

УДК 616-073.756.8-073.8:616.8-009.1:166.831.3-006

Исследование зон активности двигательных функций у больных с глиомой, действующей на сенсомоторные отделы полушарий мозга

Чувашова О.Ю.

Научно-диагностический центр “Здоровье пожилых людей” АМН Украины, Киев

Методами обычной и функциональной магнитно-резонансной томографии (МРТ и фМРТ) исследованы локализация, размеры опухоли и ее влияние на область центральных извилин у 17 больных с глиомой различной степени злокачественности. Установлено влияние размеров глиомы на количество точек двигательной активности в пораженном полушарии. Проанализированы изменения функциональной активности сенсомоторной области коры головного мозга в зависимости от выраженности компрессионно-дислокационного воздействия опухоли на центральные извилины.

Ключевые слова: *глиома, магнитно-резонансная томография, функциональная магнитно-резонансная томография, сенсомоторные отделы большого мозга.*

Появление в 1991–1992 гг. неинвазивного метода исследования функционального состояния участков головного мозга, отвечающих за различные его функции, позволило визуализировать зоны активации двигательных функций в коре мозга [5, 6, 9]. В основе метода фМРТ, как и обычной МРТ, лежит ядерномагнитный резонанс. Оба метода, дополняя друг друга, позволяют визуализировать не только очаговые поражения мозга, но и взаимоотношения новообразования с окружающими зонами коры мозга, ответственными за различные функции мозга, в частности, двигательные, нарушение которых часто выявляют при внутримозговых опухолях полушарий большого мозга.

Глиомы головного мозга, частота которых составляет около 60% всех первичных внутричерепных новообразований, характеризуются многообразием гистологических вариантов [2,3]. Наиболее часто (в 40% наблюдений) обнаруживают глиому астроцитарного генеза, реже олигодендроглиального, еще реже — эпендимарного. Довольно часто наблюдают различные варианты глиомы смешанной гистоструктуры: олигодендроастроцитому, эпендимоастроцитому и др.

Важное клиническое значение имеют гистологические виды глиомы, различающиеся по степени анаплазии элементов опухоли, характеризующей степень ее злокачественности: глиома типичной структуры, анапластическая глиома II–III степени злокачественности, злокачественная глиома-глиобластома.

Для эффективного лечения таких новообразований необходимо иметь наиболее полную информацию о локализации, величине, гисто-

биологических свойствах опухоли, ее васкуляризации, взаимоотношении с окружающими структурами мозга, прежде всего, ответственными за сенсомоторные, речевые, зрительные функции. Особое значение для социальной, трудовой и бытовой реадaptации больных имеет двигательная функция.

ФМРТ как современный неинвазивный метод диагностики позволяет получать важную информацию о состоянии указанных центров, используя ее в комплексе диагностических мероприятий для принятия оптимального решения в выборе лечебной тактики [4, 7, 8, 10–20].

Целью исследования было изучение изменений двигательной активности в зависимости от локализации, размеров, вида глиомы головного мозга, степени ее воздействия на область центральных извилин.

Материалы и методы исследования. Обследованы 17 пациентов с глиомой полушарий большого мозга с использованием МРТ и фМРТ. Астроцитомы I степени злокачественности выявлена у 1 пациента, II степени — у 5, III степени — у 3, олигодендроастроцитомы III степени злокачественности — у 3, глиобластома — у 5. Возраст пациентов от 27 до 65 лет, в среднем 42,3 года. Женщин было 7, мужчин — 10.

С помощью МРТ определяли локализацию, вид и величину опухоли, ее влияние на область центральных извилин. Диагноз верифицировали во время выполнения операции и по данным гистологического исследования.

С использованием фМРТ определяли расположение зон активности двигательных функций в полушариях большого мозга, их расстояние от места расположения опухоли. Перед про-

ведением фМРТ учитывали общее состояние больных и неврологические данные, оценивали способность пациентов выполнять двигательные тест-задания (соединение II–IV пальцев с большим пальцем кисти), что являлось обязательным условием проведения исследования. Предварительно проводили инструктаж пациента и тренировку по выполнению тест-задания. Пациентам предлагали совершать примерно одно сжатие пальцев в секунду. Тест-задание пациент выполнял последовательно правой и левой рукой. Правильность выполнения тест-задания контролировали с помощью видеосистемы.

