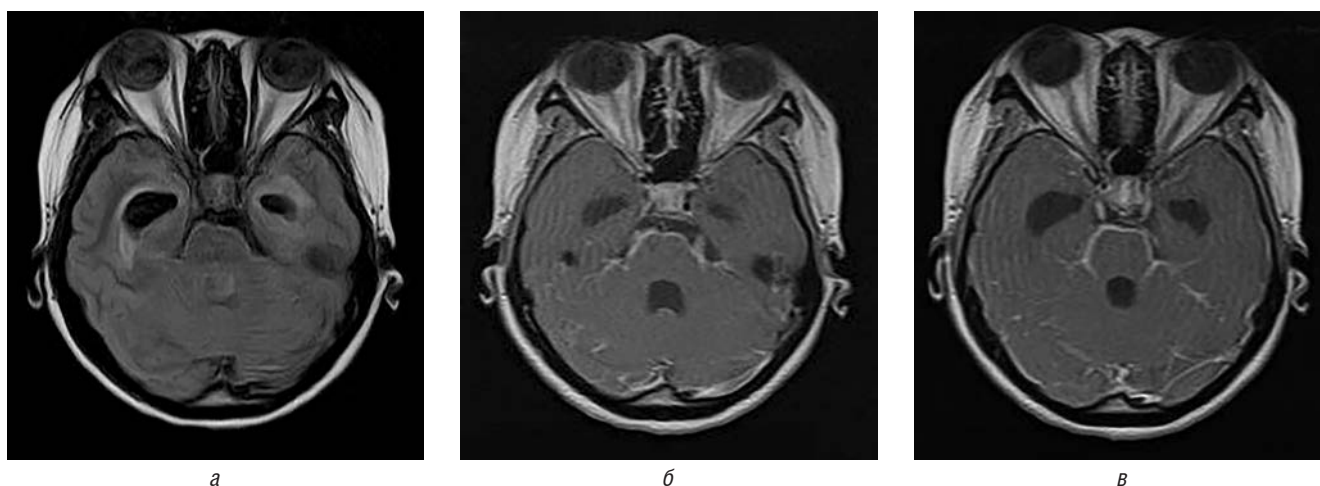


Рис. 1. Пациент А., 25 лет. Менингит. Клинический диагноз: генерализованный туберкулез. МБТ+, широкая лекарственная устойчивость (ШЛУ). Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне–Апельта (+++). Цитоз 195/3. МБТ в ликворе (+): а — аксиальная проекция. FLAIR ИП. Перивентрикулярно в области височных рогов боковых желудочков повышение МР-сигнала, расширение височных рогов боковых желудочков; б — T1-ВИ + внутривенное контрастирование (CE). Аксиальная проекция. Усиление МР-сигнала от оболочек в области моста, ствола левого тройничного нерва; в — T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Усиление МР-сигнала от оболочек в области моста

мозговой оболочки, которое может быть идиопатическим или вторичным по отношению к широкому спектру состояний [17].

Если пациенты поступают с явным менингитом без какого-либо выявленного патогена, необходимо постоянно и скрупулезно проверять наличие туберкулезного менингита, в том числе с использованием изображений головного мозга CE-FLAIR. МРТ применяют для обнаружения парадоксального распространения туберкулезного процесса с использованием различных методов, таких как визуализация с контрастным усилением с жидкостным ослаблением инверсии (CE-FLAIR) [18].

Туберкулезный менингоэнцефалит

Менингоэнцефалитическая, или менинговаскулярная форма (рис. 3–6) клинически характеризуется сочетанием менингеального синдрома с проявлениями очагового поражения вещества головного мозга (афазия, гемипараличи и гемипарезы). Такая форма, как ромбэнцефалит (стволовой энцефалит), указывает на туберкулез и листериоз [19].

