



РОЛЬ ИНТЕГРАТИВНОЙ МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПАРЕНХИМЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

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

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

*E-mail: toirovadilafruz1404@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 ($0,72 \pm 0,08 \times 10^{-3}$ мм²/с) от глиобластомы мультиформной ($0,83 \pm 0,11 \times 10^{-3}$ мм²/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. Количествоные МР-параметры позволяют устанавливать морфофункциональные корреляции и разрабатывать индивидуальные прогностические модели.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, нейровизуализация, диффузионно-тензорная томография, МР-спектроскопия, перфузионная ваккуляризация, 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% локализуются 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/мм 2 , 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/мм 2 , расчет FA и MD

MRS: PRESS, TR/TE = 2000/35 мс, VOI $2 \times 2 \times 2$ см 3 , 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	Гипointенсивно		
---------------------------------	----	----------------	--	--

ГиперинтенсивноГетерогенно, периферическое		Центральное ограничение
--	--	-------------------------

Низкодифференцированная глиома	15	Гипointенсивно
--------------------------------	----	----------------

ГиперинтенсивноМинимальное/отсутствует		Нет
--	--	-----

Менингиома	20	Изоинтенсивно	ГиперинтенсивноОднородное, интенсивное	
------------	----	---------------	--	--

Метастаз	17	Гипointенсивно	Гиперинтенсивно
----------	----	----------------	-----------------

Ангулярно/гомогенно	Ограничено
---------------------	------------

Абсцесс	9	Гипointенсивно	ГиперинтенсивноКольцевое
---------	---	----------------	--------------------------

Центральное ограничение

Эпидермоидная киста	7	Гипointенсивно	ГиперинтенсивноНет
---------------------	---	----------------	--------------------

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

Мультипареметрическая 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

Мультипареметрическая 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.