До фМРТ проводили неврологическое обследование больных по стандартному протоколу, оценивали общее состояние, выраженность общемозговых и очаговых симптомов, уровень сознания, памяти и двигательных нарушений.

Для проведения МРТ и фМРТ использовали магнитнорезонансный томограф “Magnetom Vision Plus” (Siemens, Германия), напряженность магнитного поля 1,5 Тесла.

При проведении фМРТ использовали EPI последовательность (TE 118 или 64 мс, TR 1,68 мс, матрица изображения 68×128 или 128×128, поле обзора 200–230 мм, толщина среза 3 мм, число срезов 12 или 18).

ФМРТ включала соответственно по 6 блоков активной работы пациента и состояния покоя. Общая продолжительность сканирования около 7,5 мин.

Двигательную активность оценивали по количеству точек активности в сенсомоторной области на срезах (от 2 до 7).

Для обработки данных фМРТ использовали функции “Динамическая оценка изображений” и “Измерение параметров изображения”, что позволило получать конечные BOLD-изображения и накладывать отдельные BOLD-изображения на аналогичные томограммы мозга.

При проведении фМРТ локализацию зон активности в сенсомоторной области коры мозга, соответствующей кисти, на томограммах идентифицировали по методу T.Yousgu [21,22]. Структуру в виде “крючка”, напоминавшую форму “омега” и соответствовавшую области центральных извилин в пораженном полушарии, наблюдали в 13 из 17 больных.

Результаты и их обсуждение. Данные МРТ о локализации и размерах глиомы, распространении опухоли и перифокального отека на центральные извилины, неврологическая характеристика двигательных нарушений и резуль-

таты фМРТ 17 больных представлены в табл.1,2. Состояние больных во время исследования было удовлетворительным, сознание ясное.

Очаговые симптомы отсутствовали у 3 больных, были умеренно выражены — у 11, выражены — у 3. Степень нарушения двигательных функций варьировала от легкой слабости в конечностях до выраженного гемипареза.

Значительное сдавление и смещение центральных извилин и борозды в пораженном полушарии наблюдали у 7 больных, изменения отсутствовали — у 5 (астроцитомы I–II, III степени, олигодендроастроцитомы III степени злокачественности), были незначительно или умеренно выражены — у 5.

Выраженный инфильтративный рост и перифокальный отек мозга наблюдали у 14 из 17 больных с глиомой III–IV степени злокачественности.

Признаки прорастания коры большого мозга при локализации глиомы в передних отделах лобной области отсутствовали, при преимущественном расположении опухоли в области центральных извилин (сенсомоторная зона) — отмечены у 5 из 7 больных.

При локализации глиомы в теменной области у 2 из 6 больных отмечено ее прорастание в кору большого мозга. При этом подавление двигательной активности преобладало в зонах прорастания опухолью коры передней центральной извилины. Активность в сенсомоторной области пораженного полушария большого мозга не зарегистрирована (точек активности не было в 7 наблюдениях, в непораженном полушарии — в 2. Это сочеталось с выраженными очаговыми симптомами, расстройствами речи, спутанностью сознания (в одном наблюдении), некачественным выполнением тест-задания противоположной рукой (также в одном).

В полушарии большого мозга на стороне локализации опухоли в большинстве наблюдений (у 14 из 17 больных) отмечали подавление двигательной активности (уменьшение количества точек активности) по сравнению с идентичными участками непораженного полушария.

Уменьшение количества точек двигательной активности на стороне опухоли чаще соответствовало выраженности двигательного неврологического дефицита в контралатеральных конечностях.