Также у пациентов с туберкулезом могут возникать острые ишемические поражения [19]. Широкий спектр инфекций может вызывать церебральные васкулиты, в том числе туберкулез. Повышение контрастности, утолщение стенки и сужение просвета — это лучевые признаки, указывающие на происхождение инфекционного васкулита [20]. Васкулит обычно проявляется без хорошо известной основной причины (идиопатический васкулит), тем не менее иногда можно обнаружить один или несколько возбудителей (вторичный васкулит). Фактически каждый инфекционный агент

может вызвать васкулит с помощью различных механизмов, которые можно разделить на две основные категории: прямые и косвенные. В первом случае инфекционные агенты непосредственно разрушают сосудистую стенку, что в итоге приводит к последующей воспалительной реакции. В последней, косвенной форме они стимулируют иммунный ответ против кровеносных сосудов. *Mycobacterium tuberculosis* косвенным образом вызывают васкулит [21].

Поражение желудочков при нейротуберкулезе встречается редко. При туберкулезе желудочков определяется эпендимит, связанный с усилением МР-сигнала после внутривенного контрастирования эпендимной выстилки стенок желудочков и хориоидального плексита, характеризующегося выраженным увеличением сосудистого сплетения [22]. Также при вентрикулитах могут визуализироваться внутрижелудочковые перегородки и взвесь [23].

Туберкулемы головного мозга

В туберкулезе (очаге скопления специфических клеток), как правило, имеется казеозный распад, крупные туберкулемы могут быть окружены соединительнотканной капсулой (рис. 7). Важным является их отношение к оболочкам и ворсинчатому сплетению, при непосредственной близости к которым возникает возможность развития менингита или/и поражения вещества мозга [24].

Туберкулемы выявляются у пациентов с милиарным туберкулезом, размер туберкулем обычно не превышает 10 мм (могут достигать 5 см). Локализуются в коре гемисфер головного мозга, субарахноидальном, субдуральном и эпидуральном пространствах,

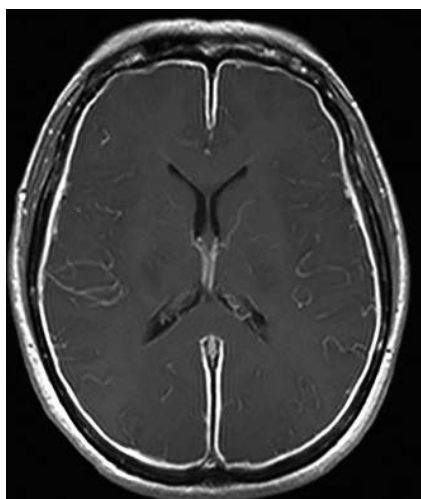


Рис. 2. Пациент К., 46 лет. Гипертрофический пахименингит. Жалобы на головную боль, резкое снижение зрения. Отек дисков зрительных нервов. МБТ в ликворе (-). T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Равномерное усиление МР-сигнала от твердой мозговой оболочки обоих полушарий головного мозга

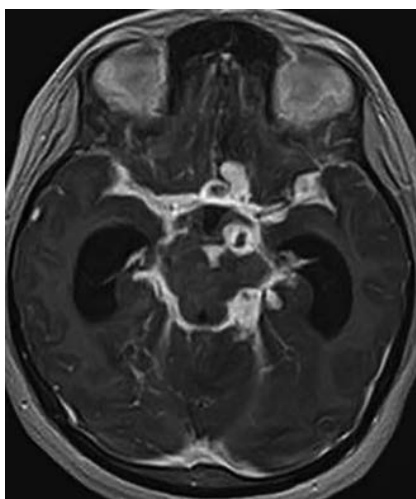


Рис. 3. Пациент Ц., 33 лет. Туберкулезный менингоэнцефалит. Клинический диагноз: ВИЧ-инфекция, 4В, прогрессирование на фоне ВААРТ. Генерализованный туберкулез. МБТ (+), ШЛУ. CD4 214 кл/мкл, 16%. Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне-Апельта (+++). Цитоз 1995/3. МБТ в ликворе (+). T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Усиление МР-сигнала от оболочек базальных отделов головного мозга с узелковыми утолщениями

