

# Определение предикторов прогрессирования первичных внеозговых опухолей по данным магнитно-резонансной томографии

Суровцев Е.Н.<sup>1,2</sup>, Капишников А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ, <sup>2</sup>ООО «ЛДЦ МИБС – Тольятти».



## Актуальность

Первичные внеозговые опухоли (ПВО) наиболее распространённая группа первичных внутричерепных образований, представленная как доброкачественными, так и злокачественными опухолями мозговых оболочек и черепных нервов [1]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) с внутривенным контрастированием является методом выбора для диагностики ПВО [2, 3].

Стратегия ведения пациентов с выявленными ПВО зависит не только от типа выявленной опухоли и ее злокачественности, но и от ожидаемой скорости роста [4, 5]. Учитывая, что большинство ПВО имеет медленный линейный рост, наблюдение с периодическим проведением МРТ является разумной стратегией при небольших и бессимптомных ПВО [6]. Однако часть ПВО (в том числе и доброкачественные) демонстрирует экспоненциальный характер роста [7]. Увеличение размеров образования может привести к необходимости хирургического вмешательства, в том числе через длительный промежуток времени, что на фоне старения и декомпенсации пациента делает невозможным проведение менее травматических вмешательств или любых вмешательств вообще [8].

## Цель

Сравнить информативность визуальных и текстурных признаков МРТ изображений в качестве предикторов прогрессирования первичных внеозговых опухолей.

## Материалы и методы исследования

В исследование включен 61 пациент с выявленными первичными внеозговыми опухолями. Всем пациентам в ООО «ЛДЦ МИБС – Тольятти» выполнялась магнитно-резонансная томография на томографах с индукцией магнитного поля 1,5 Т по стандартной методике (T2 ВИ, T1 ВИ, FLAIR, DWI) с применением внутривенного контрастирования. Пациенты были разделены на две группы: обучающую (36 пациентов) и валидационную (25). Характеристика групп пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Клиническая характеристика выделенных групп пациентов

Группы	N	Характер изменения размеров опухоли		Тип опухоли, установленный на основании МРТ		Пол		Возраст min-max (медиана)	Время наблюдения min-max (медиана)
		Признак	N	ПВО	N	муж	жен		
Обучающая	36	Отсутствие роста	7	Доброкачественная менингиома	25	5	31	19 – 69 (56) лет	91 – 1615 (432) дней
				Злокачественная менингиома	2				
				Невринома	6				
Валидационная	25	Отсутствие роста	5	Доброкачественная менингиома	18	4	21	45 – 79 (63,5) лет	149 – 994 (696) дней
				Злокачественная менингиома	2				
				Невринома	4				
Обучающая	36	Стабилизация	18	Солитарная фиброзная опухоль	2	5	31	19 – 69 (56) лет	91 – 1615 (432) дней
				Хордома	1				
				Прогрессирование	11				
Валидационная	25	Стабилизация	12	Солитарная фиброзная опухоль	1	4	21	45 – 79 (63,5) лет	149 – 994 (696) дней
				Хордома	1				
				Прогрессирование	8				

Размеры образований измерялись на постконтрастных T1 ВИ (T1 CE). Согласно критериям RANO для менингиом, увеличение на контрольном исследовании, выполненном через 6 месяцев, произведений взаимно перпендикулярных размеров на 15% и более расценивалось как прогрессирование [9]. Увеличение размеров образования менее этих значений расценивалось как стабилизация. При сохранении размеров (в течении 6 месяцев) образование относили к опухолям с отсутствием роста.

Изучение признаков МР-семиотики и текстурный анализ выполнялись по данным первичных МРТ исследований. Предположение о типе опухоли делалось на основании МРТ, обладающей высокой чувствительностью и специфичностью для определения типа ПВО [10].

Гистограммный и текстурный анализы опухолей выполнялись только для первичных МРТ исследований с использованием программы MaZda ver.4.6 [11]. Анализу подвергались T2 ВИ, T1 ВИ, FLAIR, ADC, T1 CE изображения опухолей с предварительной нормализацией яркости изображений. Перед выполнением текстурного анализа осуществлялась полуавтоматическая сегментация опухолей на рабочей станции AUTOPLAN (рисунок 1). Сегментация выполнялась на T1 CE изображениях для каждого изображения рассчитывалось 9 гистограммных и 270 текстурных признаков.

