

УДК 616-073.756.8-073.8-089.163-006:616.831.31-009.2

Ефективність передопераційного фМРТ визначення зони рухової активації кори півкуль великого мозку у попередженні рухових порушень при хірургії внутрішньомозкових пухлин

Чувашова О.Ю., Розуменко В.Д.

Науково-практичний центр променевої діагностики АМН України,
Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова АМН України, м. Київ

Нейровізуалізуючі дослідження, і зокрема МРТ із застосуванням контрастного підсилення, забезпечують високий рівень діагностики внутрішньомозкових пухлин півкуль головного мозку [1,2]. При цьому уточнюється не тільки локалізація, топографічні співвідношення з мозковими структурами, та величина пухлинного вогнища, але і уявлення про гістобіологічні особливості пухлини та виразність перифокального набряку мозку. Однак, функціональний стан рухової зони, який звичайно оцінюється на основі клінічних проявів неврологічного дефіциту, є недостатньо визначеним для прийняття рішень при плануванні хірургічних втручань при внутрішньомозкових пухлинах півкуль головного мозку.

Як свідчать результати наших досліджень, а також дані літератури [3,4], врахування змін локалізації та функціонального стану зони рухової активації кори мозку ураженої пухлиною півкулі, можуть сприяти попередженню або зменшенню ступеню виразності післяопераційних рухових порушень.

Одна з перших спроб клінічного застосування передопераційного фМРТ — дослідження наведена в роботі [5], в якій у 2 хворих з пухлинами в сенсомоторній ділянці мозку одержані достовірні докази відповідності зони активації моторної кори ураженої півкулі мозку з результатами прямої електро-стимуляції цієї ділянки. Повідомлення про спробу використання даних фМРТ досліджень при плануванні нейрохірургічних втручань шляхом звичайної візуальної їх оцінки викладено в роботі [6].

Мета дослідження полягає у визначенні ефективності передопераційного фМРТ дослідження щодо локалізації зони рухової активації для попередження рухового неврологічного дефіциту після хірургічних втручань з приводу внутрішньомозкових пухлин півкуль великого мозку.

Матеріали і методи дослідження. фМРТ дослідження проводились на магнітно-резонансному томо-

графі “Magnetom Vision Plus” (Siemens, Німеччина), з напругою магнітного поля 1,5 Тесла. При виконанні фМРТ нами застосовувалась блокова модель дослідження для активації рухової моторно-сенсорної зони півкуль головного мозку. Використовувалась ЕРІ послідовність (TE 64 мс, TR 1,68 мс, матриця зображення 68×128, поле огляду (сканування) 200–230 мм, товщина зрізу 3 мм, число зрізів від 12 до 18).

Аналіз до- та післяопераційних досліджень проводився в 55 спостереженнях, позначених як основна група. Поряд з цим, за такими ж критеріями розглянута група порівняння, 56 спостережень, в яких фМРТ дослідження не проводились. Дані за гістоструктурою і локалізацією пухлин основної групи і групи порівняння наведені в **табл. 1**.

Планування та проведення хірургічних втручань з приводу внутрішньомозкових пухлин, для видалення яких здійснення хірургічного доступу вимагає виконання локального розтину у відповідній ділянці кори півкулі головного мозку, що потребує застосування візуальної інформації про розташування функціонально важливих ділянок. У виборі такої оптимальної та адекватної ділянки, додаткова інформація, яку надає фМРТ дослідження у визначенні локалізації функціонально рухової активації, відіграє важливу роль. Оцінка ефективності врахування цього фактора при проведенні хірургічних втручань, найбільш виразно може бути встановлена при видаленні гліальних пухлин, розташованих поблизу моторно-сенсорної ділянки півкулі головного мозку.

Результати та їх обговорення. Для вирішення поставленої задачі в основну групу спостережень включені хворі з гліомами півкуль головного мозку, яким до операції

проводилось діагностичне МРТ дослідження з контрастним підсиленням, на основі якого, встановлювалась локалізація, розміри та вид пухлини, а також при неврологічному огляді встановлювалась

Таблиця 1. Розподіл хворих за локалізацією пухлин і їх гістологічним діагнозом

Переважаюча локалізація пухлин	Гістологічний діагноз											
	Астроцитома I-II		Астроцитома II-III		Астроцитома III		Гліобластома		Олігодендро-астроцитома II		Олігодендро-астроцитома III	
	основна група	група порівняння	основна група	група порівняння	основна група	група порівняння	основна група	група порівняння	основна група	група порівняння	основна група	група порівняння
задньолобна	6	1	3	2	4	7	3	4	1	1	1	3
задньолобно-тім'яна	1	1	2	1	5	4	7	8	—	1	2	2
передньо і середньолобна	2	1	—	—	1	2	3	3	—	—	2	2
тім'яна	—	—	—	1	2	2	5	4	—	—	1	1
скронева	—	—	—	—	1	1	3	3	—	—	—	—