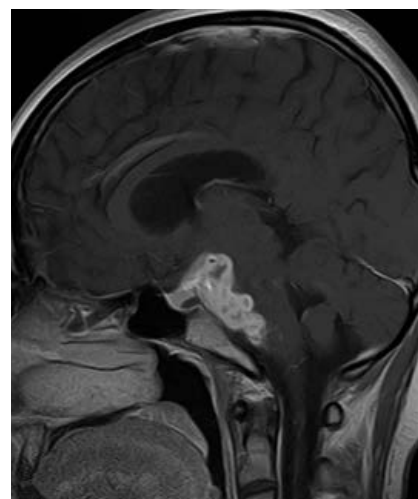


Рис. 4. Пациент А., 25 лет. Туберкулезный менингоэнцефалит. Клинический диагноз: генерализованный туберкулез. МБТ (+), ШЛУ. Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне-Апельта (+++). Цитоз 300/3. МБТ в ликворе (+). T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Сагиттальная проекция. Усиление МР-сигнала от оболочек в области межжировой, мостомозжечковой цистерн с распространением на супраселлярную цистерну, прилежащие передние отделы ствола головного мозга

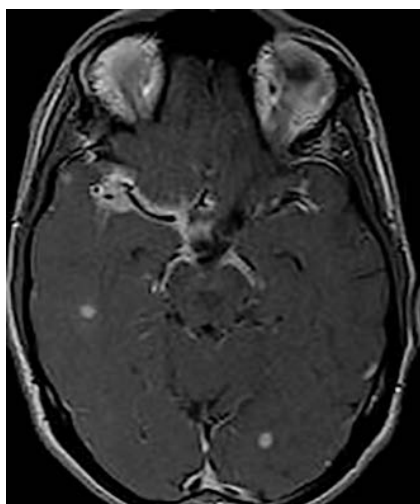


Рис. 5. Пациент А., 25 лет. Туберкулезный менингоэнцефалит. Клинический диагноз: генерализованный туберкулез. МБТ (+), ШЛУ. Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне-Апельта (+++). Цитоз 300/3. МБТ в ликворе (+). T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Усиление МР-сигнала от оболочек вдоль стенок сегмента M1 правой средней мозговой артерии

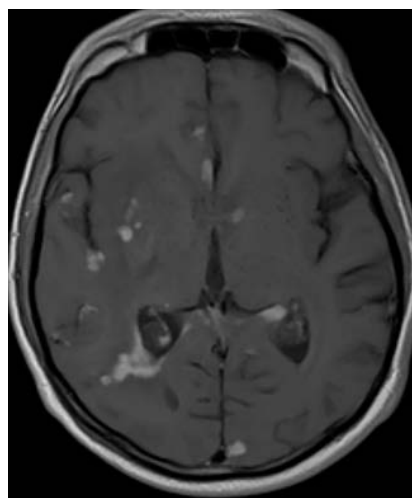


Рис. 6. Пациент М., 35 лет. Клинический диагноз: ВИЧ-инфекция, 4В, прогрессирование без ВААРТ. Генерализованный туберкулез. МБТ (+), ШЛУ. CD4 198 кл/мкл. Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне-Апельта (+++). Цитоз 948/3. МБТ в ликворе (+). T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Зоны усиления МР-сигнала в веществе головного мозга, вдоль эпендимальной выстилки треугольника правого бокового желудочка

