



РОЛЬ ИНТЕГРАТИВНОЙ МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПАРЕНХИМЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*Тоирова Дилафруз Равиановна — ассистент кафедры. Медицинская
радиология и ядерная медицина,*

*Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али
Ибн Сины, г. Бухара, Узбекистан.*

E-mail: toiroadilafruz1404@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0003-6168-7208X>.

АННОТАЦИЯ

Введение: Патологические процессы в паренхиме головного мозга представляют собой одну из ведущих причин неврологических нарушений и смертности. Разнообразие природы этих патологий и их асимптомное течение на ранних стадиях значительно усложняют диагностику.

Цель: Определить прогностическое значение количественных параметров при дифференциальной диагностике патологических процессов в паренхиме головного мозга на основе современных протоколов МРТ.

Материалы и методы: Проспективное когортное исследование проводилось с 2021 по 2025 годы и включало 107 пациентов (62 мужчины, 45 женщин; средний возраст $52,6 \pm 15,3$ года). Всем пациентам выполняли МРТ по стандартному протоколу (T1-WI, T2-WI, FLAIR, DWI, SWI), в 92% случаев использовались контрастные препараты на основе гадолиния. Дополнительно у 23 пациентов проводилась МР-спектроскопия, у 19 – МР-перфузия, у 13 – диффузионно-тензорная томография (DTI). Для количественного анализа рассчитывались ADC (коэффициент видимой диффузии), rCBV (относительный мозговой кровяной объём) и метаболические соотношения.

Результаты: Общая диагностическая точность МРТ составила 97,3%. Анализ ADC позволил с чувствительностью 94,2% отличить метастатические



поражения ($0,72 \pm 0,08 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$) от глиобластомы мультиформной ($0,83 \pm 0,11 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$) ($p < 0,001$). Значения rCBV были значительно выше у менингиом ($8,3 \pm 2,1$), чем у глиом ($5,2 \pm 1,8$) ($p < 0,01$). Повышение соотношения Cho/NAA выше 2,5 по данным МР-спектроскопии показало диагностическую точность 45,7% как прогностический маркер злокачественного прогрессирования.

Заключение: Мультипараметрический подход МРТ обеспечивает воспроизводимую и количественную методологию для дифференциальной диагностики патологических процессов в паренхиме головного мозга. Количественные МР-параметры позволяют устанавливать морфофункциональные корреляции и разрабатывать индивидуальные прогностические модели.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, нейровизуализация, диффузионно-тензорная томография, МР-спектроскопия, перфузионная васкуляризация, количественная нейрореология.

Введение

Патологические процессы в паренхиме головного мозга представляют собой сложную диагностическую задачу из-за высокой изменчивости клинических проявлений и радиологических характеристик [1,3,5]. Ежегодно в мире регистрируется более 300 000 новых случаев опухолей головного мозга, при этом примерно 60% локализируются в самой паренхиме [2,7,9]. Помимо неопластических процессов, воспалительные, дегенеративные и сосудистые патологии имеют аналогичное клиническое значение.

МРТ на протяжении многих лет является основным инструментом нейровизуализации, позволяя не только визуализировать морфологические детали, но и оценивать функциональные и метаболические особенности тканей [3,6]. Современные МР-протоколы включают DWI, DTI, МР-спектроскопию (MRS) и динамическую контрастную перфузию, что обеспечивает более глубокое понимание патофизиологических процессов [4,8].



Цель данного исследования – оценить эффективность мультипараметрического МРТ при дифференциальной диагностике патологических процессов паренхимы головного мозга, а также исследовать прогностическую ценность количественных МР-параметров и их корреляцию с гистопатологическими данными.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе Республиканского специализированного нейрохирургического научно-практического центра в период с января 2021 по март 2025 года. Всего включено 107 пациентов (62 мужчины, 45 женщин; средний возраст $52,6 \pm 15,3$ года).

Критерии включения: наличие клинических подозрений на патологию головного мозга и возраст >18 лет.

Критерии исключения: противопоказания к МРТ, беременность, предшествующая лучевая терапия.

МРТ протоколы

Все исследования выполнены на аппарате 1,5 Тесла (GE Signa Creator) с 16-канальной катушкой. Стандартный протокол включал:

T1-WI: 3D MP-RAGE, TR/TI/TE = 2300/900/2,9 мс, толщина среза 1 мм

T2-WI: 3D SPACE, TR/TE = 3200/408 мс, толщина 1 мм

FLAIR: TR/TI/TE = 9000/2500/125 мс, толщина 3 мм

DWI: $b = 0, 1000, 2000$ с/мм², 64 направления, толщина 2,5 мм

SWI: TR/TE = 27/20 мс, толщина 1,5 мм

Контрастное вещество: Gadopentate Dimeglumine 0,2 ммоль/кг.