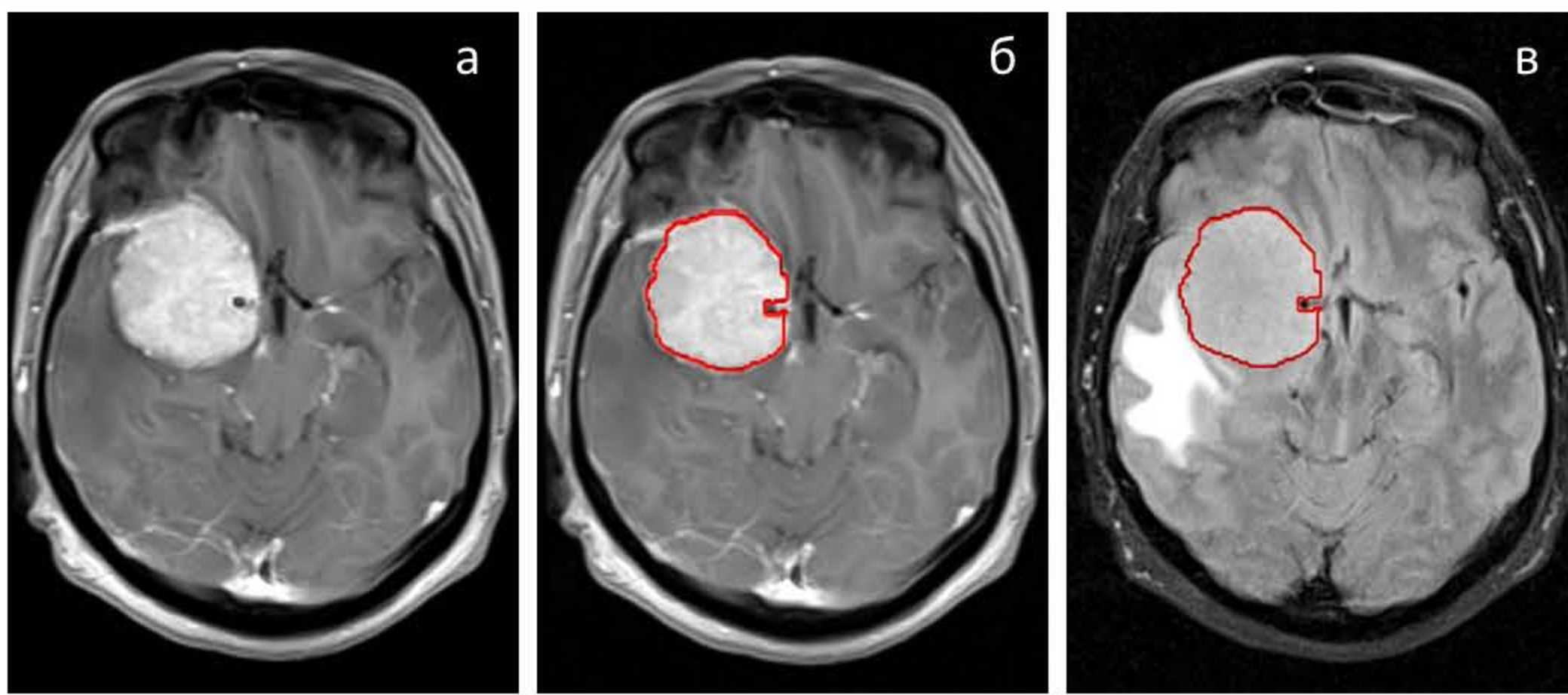


Рис. 1. Этапы сегментации опухоли. а – T1 CE, б – сегментированная опухоль на T1 CE, в – интерполяция маски сегментации на изображения прочих типов взвешенности (в примере FLAIR).

Непараметрические корреляционные тесты и вариационный анализ применялись для определения взаимосвязи признаков с характером изменения размеров опухоли во времени. Статистически значимыми считались результаты при значениях уровня достоверности  $p < 0,05$ . Дискриминантный анализ использовался для оценки совокупности признаков семиотики или текстурных, гистограммных параметров в разделении опухолей по характеру роста. На основе данных обучающих групп осуществлялось построение статистических моделей. Диагностическая эффективность дискриминантных моделей верифицирована на валидационной выборке.