наявність та виразність рухового дефіциту в кінцівках на стороні, протилежній ураженій півкулі мозку. Поряд з цим, всім хворим цієї групи проводилось фМРТ дослідження з визначенням розташування та виразності зони рухової активації на стороні пухлини в співставленні з аналогічними показниками контралатеральної півкулі мозку (Табл.2). Планування та проведення хірургічних втручань виконувалось із врахуванням даних щодо анатомічних та функціональних змін моторно-сенсорної зони кори мозку, пов'язаних з пухлинним ростом. В групі порівняння перед операцією проводилось тільки діагностична МРТ.

При цьому, в обох групах хворих ми виділили дві локалізаційних підгрупи спостережень в залежності від розташування пухлин по відношенню до зони рухової активації, а саме:

1. Пухлини, які локалізувались в ділянках центральних звивин або в безпосередній близькості до них — 35 хворих в основній групі та 36 хворих в групі порівняння.

2. Пухлини, які знаходились на відстані від центральних звивин — 20 хворих в основній групі та 19 хворих в групі порівняння.

В кожній з цих підгруп враховувалась наявність рухового неврологічного дефіциту до хірургічного втручання та його зміни, що визначались в гострий післяопераційний період (два тижні). Враховувався також об'єм оперативного втручання — тотальне, чи часткове видалення пухлини.

В основній групі спостережень, при локалізації внутришньомозкових пухлин в ділянці центральних звивин, перед операцією виразний руховий неврологічний дефіцит відзначався у 9 хворих, помірний — у 16 хворих, та був відсутній у 10 хворих. Після операції, під час якої пухлина була видалена тотально (17 хворих) або частково (18 хворих) рухові порушення залишилися без помітних змін у 20 хворих (57,1%) або зменшувались — у 11 хворих (31,5%) і тільки у 4 хворих (11,4%) ці порушення поглибились.

Оцінюючи післяопераційну динаміку рухових порушень, можливо відзначити, що хірургічне втручання не викликало їх поглиблення у 31 з 35 хворих (88,6%) (табл.2).

У підгрупі спостережень з пухлинами, що розташовувались на віддаленні від центральних звивин, до операції виразні рухові порушення відзначались лише у 3 із 20 хворих, помірні — у 7 хворих. У решті 10 хворих рухові функції були повністю збережені. Після хірургічного втручання (тотальне або субтотальне видалення пухлин — у 14 хворих, часткове — у 6 хворих) змін у руховій сфері у 13 хворих (65,0%) не виникало, а у 6 хворих (30,0%) рухові розлади в кінцівках дещо зменшувались. Тільки у одного хворого відзначалось поглиблення рухового дефіциту.

Отже, під час хірургічної резекції внутришньомозкових пухлин у цих хворих уникнути поглиблення рухових порушень вдалось у 19 з 20 хворих (95,0%).

Таблиця 2. Ефективність доопераційного фМРТ у визначенні зони рухової активації щодо попередження рухового неврологічного дефіциту після хірургічних втручань з приводу внутришньомозкових пухлин півкуль головного мозку

Локалізація пухлин по відношенню до зони рухової активації переважно	Кількість спостережень								
	кількість оперованих хворих	об'єм хірургічного видалення пухлини		виразність рухового неврологічного дефіциту					
		тотальне або субтотальне	часткове	до операції			після операції		
				відсутній	помірний	виразний	без змін	зменшилась	збільшилась
МРТ+фМРТ дослідження (основна група)									
в ділянці центральних звивин	35	17	18	10	16	9	20	11	4
разом (%)	100	48,6	51,4	28,6	45,7	25,7	88,6		11,4
МРТ дослідження (група порівняння)									
в ділянці центральних звивин	36	16	20	19	12	5	21	5	10
разом (%)	100	44,4	55,6	52,8	33,3	13,9	72,2		27,8
різниця у виразності рухового неврологічного дефіциту в %							16,4		16,4
МРТ+фМРТ дослідження (основна група)									
на віддаленні від центральних звивин	20	14	6	10	7	3	13	6	1
разом (%)	100	70,0	30,0	50,0	35,0	15,0	95,0		5,0
МРТ дослідження (група порівняння)									
на віддаленні від центральних звивин	19	15	4	11	7	1	14	3	2
разом (%)	100	78,9	21,1	57,9	36,8	5,3	89,5		10,5
різниця у виразності рухового неврологічного дефіциту в %							5,5		5,5