Количество точек активности в значительной мере зависело от размеров глиомы и их удаленности от границ опухоли. При наличии опухоли большого объема уменьшение количес-

Таблица 1. Общие и диагностические данные о больных с глиомой полушарий большого мозга

№	Возраст, лет	Пол	Преимущественная локализация опухоли, область	Сторона локализации опухоли		Распространение на центральные извилины				Двигательные нарушения	Локализация зон активности (по данным фМРТ)	
				левая	правая	пре-опухоль	пост-опухоль	пре-отека	пост-отека		в полушарии на стороне опухоли	в здоровом полушарии в проекции
1	44	Ж	Передне-лобная	+	-	-	-	+	+	Легкий гемипарез справа	Не зарегистрировано	Заднего отдела пре- и постцентральных извилин
2	38	М		-	+	-	-	+	-	Отсутствуют	Переднего отдела прецентральной извилины	Заднего отдела прецентральной извилины, центральной борозды
3	37	Ж		+	-	-	-	+	+	Гемипарез справа — больше в нижней конечности	Не зарегистрировано	Заднего отдела и постцентральной извилины
4	49	М	Центральной извилины (сенсомоторная)	+	-	-	-	+	-	Гемипарез средней степени справа	Не зарегистрировано	Левой и правой передних и средних лобных областей
5	43	М		-	+	-	-	+	-	Легкий гемипарез слева — больше в нижней конечности	Заднего отдела прецентральной извилины	Переднего отдела прецентральной извилины
6	18	М		+	-	-	-	+	-	Отсутствуют	Не зарегистрировано	Переднего отдела прецентральной извилины
7	25	М		-	+	-	-	-	-	Слабость левой нижней конечности, парезы левой верхней конечности	Заднего отдела прецентральной извилины (конвексально)	Коры переднего и заднего отделов прецентральной извилины
8	33	Ж		+	-	-	-	-	-	Отсутствуют	Прецентральной борозды	Заднего отдела прецентральной извилины
9	57	М		-	+	-	-	+	-	Легкий гемипарез слева	Пре- и постцентральных извилин, центральной борозды, правой теменной доли	Не зарегистрировано
10	39	М	Теменная область	+	-	-	-	-	-	Легкий гемипарез справа	Заднего отдела прецентральной извилины и центральной борозды	Заднего отдела прецентральной извилины, центральной борозды
11	45	Ж		-	+	-	-	+	+	Слабость левых конечностей — больше верхней	Переднего отдела постцентральной извилины	Переднего отдела постцентральной извилины
12	42	М		+	-	+	+	+	+	Выраженный гемипарез справа, доплегия в стопе	Не зарегистрировано	Конвексального отдела и прецентральной извилины, центральной борозды
13	27	М		-	+	+	+	+	+	Легкий гемипарез слева	Заднего отдела прецентральной извилины и центральной борозды	Заднего отдела прецентральной извилины, центральной борозды
14	45	Ж		+	-	-	-	+	+	Гемипарез справа — больше в верхней конечности	Не зарегистрировано	Не зарегистрировано
15	53	Ж	Теменная область	+	-	-	-	+	+	Выраженный гемипарез справа	Не зарегистрировано	Заднего отдела прецентральной извилины, центральной борозды
16	65	М		-	+	+	+	+	+	Слабость в верхней и нижней конечностях слева	Заднего отдела прецентральной извилины и доплетельные очаги в коре прецентральной извилины левого полушария	Заднего отдела прецентральной извилины
17	59	Ж		+	-	-	-	-	+	Отсутствуют	Пре- и постцентральных извилин теменной доли	Пре- и постцентральных извилин теменной доли

Таблица 2. Данные МРТ и фМРТ о влиянии глиомы на сенсомоторные отделы головного мозга