## Список литературы

- Louis DN, Perry A, Wesseling P, et al. The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro Oncol.* 2021;23(8):1231-1251. doi:10.1093/neuonc/noab106
- Goldbrunner R, Stavrinos P, Jenkinson MD, et al. EANO guideline on the diagnosis and management of meningiomas. *Neuro Oncol.* 2021;23(11):1821-1834. doi:10.1093/neuonc/noab150
- Goldbrunner R, Weller M, Regis J, et al. EANO guideline on the diagnosis and treatment of vestibular schwannoma. *Neuro Oncol.* 2020;22(1):31-45. doi:10.1093/neuonc/noz153
- Alruwaili AA, De Jesus O. Meningioma. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; September 15, 2021.
- Bal J, Bruneau M, Berhouma M, et al. Management of non-vestibular schwannomas in adult patients: a systematic review and consensus statement on behalf of the EANS skull base section. Part I: oculomotor and other rare non-vestibular schwannomas (I, II, III, IV, VI). *Acta Neurochir (Wien).* 2022;164(2):285-297. doi:10.1007/s00701-021-05048-y
- Ильялов С.Р., Голанов А.В., Банов С.М. Внутриканальные вестибулярные шванномы. Наблюдение, радиохирургия или микрохирургия – что выбрать? *Нейрохирургия.* 2020;22(3):102-109. doi:https://doi.org/10.17650/1683-3295-2020-22-3-102-109
- Nakasu S, Nakasu Y. Natural History of Meningiomas: Review with Meta-analyses. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2020;60(3):109-120. doi:10.2176/nmc.ra.2019-0213
- Borsoetto D, Gair J, Kenyon O, et al. When Should We Stop Scanning Older Patients with Vestibular Schwannomas?. *J Neurol Surg B Skull Base.* 2019;80(4):333-337. doi:10.1055/s-0038-1676820
- Huang RY, Bi WL, Weller M, et al. Proposed response assessment and endpoints for meningioma clinical trials: report from the Response Assessment in Neuro-Oncology Working Group. *Neuro Oncol.* 2019;21(1):26-36. doi:10.1093/neuonc/noy137
- Yan PF, Yan L, Zhang Z, et al. Accuracy of conventional MRI for preoperative diagnosis of intracranial tumors: a retrospective cohort study of 762 cases. *Int J Surg.* 2016;36(PtA):109-117. doi:10.1016/j.ijsu.2016.10.023
- http://www.eletp.lodz.pl/programy/mazda/index.php?action=mazda\_46

## Результаты

Прогрессирование ПВО отмечалось в 19 (31,15%) случаях, стабилизация в 30 (49,18%), не изменяли свои размеры 12 (19,67%) новообразований.

Среди всех прогрессирующих опухолей наибольшую долю составляли доброкачественные менингиомы (57,89%). Прогрессирование продемонстрировало 40% неврином, 25,58% доброкачественных менингиом, три из четырех злокачественных менингиом и хордома.

Непараметрические тесты выявили ряд качественных признаков связанных с характером роста ПВО, данные признаки не были специфичны, большинство из них примерно с равной частотой встречалось как среди прогрессирующих так и оставшихся стабильными опухолей (таблица 2). Среди количественных признаков только площадь опухоли коррелировала с характером роста ( $p=0,037$ ). Опухоли большими размерами чаще оставались стабильными.

Таблица 2. Распределения качественных МРТ признаков ПВО в зависимости от варианта роста

Признаки	р	Прогрессирование	Стабилизация	Отсутствие роста
Форма	0,025	47,37%	46,67%	100%
Контур	0,017	57,89%	40%	83,33%
Структура	0,000	21,05%	33,33%	100%
Изменения кости	0,045	21,05%	13,33%	-
Визуализация в структуре сосудов	0,002	-	33,33%	-
Контрастирование	0,045	63,15%	60%	33,33%
		31,58%	33,33%	66,67%
		10,53%	6,67%	-
		-	33,33%	-
		31,58%	33,33%	66,67%

В качестве обобщающего метода оценки информативности признаков применялся дискриминантный анализ. Текстурные, гистограммные параметры и признаки МРТ семиотики опухолей из обучающей группы использовались для создания дискриминантных моделей. Модель 1 построена на основе признаков семиотики, модель 2 на основе гистограммных и текстурных параметров. Распределение канонических корней моделями (рисунок 2) наглядно демонстрирует результаты классификации опухолей из обучающей группы.