З досвіду нейрохірургів відомо, що важливим фактором ризику виникнення інтраопераційного ушкодження моторно-сенсорних відділів кори мозку при видаленні внутрішньомозкової пухлини, є близькість її розташування до зони рухової активації ураженої півкулі мозку. Тому, для визначення можливості використання даних фМРТ досліджень у передопераційному прогнозуванні ризику розвитку чи погіршення рухових порушень після резекції пухлини, ми провели, на підставі білатеральних фМРТ досліджень 55 хворих з внутрішньомозковими пухлинами півкуль мозку, співставлення результатів визначення відстані між зоною рухової активації та межею пухлини, з даними до- та післяопераційної виразності рухових порушень. За нашими дослідженнями у випадках найбільш близького (до 1,0 см) розташування пухлини до зони рухової активації погіршення рухового дефіциту спостерігалось у 76,6% випадків, тоді як при локалізації пухлини на віддаленні (більш ніж 3,0 см) від рухової зони, погіршення локомоторної неврологічної симптоматики було відмічено тільки у 12,5 % спостережень.

Для висновку щодо ефективності доопераційного фМРТ дослідження у визначенні зони рухової активації кори ураженої пухлиною півкулі мозку з метою попередження рухових розладів в кінцівках після хірургічного втручання (основна група спостережень), ми провели порівняльний аналіз за аналогічними критеріями з групою співставлення, в якій дані фМРТ не використовувались.

Формування цієї групи здійснювалось за принципом максимально можливої відповідності спостережень по локалізації, розмірам, видам внутрішньомозкових пухлин півкуль головного мозку та об'єму діагностичної інформації і видам хірургічних втручань в порівнянні із спостереженнями основної групи хворих. Єдина відмінність групи порівняння полягала в тому, що у цих хворих до операції не проводилось фМРТ визначення розташування зони рухової активації кори моторно-сенсорної ділянки півкуль головного мозку.

За аналогією з основною групою спостережень група співставлення була також розділена на дві локалізаційних підгрупи пухлин, що розташовувались поблизу центральних звивин півкуль головного мозку (36 хворих), та пухлин, які знаходились на віддаленні від моторно-сенсорної ділянки кори півкуль мозку (19 хворих).

Як видно з **табл.2**, в першій підгрупі спостережень до операції виразний руховий дефіцит в контралатеральних кінцівках відзначався у 5 хворих, помірний — у 12 хворих, у решти 19 хворих рухові порушення були відсутні.

Після операції, при яких повне видалення внутрішньомозкових пухлин було проведено у 16 хворих і часткове — у 20 хворих, поглиблення рухового неврологічного дефіциту розвинулось у 10 хворих. В решті спостережень змін в гострий післяопераційний період не виникало у 21 хворого (50,8%), або відзначалось незначне зниження виразності парезів кінцівок у 5 хворих (21,4%), що свідчить про відсутність негативного впливу хірургічного втручання на рухові функції у 26 хворих (72,2%).

В другій підгрупі спостережень (19 хворих) з пухлинами локалізованими на відстані від цент-

ральних звивин, до операції у більшості хворих (у 11 з 19) рухові порушення в кінцівках були відсутні або були помірними (у 7 хворих) і тільки у одного хворого мав місце виразний геміпарез.

В ранній післяопераційний період поглиблення рухових розладів не виникало у 14 з 19 хворих (73,7%), а у 3 (15,8%) хворих відзначалось їх зменшення. Поглиблення рухової симптоматики спостерігалось у 2 хворих (10,5%).

Отже, співставлення даних основної групи спостережень та групи порівняння дозволяє констатувати наступні розбіжності.

При хірургічних втручаннях з приводу внутрішньомозкових пухлин, розташованих поблизу моторно-сенсорної ділянки півкулі мозку, з урахуванням даних рухової активації, встановлених при фМРТ дослідженні, післяопераційного поглиблення рухових порушень вдалось уникнути в 88,6% спостережень, тоді як в групі співставлення цей показник дорівнював 72,2%, тобто різниця складала 16,4% (Рис.1).

Такі ж відмінності відзначені при порівнянні випадків післяопераційного поглиблення рухової симптоматики; в групі порівняння вони зареєстровані в 27,8% спостережень, тоді як в основній групі в 11,4%. Відмінність також складає 16,4%.

Післяопераційне співставлення в підгрупах спостережень з пухлинами, розташованими на віддаленні від центральних звивин мозку ми виявили менш виразні розбіжності. Операції виконані з урахуванням корективів за даними фМРТ щодо локалізації зони рухової активації, в гострий післяопераційний період не супроводжувались поглибленням рухової симптоматики в кінцівках у 95% спостережень. В групі порівняння така картина відзначена в 89,5% спостережень, тобто розбіжність складає 5,5%. Післяопераційна відмінність в поглибленні рухових розладів виявилась наступною: в контрольній групі спостережень — 10,5%; в основній групі 5,0%, тобто розбіжність також складає 5,5%.