№	Преимущественная локализация опухоли, область	Прорастание коры большого мозга		Гистологический диагноз	Сдавление и смещение центральной извилины и борозды в большом полушарии	Направление смещения сенсомоторной области пораженного полушария		Размеры опухоли, см	Объем опухоли, см ³	Расстояние зоны активности от границы, см		Количество точек активности в полушарии мозга	
		да	нет			кпереди	кзади			опухоли	оттока	на стороне опухоли	контралатеральной стороне
1	Передне-лобная	-	+	Астроцитостама II	Отсутствуют	-	-	3,5×2,3×3,3	27,3	-	-	0	5
2		-	+	Олигодендроглиострома III	Умеренные	-	+	7,2×6,4×5,0	230,0	1,1	2,1	2	17
3		-	+	Глиобластома IV	Значительные	-	+	2,8×2,3×2,4	16,1	-	-	0	12
4	Центральной извилины (сенсомоторная)	-	+	Глиобластома IV	Значительные	-	+	2,7×3,8×3,4	34,9	-	-	0	8
5		+	-	Астроцитостама II	Не значительные	-	+	3,0×5,2×4,5	70,2	0,4	-	3	2
6		+	-	Астроцитостама II	Умеренные	-	+	3,8×5,7×4,7	101,8	-	-	0	2
7		+	-	Астроцитостама II	Отсутствуют	-	-	2,7×4,8×4,0	51,8	1,9	-	2	6
8		+	-	Астроцитостама II	Не значительные	-	+	3,0×5,3×4,3	68,4	0,8	-	1	25
9		+	-	Олигодендроглиострома III	Значительные	-	-	4,6×6,5×4,5	134,6	0,8	0,4	30	0
10		-	+	Астроцитостама I	Отсутствуют	-	-	2,0×2,3×2,5	11,5	0,8	3,7	2	4
11		-	+	Астроцитостама III	Отсутствуют	-	-	3,8×5,2×4,7	92,9	1,7	1,8	6	2
12		+	-	Астроцитостама III	Значительные	+	-	4,7×8,0×5,1	192,8	-	-	0	7
13	Теменная	+	-	Астроцитостама III	Значительные	+	-	4,2×5,7×5,8	138,9	1,3	0,5	18	4
14		-	+	Олигодендроглиострома III	Отсутствуют	-	-	-	-	-	-	0	0
15		-	+	Астроцитостама IV	Значительные	+	-	2,6×3,2×4,1	34,1	-	-	0	11
16		-	+	Астроцитостама IV	Значительные	+	-	1,9×3,7×2,7	20,0	0,5	-	4	10
17		-	+	Астроцитостама IV	Умеренные	+	-	4,3×4,9×5,1	107,5	0	0	20	10

тва точек активности в пораженном полушарии, вплоть до их отсутствия, наблюдали чаще, чем при опухоли меньших размеров (рис. 1). Однако в 3 наблюдениях на стороне локализации опухоли количество точек активности было больше, чем в контралатеральном полушарии, что очевидно, обусловлено раздражением коры большого мозга в зонах прорастания астроцитомы.

При оценке удаленности зоны активности от границ опухоли установлено, что более выраженной зона активности была по мере удаления ее от опухоли или в области перифокального отека. Однако определенную роль играет и близость опухоли к сенсомоторной зоне мозга.

Значительное (в 5–8 раз и более) уменьшение количества точек двигательной активности в задних отделах лобной области по сравнению с идентичными зонами контралатерального полушария, обусловлено сдавлением и смещением извилин сенсомоторной зоны в дорзальном направлении при локализации глиомы в передней лобной области (рис. 2 цветной вкладки).

Сдавление глиомой, локализовавшейся в белом веществе в области центральных извилин, проявлялось сглаженностью центральной борозды, уплощением извилин сенсомоторной зоны, уменьшением количества точек двигательной активности в пораженном полушарии. Обратное соотношение наблюдали у 2 больных при более глубоком расположении опухоли в полушарии мозга.

При наличии глиомы теменной области наблюдали сдавление и смещение центральных извилин кпереди. При этом точки двигательной активности, либо отсутствовали (у 3 из 6 больных), либо их количество увеличивалось до 18–20 (рис. 3 цветной вкладки). В контралатеральном полушарии отмечены разнонаправленные изменения.

Уменьшение количества или отсутствие точек двигательной активности в пораженном полушарии при злокачественной глиоме (глиобластоме) более выражено, чем при астроцитоме II степени злокачественности.