Чувствительность, специфичность и точность по результатам валидационной проверки представлены на рисунке 3. Клинические примеры (рисунок 4) наглядно демонстрируют преимущество применения текстурных параметров для прогнозирования прогрессирования ПВО. Представлены опухоли валидационной группы верно классифицированные моделью на основе текстурных и гистограммных параметров и неверно моделью на основе признаков семиотики. Опухоли схожи по своим визуальным характеристикам, но характер их роста различен.

## Закключение

Моделирование на основе дискриминантного анализа продемонстрировало, что текстурные признаки могут быть использованы в качестве предикторов прогрессирования ПВО с более высокой чувствительностью и специфичностью по сравнению с признаками МР-семиотики.

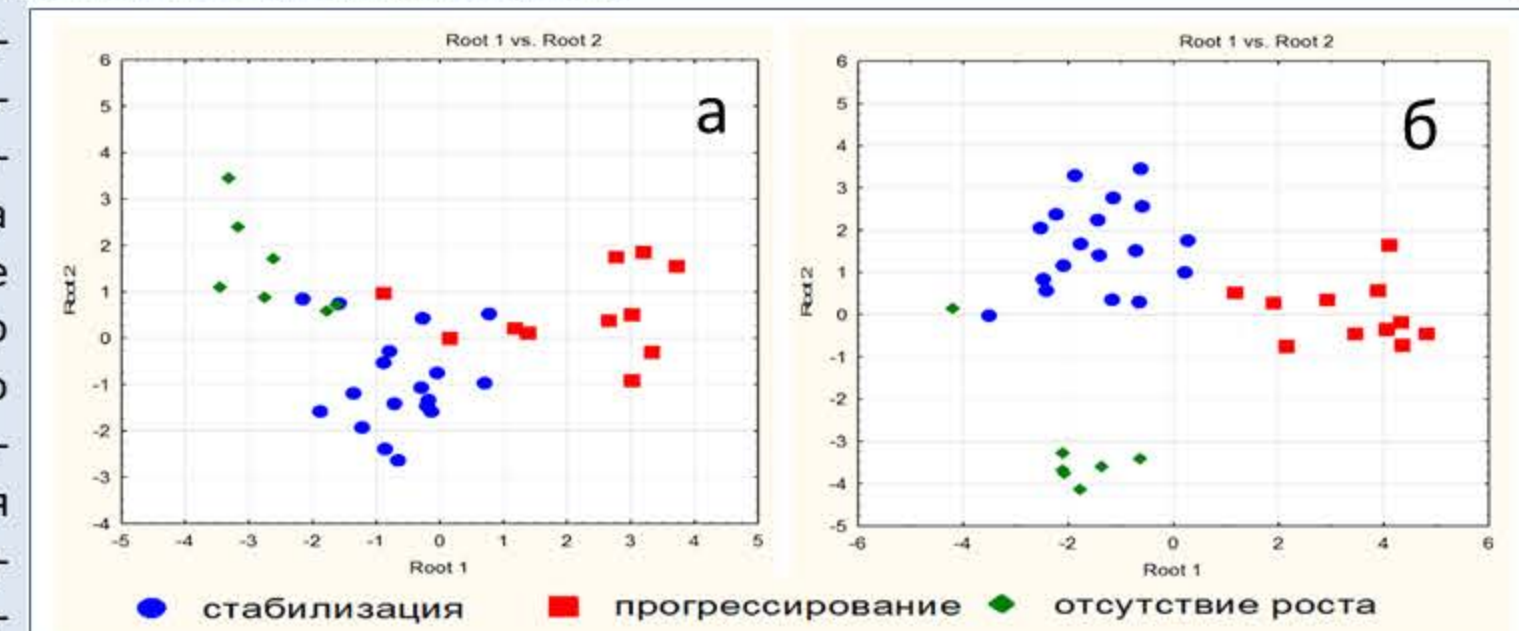


Рис. 2. Диаграммы рассеивания канонических значений дискриминантных моделей: а – модель 1 (признаки МРТ семиотики), б – модель 2 (текстурные параметры). Модель 2 верно классифицировала 100% прогрессирующих опухолей обучающей группы, в то время как для модели 1 этот показатель равен 86,82%.