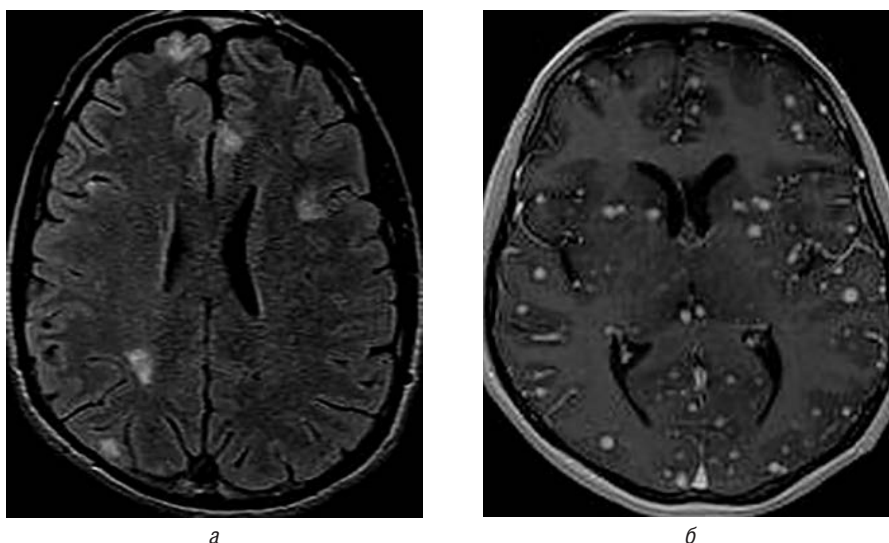


Рис. 7. Пациентка Г., 40 лет. Клинический диагноз: ВИЧ-инфекция, 4В, прогрессирование без ВААРТ. Генерализованный туберкулез. МБТ (?). CD4 110 кл./мкл, 13%. Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне–Апельта (+++). Цитоз 25/3. МБТ в ликворе (-): *а* — аксиальная проекция. FLAIR ИП, множественные кортикально-субкортикально расположенные зоны гиперинтенсивного МР-сигнала; *б* — T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Множественные очаги узлового гомогенного усиления МР-сигнала, преимущественно кортикальной и субкортикальной локализации

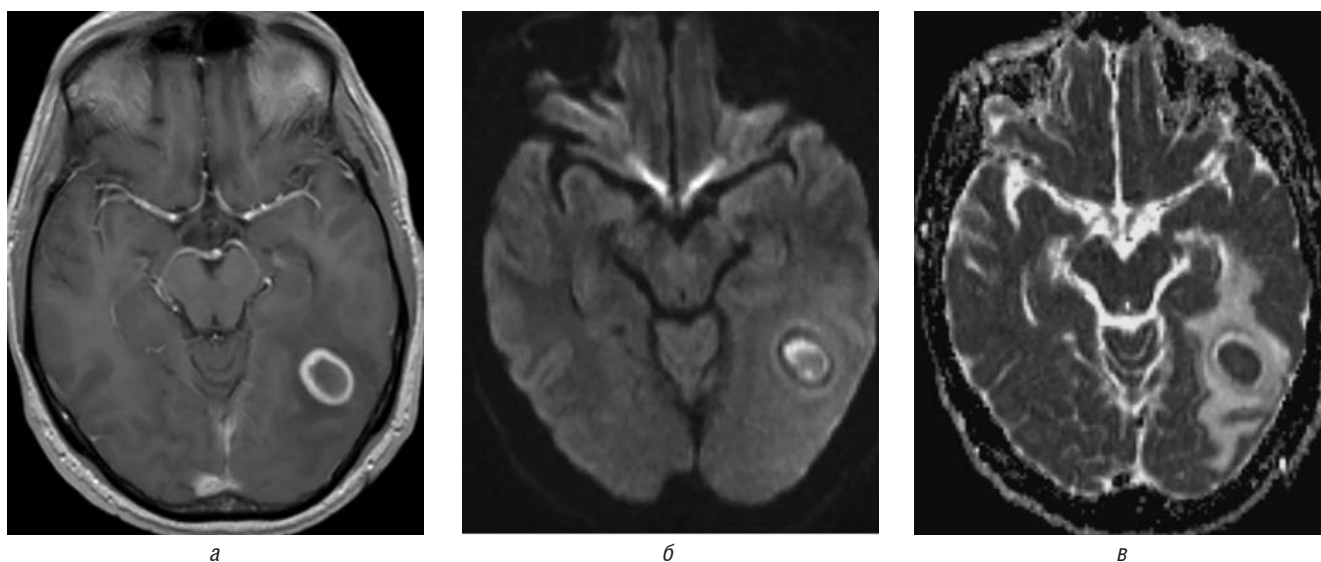


Рис. 8. Пациент К., 38 лет. Абсцесс в мозжечке. Клинический диагноз: ВИЧ-инфекция, 4В, прогрессирование без ВААРТ. Генерализованный туберкулез. МБТ (+). CD4 109 кл./мкл, 11%. Люмбальная пункция: реакция Панди (+++), реакция Нонне–Апельта (+++). Цитоз 74/3. МБТ в ликворе: *а* — T1-ВИ + внутривенное контрастирование. Аксиальная проекция. Образование (абсцесс) в левой височно-затылочной области, с перифокальным отеком. Усиление МР-сигнала по капсуле образования; *б* — ДВИ. Повышение МР-сигнала от содержимого образования; *в* — ИКД. Снижение МР-сигнала от содержимого образования

в спинном мозге; имеют узловой или кольцевидный тип контрастирования [1].