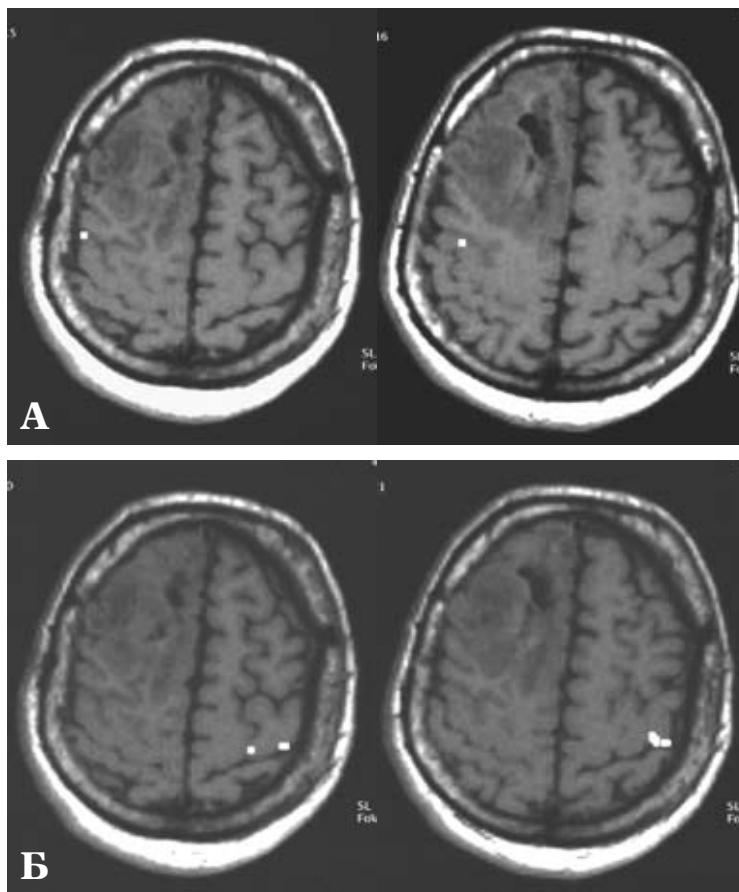


Рис. 1. ФМРТ. Анапластическая олигодендроастроцитома III степени злокачественности больших размеров.
А — зона активности в пораженном полушарии;
Б — зона активности в контралатеральном полушарии

Наши исследования подтверждают данные о том, что фМРТ позволяет получать важную для клинической практики информацию об изменениях функциональной активности сенсомоторной зоны большого мозга при глиоме, оказывающей выраженное в различной степени компрессионно-дислокационное влияние на область центральных извилин. Эти данные могут быть использованы при выборе оптимального плана нейрохирургического вмешательства и прогнозирования динамики двигательного неврологического дефицита.

Выводы. 1. фМРТ позволяет получать информацию о локализации и изменениях функциональной активности сенсомоторной области коры большого мозга при глиоме, оказывающей различное компрессионно-дислокационное влияние на область центральных извилин.

2. Уменьшение количества точек двигательной активности в пораженном полушарии мозга более характерно для злокачественной глиомы — глиобластомы, чем для астроцитомы II степени злокачественности.

3. При увеличении объема опухоли количества точек активности в пораженном полушарии уменьшается более выражено, чем при наличии опухоли меньших размеров.