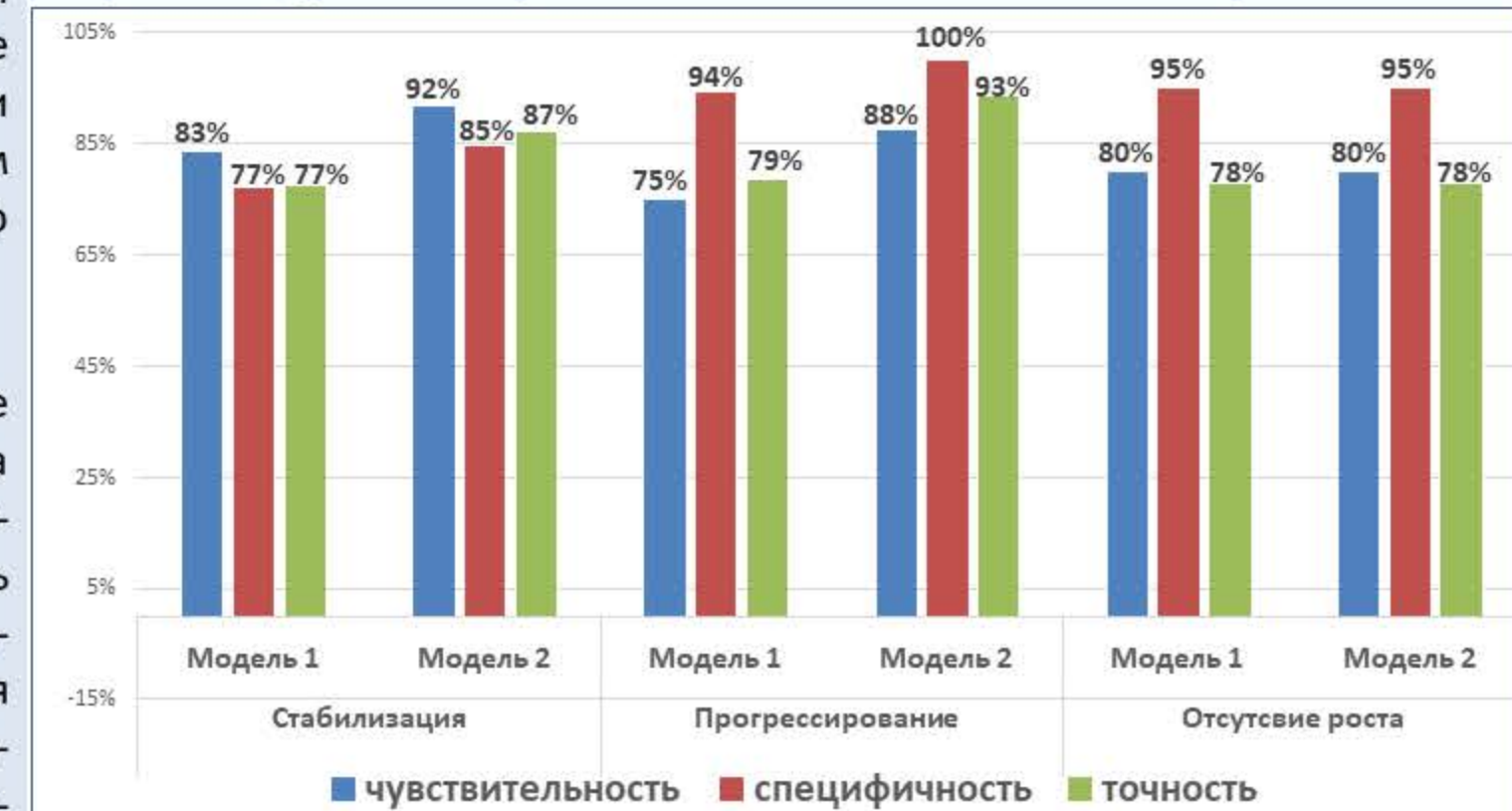


Рис. 3. Столбчатые диаграммы операционных характеристик дискриминантных моделей по результатам валидационной проверки.