Абсцесс

Данная форма встречается у 10% пациентов с нейротуберкулезом. Абсцесс — образование с жидкостными характеристиками МР-сигнала, признаками

рестрикции диффузии, выраженным перифокальным отеком и масс-эффектом, с усилением МР-сигнала по капсуле после внутривенного контрастирования (рис. 8) [25]. Истинный туберкулезный абсцесс головного мозга, согласно критериям Whitener [26], заключается в макроскопических доказательствах образования абсцесса в паренхиме головного мозга; гистологическом подтверждении

того, что стенка абсцесса состоит из сосудистой грануляционной ткани, содержащей клетки острого и хронического воспаления; и бактериологическом подтверждении туберкулезного происхождения. Нейровизуализационное исследование обычно неспецифично, и гистопатологическое исследование является единственным определенным методом диагностики туберкулезных абсцессов головного мозга.

Заключение

В заключение необходимо отметить следующее:

1. МР-проявления нейротуберкулеза могут быть схожи с другими инфекционными патологическими процессами (токсоплазмоз, аспергиллез, цистеркоз, абсцессы других этиологий, нетуберкулезный микобактериоз), но внутривенное контрастирование (T1 CE, FLAIR CE) позволяет повысить точность дифферен-

циальной диагностики и в ранние сроки выявить патологический процесс.

2. Диагностика и верификация поражения головного мозга у больных туберкулезом требуют сопоставления клинической картины, данных лабораторных исследований, лучевой визуализации и, при возможности, морфологических данных. Степень выраженности неврологической симптоматики зависит от объема поражения и локализации зоны изменений.

В дополнение к традиционной МРТ-визуализации с переносом намагниченности, диффузионной визуализации методы протонной магнитно-резонансной спектроскопии также используются для лучшей характеристики тканей при туберкулезе ЦНС.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Список литературы