Список литературы

1. Зозуля Ю.А., Пацко Я.В., Никифорова А.М. Эпидемиологические исследования в нейроонкологии: современное состояние в Украине и зарубежом//Вопр. нейрохирургии. — 1998. — №3. — С.50–54.
2. Ромоданов А.П. Клиническая характеристика степени злокачественности глиальных опухолей мозга// Пробл. нейрохирургии. — 1969. — Вып.2. — С.3–10.
3. Хоминский Б.С. Гистологическая диагностика опухолей центральной нервной системы. — М.: Медицина, 1969. — 240 с.
4. Atlas W.A., Howard R.S. II., Moldjian J. et al. Functional magnetic resonance imaging of regional brain activity in patients with intracerebral gliomas: findings and implications for clinical management// Neurosurgery. — 1996. — V.38. — P.329–337.
5. Bandettini P.A., Wong E.C., Hinks R. et al. Time course EPI of human brain functional during activation//Magn.Reson.Med. — 1992. — V.25. — P.390–397.
6. Belliveau J.W., Kennedy D.N., McKinstry C. et al. Functional mapping of human visual cortex by magnetic resonance imaging//Science. — 1991. — V.254. — P.716–719.
7. Dymarkowski S., Sunaerts S., Van Oostende S. et al. Functional MRI of the brain localization of eloquent cortex in local brain lesion therapy//Europ. Radiol. — 1998. — V.8, N9. — P.1573–1580.
8. Hall W.A., Liu H., Truwit C.L. Functional MRI-guided resection of low grade gliomas// 12th Europ. Congr. of Neurosurgery. — Lisboa, 2003. — P.9.
9. Houghton V.M., Belliveau J.W., Kennedy D.N. et al. Functional mapping of the human visual cortex by magnetic resonance imaging // Science. — 1991. — N1; (5032): 718–719//AJNR. — 2002. — V.23, N4. — P.732–734.
10. Krings T., Reinges M.H.T., Erberich S. et al. Functional MRI for presurgical planning problems, artifact and salution strategic// J.Neurol.Neurosurg. Psychiatry. — 2001. — V.70, N6. — P.749–760.
11. Krings T., Scherkenberger M., Rohde V. et al. Metabolic and electrophysiological validation of functional MRI// J.Neurol. Neurosurg. Psychiatry. — 2001. — V.71, N6. — P.762–771.
12. Lehericy S., Duffan H., Cornu P. et al. Correspondence between functional magnetic resonance imaging somatotopy and individual brain anatomy of the central region: comparsion with intraoperative stimulation in patients with brain tumors// J.Neurosurg. — 2000. — V.92, N4. — P.589–598.
13. Papke K., Hellmann T., Renger B. et al. Clinical applications of functional MRI at 1,0T: motor and language studies in healthy subjects and patients// Europ. Radiol. — 1999. — V.9, N2. — P.211–220.
14. Pencalet P., Gelbert F., Gallard S. et al. Functional MRI in the presurgical planning of brain tumors located in motor and language areas//12th Europ. Congr. of Neurosurgery. — Lisboa, 2003. — P.374.
15. Roux F.E., Boulanouar K., Ibarra D., Berry I. Practical role of functional MRI in neurosurgery// Neurosurgery. — 2000. — V.46, N1. — P.11–22.
16. Roux F.E., Boulanouar K., Ranjeva J.P. et al. Usefulness of motor functional MRI correlated to cortical mapping in Rolandic low-grade astrocytomas//Acta Neurochir. — 1999. — V.141, N1. — P.71–79.
17. Roux F.E., Ranjeva J.P., Boulanouar K. et al. Motor functional MRI for presurgical evaluation of cerebral tumors//Stereotact.Funct.Neurosurg. — 1997. — V.68, N4. — P.106–111.
18. Roux F.E., Ranjeva J.P., Boulanouar K. et al. Presurgical evaluation of cerebral tumors with functional MRI// Neuroradiology. — 1998. — V.44, N2. — P.94–100.
19. Schraeber A., Hubbe U., Ziyeh S., Henning J. The influence of gliomas and nonglial space-occupying lesions on blood-oxygen-level-dependent contrast enhancement// Amer. J. Neuroradiol. — 2000. — V.21, N6. — P.1055–1063.
20. Wilkinson I.D., Romanovski C.A.J., Jellinek D.A. Motor functional MRI for pre-operative and intraoperative guidance// Brit. J. Radiol. — 2003. — V.76, N6. — P.98–103.
21. Yousry T.A., Schmid U.D., Ackadhi H. et al. Localization of the motor hand area to a knob of the precentral gyrus: a new landmark // Brain. — 1997. — V.120. — P.141–157.
22. Yousry T.A., Schmid U.D., Jassoy A.G. et al. Topography of the cortical motor a hand area: prospective study with functional MR imaging and I dired motor mapping at surgery// Radiology. — 1995. — V.195. — P.23–29.

Дослідження зон активності рухових функцій у хворих з гліомою, яка справляє вплив на сенсомоторні відділи півкуль мозку
Чувашова О.Ю.

Методами звичайної і функціональної магнітно-резонансної томографії (МРТ і фМРТ) досліджені локалізація, розміри пухлини та її вплив на область центральної звивини у 17 хворих з гліомою різного ступеня злоякісності. Встановлений вплив злоякісності гліоми і її розмірів на кількість точок рухової активності в ураженій півкулі. Проаналізовані зміни функціональної активності сенсомоторної ділянки кори великого мозку залежно від вираженості компресійно-дислокаційного впливу пухлини на центральні звивини.