Дополнительные методы:

DTI: 128 направлений, $b = 3000$ с/мм², расчет FA и MD

MRS: PRESS, TR/TE = 2000/35 мс, VOI $2 \times 2 \times 2$ см³, измерение NAA, Cho, Cr, Lactate

DSC-перфузия: TR/TE = 1500/30 мс, 60 измерений, расчет rCBV, rCBF, MTT



Статистический анализ: R 4.2.0, ROI-анализ ADC, rCBV и метаболитов, ANOVA, post-hoc тест Тьюки, ROC-анализ и многомерная регрессия. $p < 0,05$ считалось значимым.

Результаты

Демография и клинические данные: средний возраст $52,6 \pm 15,3$ года, мужчины – 57,5%, женщины – 42,5%. Основные клинические проявления: головная боль (67,3%), очаговые неврологические нарушения (42,1%), эпилептические припадки (28,5%).

Классификация патологий и МРТ-характеристики:

| Патология | T1-WI | T2-WI | Контраст | DWI |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| Высокодифференцированная глиома | 19 | Гипоинтенсивно | | |
| Гиперинтенсивно | Гетерогенно, периферическое | Центральное | | |
| ограничение | | | | |
| Низкодифференцированная глиома | 15 | Гипоинтенсивно | | |
| Гиперинтенсивно | Минимальное/отсутствует | Нет | | |
| Менингиома | 20 | Изоинтенсивно | Гиперинтенсивно | Однородное, |
| интенсивное | Редко | | | |
| Метастаз | 17 | Гипоинтенсивно | Гиперинтенсивно | |
| Аннулярно/гомогенно | Ограничено | | | |
| Абсцесс | 9 | Гипоинтенсивно | Гиперинтенсивно | Кольцевое |
| Центральное ограничение | | | | |
| Эпидермоидная киста | 7 | Гипоинтенсивно | Гиперинтенсивно | Нет |
| Ограничено | | | | |

Количественный анализ:

ADC: метастазы $0,72 \pm 0,08 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$, глиобластома $0,83 \pm 0,11 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ ($p < 0,001$), абсцессы $0,61 \pm 0,09 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$

rCBV: менингиомы $8,3 \pm 2,1$, глиомы $5,2 \pm 1,8$ ($p < 0,01$), метастазы $4,1 \pm 1,3$

MRS: Cho/NAA высокие при высокодифференцированных глиомах $4,8 \pm 1,2$ vs $1,9 \pm 0,6$ при низкодифференцированных, лактат-пик у абсцессов 94,1%

DTI: FA низкие в центре опухоли $0,18 \pm 0,05$, средние в перитуморальной зоне $0,35 \pm 0,08$, при глиомах ниже, чем у метастаз ($p < 0,01$)

Обсуждение

Мультипараметрическая МРТ позволяет дифференцировать патологические процессы на основе морфологических, метаболических и перфузионных характеристик. ADC коррелирует с клеточной плотностью, низкие значения при метастазах и абсцессах отражают ограничение диффузии. rCBV оценивает степень ангиогенеза, высокие значения у менингиом связаны с васкуляризацией. MRS позволяет напрямую оценивать метаболизм тканей, Cho/NAA показывает мембранный синтез и гибель нейронов, лактат – анаэробный гликолиз. DTI оценивает инфильтративность опухолей, что важно для дифференциации глиом и метастаз.

Клиническое значение:

Дифференциальная диагностика

Определение зоны для биопсии

Мониторинг терапии

Прогнозирование и разработка индивидуальных моделей

Ограничения: одностороннее исследование, малые группы некоторых патологий, не во всех случаях гистопатология.

Выводы

Мультипараметрическая МРТ предоставляет воспроизводимую и количественную методологию для дифференциальной диагностики патологий паренхимы головного мозга. ADC, rCBV, метаболитные соотношения и FA позволяют создавать морфофункциональные корреляции и индивидуальные прогностические модели. В будущем исследования должны интегрировать радиомику и искусственный интеллект для повышения точности диагностики и персонализированного подхода.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Galijačić N, et al. MR Spectroscopy in the Diagnosis of Brain Tumors: a comprehensive review. Clin Neurol Neurosurg. 2021;207:106769.
2. Kono K, et al. The role of diffusion-weighted imaging in patients with brain tumors. AJNR Am J Neuroradiol. 2021;42(6):1001-1009.
3. Louis DN, et al. The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. Neuro Oncol. 2021;23(8):621-1251.
4. Ostrom QT, et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other CNS Tumors Diagnosed in the US 2014-2018. Neuro Oncol. 2021;23(12 Suppl 2):iii1-iii105.
5. Park JE, et al. Radiomics and radiogenomics in gliomas: a contemporary update. Br J Radiol. 2021;94(1121):20200800.
6. Price SJ, et al. Diffusion tensor imaging for brain tumor characterization. Handb Clin Neurol. 2021;176:62-138.
7. Svolos P, et al. Diffusion kurtosis tensor imaging and tumor cell density in gliomas. J Neurooncol. 2020;147(1):179-189.
8. Villanueva-Meyer JE, et al. Current Clinical Brain Tumor Imaging. Neurosurgery. 2017;81(3):397-415.
9. Zhang J, et al. Perfusion MRI in meningiomas: current status and future directions. J Magn Reson Imaging. 2022;55(1):20-35.