1. Аманбаева Г.Т. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике нейротуберкулеза. Лучевая диагностика и терапия 2015; (3): 24–34. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2015-3-24-34> [Amanbaeva G.T. MRI capacity in diagnosing neurotuberculosis. Diagnostic radiology and radiotherapy 2015; (3): 24–34 (In Russ.)].
2. Герасимова А.А., Пантелеев А.М., Мокроусов И.В. ВИЧ-ассоциированный туберкулез с поражением центральной нервной системы (обзор литературы). Медицинский альянс 2020; 8 (4): 5–31. doi: 10.36422/23076348-2020-8-4-25-31 [Gerasimova A., Panteleev A., Mokrousov I.V. HIV-associated tuberculosis with central nervous system involvement (literature review) Medical Alliance 2020; 8 (4): 25–31 (In Russ.)].
3. Abdulaziz A.T.A., Li J., Zhou D. The prevalence, characteristics, and outcome of seizure in tuberculous meningitis. Acta Epileptologica 2020; 2 (1). <https://doi.org/10.1186/s42494-020-0010-x>.
4. Khatri G., Krishnan V., Antil N., Saigal G. Magnetic resonance imaging spectrum of intracranial tubercular lesions: one disease, many faces. Polish Journal of Radiology 2018; 83: 628–639. doi: 10.5114/pjr.2018.81408.
5. Корнетова Н.В., Крузе А.Н., Нестерова А.И., Ариэль Б.М. Туберкулез мозговых оболочек и центральной нервной системы. Опыт клинической диагностики в Санкт-Петербурге на протяжении 50 лет. Медицинский альянс 2020; 8; (1). С. 14–24. doi: 10.36422/23076348-2020-8-1-14-24 [Kornetova N., Kruse A., Nesterova A., Ariel B. Tuberculosis of the meninges and central nervous system. Experience of clinical diagnostics in St. Petersburg for 50 years. Medical Alliance; 2020; 8 (1): 14–24. doi: 10.36422/23076348-2020-8-1-14-24 (In Russ.)].
6. Гринберг Л.М., Бердников Р.Б., Кондрашов Д.Л. Проблема диагноза при туберкулезе, ВИЧ-инфекции и коинфекции ВИЧ/туберкулез. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация 2013. № 4–1 (147): 16–21 [Grinberg L.M., Berdnikov R.B., Kondrashov D.L. The problem of diagnosis in tuberculosis, HIV infection and co-infection HIV/tuberculosis. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya: Medicina. Farmaciya 2013; 4–1 (147): 16–21 (In Russ.)].
7. Аитов К.А., Шарифулина Н.Л., Макарова С.В. Анализ смертности у больных ВИЧ-инфекцией в терминальной стадии заболевания. Medicus 2016; 3 (9): 53–55. [Aitov K.A., Sharifulina N.L., Makarova S.V. Analysis of mortality in patients with HIV infection in the terminal stage of the disease Medicus 2016; 3 (9): 53–55 (In Russ.)].
8. Akhmetova R.H., Turdumambetova G.K. Problems of a combination of tuberculosis and HIV infection. Health Care of Kyrgyzstan reseach and practical journal 2020; 1: 127.
9. Leonard J.M. Central Nervous System Tuberculosis. Microbiol Spectr. 2017 Mar; 5 (2). doi: 10.1128/microbiolspec.TNMI7-0044-2017. PMID: 28281443.
10. Фтизиатрия. Национальные клинические рекомендации. Под ред. П.К. Яблонского. М.: ГЭОТАР-Медиа 2015; 240 [Phthisiatry. National clinical guidelines. Pod red. P.K. Yablonskiy. M.: GEOTAR-Media 2015; 240 (In Russ.)].
11. Черноусова Л.Н., Севастьянова Э.В., Ларионова Е.Е. и др. Федеральные клинические рекомендации по организации и проведению микробиологической и молекулярно-генетической диагностики туберкулеза. М. 2015 [Chernousova L.N., Sevast'yanova E.V., Larionova E.E. et al. Federal clinical guidelines for the organization and conduct of microbiological and molecular genetic diagnosis of tuberculosis. M. 2015 (In Russ.)].
12. Туберкулез у взрослых: клинические рекомендации. Российское общество фтизиатров, 2020. [Электронный ресурс]. <http://cr.rosminzdrav.ru/#/recomend/943> [Tuberculosis in adults: clinical guidelines. Russian Society of Phthisiologists, 2020. [Electronic resource]. <http://cr.rosminzdrav.ru/#/recomend/943>].
13. Бакулина Е.Г., Трофимова Т.Н., Шеломов А.С., Катаева Г.В., Беляков Н.А. Нейрорадиологические признаки синдрома восстановления иммунитета при ВИЧ-инфекции. Лучевая диагностика и терапия 2020. № 1 (11): 38–45. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1-38-45> [Bakulina E.G., Trofimova T.N., Shelomov A.S., Kataeva G.V., Belyakov N.A. Im-