Investigation of motor function activity zones in the patients with glioma acting on the sensorimotor area of brain hemispheres
Chuvashova O.Yu.

Lokalization, sizes of the tumors and their action on the regions of central gyruzes in 17 patients which had gliomas different grade of malignancy where studied by MRI and fMRI methods. The conclusion about action of glial grade of malignancy and the sizes on the quantity points motor activity in damaged hemispheres were state. Functional activity changes in cortical sensorimotor regions of the brain on depend from expressed compression-dislocation tumor action on central gyruzes was analysed.

Коментар

до статті Чувашової О. Ю. "Исследование зон активности двигательных функций у больных с глиомой, действующей на сенсомоторную отделы полушарий мозга"

Не зважаючи на досягнення в сучасному лікуванні хворих з гліомою за останнє десятиріччя, хірургія пухлин функціонально важливих ділянок головного мозку не завжди дозволяє уникнути негативних наслідків оперативного втручання.

Об'єктивним показником ефективності хірургічного лікування гліоми є не лише тривалість, а й якість життя пацієнта. Збереження та відновлення під час лікування уражених функцій повинне бути одним з критеріїв результативності лікувальної тактики.

Це зумовлює необхідність пошуку нових методів уточненої діагностики, щодо деталізації як поширення гліоми, так і глибини ураження функціонально-важливих структур мозку.

Функціональна МРТ (фМРТ) — метод, що дає можливість отримати об'єктивну інформацію про стан найважливіших функцій мозку, найбільш причетних до соціально-побутової адаптації та трудової реабілітації хворих (F.E.Roux та співавт., 2000).

Використаний автором метод (фМРТ) виявлення змін в активних зонах рухових функцій мозку при гліомі півкуль великого мозку дозволяє визначити ступінь ураження його сенсомоторної кори, а встановлення ступеня зміщення зон активності, зумовленого об'ємною дією пухлини, сприятиме вибору адекватного хірургічного доступу для збереження центральних звивин мозку.

Автор — одна з перших молодих науковців в Україні, обізнаних з методологією фМРТ, успішно впроваджує метод в клінічну практику, що сприяє розширенню діагностичних можливостей нейрорадіології.

*Робак О.П.
 завідувачий відділенням нейрорентгенології
 Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України*

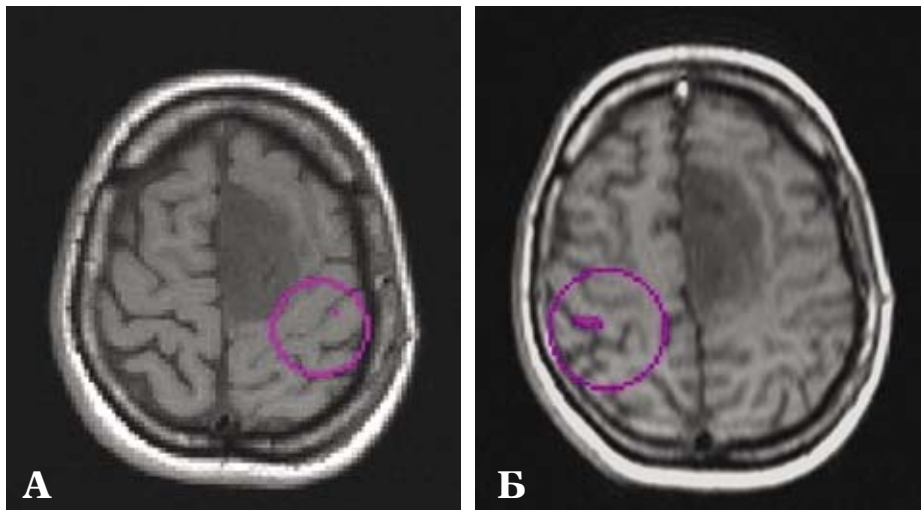


Рис. 2. ФМРТ. Протоплазматическая астроцитома парасагиттального отдела верхней лобной извилины слева, обуславливающая смещение прецентральной извилины и центральной борозды кзади. А — очаги активности в пораженном полушарии; Б — очаги активности в контралатеральном полушарии