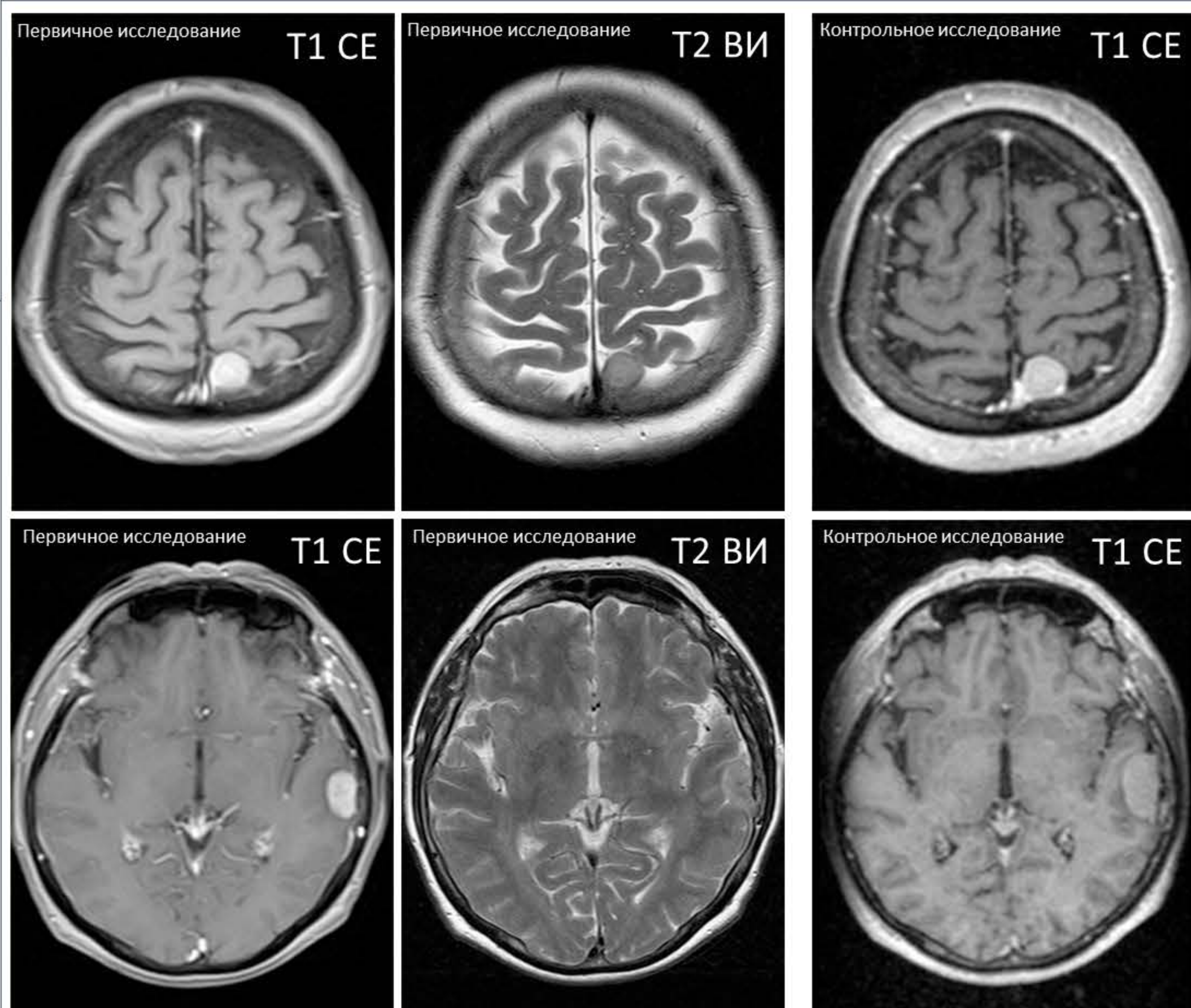


Рис. 4. МРТ изображения двух менингиом пациентов из валидационной группы с различным характером роста. Верхний ряд – стабилизация, нижний – прогрессирование. Первые два изображения ряда - первичные исследования, третье - через год после первичного исследования.

Для корреспонденции: Суровцев Евгений Николаевич (evgeniisurovcev@mail.ru)