- mune Reconstitution Inflammatory Syndrome neuroradiologic features in HIV Infection. *Diagnostic radiology and radiotherapy* 2020; 11 (1): 38–45 (In Russ.).
14. Беляков Н.А., Трофимова Т.Н., Рассохин В.В., Шеломов А.С., Магонов Е.П., Богдан А.А., Бакулина Е.Г., Громова Е.А., Халезова Н.Б., Незнанов Н.Г., Катаева Г.В. Междисциплинарный персонализированный подход и технологии изучения головного мозга при ВИЧ-инфекции. *Лучевая диагностика и терапия* 2020. № 2 (11): 7–28 [Belyakov N.A., Trofimova T.N., Rassokhin V.V., Shelomov A.S., Magonov Y.P., Bogdan A.A., Bakulina E.G., Gromova E.A., Khalezova N.B., Neznanov N.G., Kataeva G.V. The interdisciplinary, personalized approach and brain investigation technology in HIV infection. *Diagnostic radiology and radiotherapy* 2020; 11 (2): 7–28 (In Russ.).]
 15. Бондарев П.С., Расчунцев Л.П. О диагностике туберкулезного менингита. *Клин. медицина* 1986; 64 (11): 98–100 [Bondarev P.S., Raschuncev L.P. About the diagnosis of tuberculous meningitis. *Klin. medicina* 1986; 64 (11): 98–100 (In Russ.).]
 16. Fain O., Mekinian A. Les pachymeningites [Pachymeningitis]. *Rev. Med. Interne*. 2017 Sep; 38 (9): 585–591. French. doi: 10.1016/j.revmed.2017.03.011.
 17. Hahn L.D., Fulbright R., Baehring J.M. Hypertrophic pachymeningitis. *J. Neurol. Sci.* 2016 Aug 15; 367: 278–283. doi: 10.1016/j.jns.2016.06.024. Epub 2016 Jun 11. PMID: 27423604.
 18. Kim H.J. Importance of contrast-enhanced fluid-attenuated inversion recovery imaging to detect paradoxical expansion of tuberculoma. *Int. J. Infect. Dis.* 2014 Jul; 24: 37–39. doi: 10.1016/j.ijid.2014.03.1383.
 19. Bertrand A., Leclercq D., Martinez-Almoyna L., Girard N., Stahl J.P., De-Broucker T. MR imaging of adult acute infectious encephalitis. *Med. Mal. Infect.* 2017 May; 47 (3): 195–205. doi: 10.1016/j.medmal.2017.01.002.
 20. Carod Artal F.J. Clinical management of infectious cerebral vasculitides. *Expert Rev. Neurother.* 2016; 16 (2): 205–221. doi: 10.1586/14737175.2015.1134321.
 21. Satta R., Biondi G. Vasculitis and infectious diseases. *G. Ital. Dermatol. Venereol.* 2015 Apr; 150 (2): 211–220. PMID: 25876145.
 22. Li D., Lv P., Lv Y., Ma D., Yang J. Magnetic resonance imaging characteristics and treatment aspects of ventricular tuberculosis in adult patients. *Acta Radiol.* 2017 Jan; 58 (1): 91–97. doi: 10.1177/0284185116633913.
 23. Singh P., Paliwal V.K., Neyaz Z., Srivastava A.K., Verma R., Mohan S. Clinical and magnetic resonance imaging characteristics of tubercular ventriculitis: an under-recognized complication of tubercular meningitis. *J. Neurol. Sci.* 2014 Jul 15; 342 (1-2): 137–140. doi: 10.1016/j.jns.2014.05.007.
 24. Улитин А.Ю., Олюшин В.Е., Размоглова О.Ю., Савченко А.И., Щербинин А.В. Туберкулема головного мозга: клинический случай и обзор литературы. *Нейрохирургия* 2007 (1): 40–44 [Ulitin A.Y., Olyushin V.E., Razmogolova O.Y., Savchenko A.I., Shcherbinin A.V. Cerebral tuberculoma: a clinical case and review of literature. *Neyrokhirurgiya* 2007 (1): 40–44 (In Russ.)]
 25. Gupta R.K., Vatsal D.K., Husain N., Chawla S., Prasad K.N., Roy R., Kumar R., Jha D., Husain M. Differentiation of Tuberculous from Pyogenic Brain Abscesses with In Vivo Proton MR Spectroscopy and Magnetization Transfer MR Imaging. *Amer. J. Neuroradiology* 2001; 22 (8): 1503–1509.
 26. Whitener D.R. Tuberculous brain abscess. Report of a case and review of the literature. *Arch Neurol.* 1978 Mar; 35 (3): 148–155. doi: 10.1001/archneur.1978.00500270030007. PMID: 629659.

Поступила в редакцию 28.01.2022 г.

Сведения об авторах:

Макогонова Марина Евгеньевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32; e-mail: MakogonovaME@gmail.com; ORCID 0000-0001-6760-2426;

Мухаметшина Елена Радиевна — врач-рентгенолог кабинета МРТ, научный сотрудник отдела инструментальных методов исследования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32; e-mail: doctor.mukhametshinaer@gmail.com; ORCID 0000-0003-3312-0829;

Гаврилов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления «Лучевая диагностика» Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: spbniiifrentgen@mail.ru; ORCID 0000-0003-3251-4084.