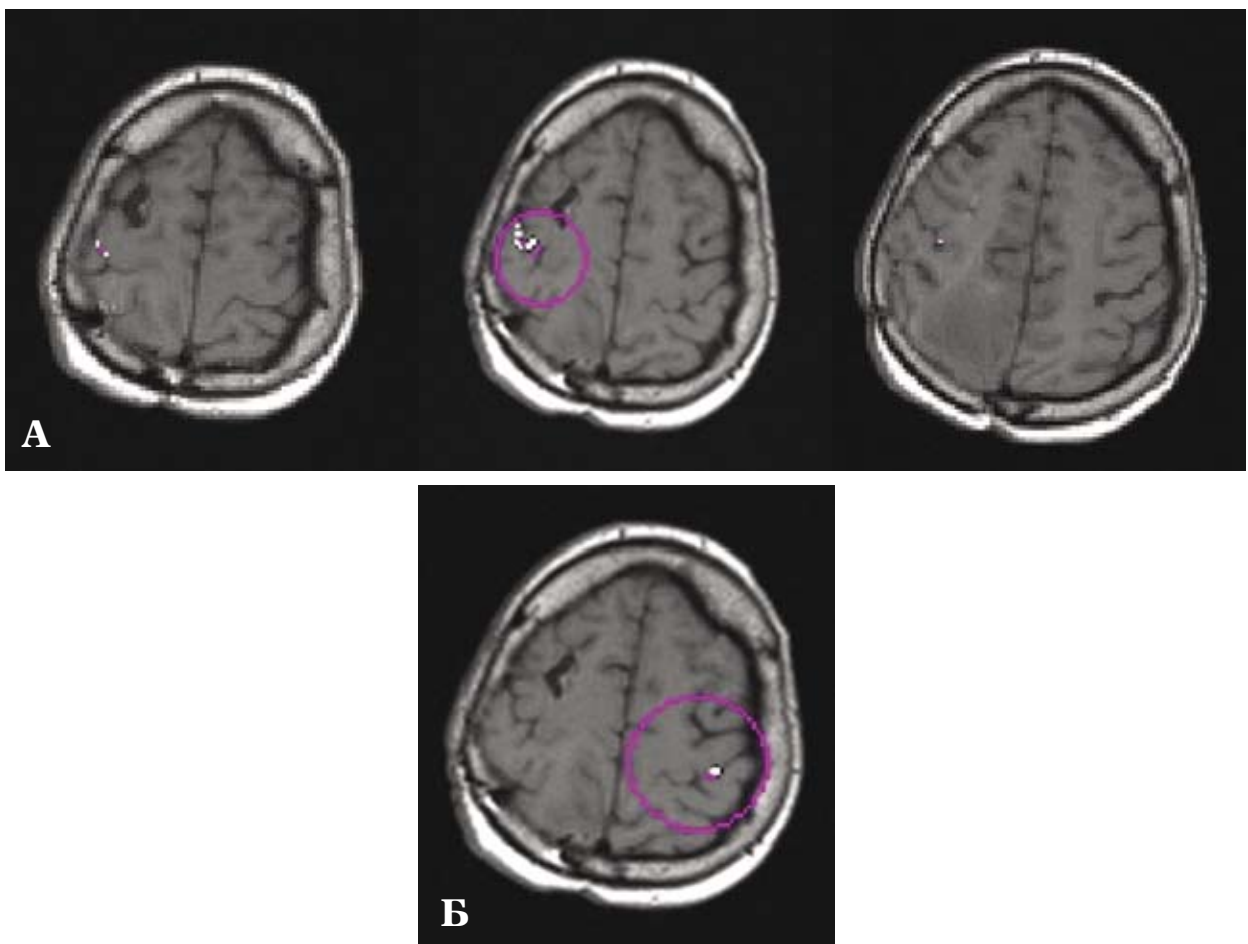


Рис. 3. ФМРТ. Анапластическая астроцитома III степени злокачественности теменно-затылочной области справа. А — зона активности в сенсомоторной области пораженного полушария; Б — зона активности в контралатеральном полушарии