Обговорюючи одержані результати, слід зазначити, що достовірний ризик післяопераційного порушення рухових функцій, виникав коли відстань між периферією пухлини та зоною активації складала 10 мм та більше [7]. При аналізі результатів фМРТ активації у 54 пацієнтів, автори відзначають[8], що відстань між зоною ураження і активації менш ніж 5 мм, при частковій резекції пухлини є “провісником” післяопераційного поглиблення рухових порушень, у зв'язку з чим рекомендувалось проводити інтраопераційну кортикальну електростимуляцію у межах 10 мм зони ризику. Встановлено, що результати передопераційної фМРТ впливали на тактику лікування у 69% пацієнтів з пухлинами головного мозку [9]. У роботі [7] автори, при дослідженні 25 пацієнтів з первинними пухлинами мозку розташованими біля моторно-сенсорної ділянки, вдало провели фМРТ –виміри у 80% випадків, з яких у 75% результати були використані в передопераційному плануванні. В іншому дослідженні [10] автори використовували фМРТ активацію у 16 пацієнтів з медіальними лобними злоякісними гліомами для визначення зони ризику при резекції окремих ділянок допоміжної рухової кори, що асоціюються з транзіторними післяопераційними руховими порушеннями. При візуалізації злоякісних гліом без внутрішньовенного

введення контрастної речовини їх межі важко визначити тільки по морфологічним МРТ зображенням [11]. Поряд з цим відзначається, що критерії, які необхідні для кількісного визначення безпечної відстані між зоною функціональної активації і межами резекції, для попередження виникнення при хірургічному втручанні рухових порушень, поки що не можна вважати достатніми для загальних висновків або рекомендацій [12]. Безумовно, фактор величини відстані між зоною рухової активації і межею пухлини далеко не завжди свідчить про можливе погіршення моторної неврологічної симптоматики. Однак, за нашими даними ризик післяопераційної втрати рухової функції з великою вірогідністю можливо прогнозувати у випадках, коли відстань між межею внутрішньомозкової пухлини і зоною рухової активації не перевищує 1,0 см. Цей критерій повинен враховуватись при плануванні хірургічного втручання у визначенні місця розтину кори мозку та об'єму резекції пухлини. Слід відзначити, що при ураженні первинних моторно-сенсорних зон кори головного мозку, які супроводжуються руховими порушеннями, важливо проведення передопераційного фМРТ дослідження стану і вторинних рухових зон, оскільки неврологічні розлади в наслідок ушкодження цих зон носять тимчасовий характер і вони можуть повністю компенсуватись [13].

В останні роки передопераційна фМРТ стала застосовуватись в поєднанні з дифузійно-тензорною томографією, яка може сприяти більш точній оцінці розташування меж пухлини по відношенню до функціонально важливих ділянок кори мозку [14]. При глибоких ураженнях півкуль головного мозку така методика дозволила проводити візуалізацію напрямків проходження і функціональну значимість провідних шляхів у білій речовині мозку, що дає можливість враховувати ці деталі при плануванні мікрохірургічних доступів і напрямків радіохірургічних втручань.

Таким чином, проведений нами аналіз дозволяє зробити висновок щодо позитивного значення доопераційного фМРТ дослідження зони рухової активації кори враженої пухлиною півкулі мозку та врахування одержаної інформації при плануванні і проведенні хірургічних втручань з приводу внутрішньомозкових пухлин. Ефективність такого функціонального діагностичного заходу для попередження післяопераційного рухового неврологічного дефіциту досягає 16,4% у випадках локалізації пухлини поблизу моторно-сенсорної ділянки півкулі мозку. Істотно менш значимий вказаний захід виявився у випадках локалізації пухлин, що розташовувались на значній відстані від центральних звивин півкуль мозку (5,5%), оскільки хірургічне втручання в таких випадках не створює ризику пошкодження структури кори рухового аналізатора півкулі мозку.

Висновок. При одержанні передопераційних нейровізуалізуючих даних щодо локалізації пухлини поблизу моторно-сенсорної ділянки півкуль мозку доцільно використовувати результати фМРТ у визначенні зони рухової активації кори мозку та її співвідношенням з межами пухлинного вогнища, що може істотно зменшити ризик виникнення або поглиблення рухових розладів після хірургічного втручання.

Список літератури.

1. Коновалов А.В., Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Магнитно-резонансная томография в нейрохирургии. — М: Видар. — 1997. — 492 с.
2. Чувашова О.Ю., Макеев С.С. Нейровизуализующие методы в диагностике глиом головного мозга // В монографии "Глиомы головного мозга" под редакцией Зозули Ю.А. — Киев. — 2007. — С.253-288.
3. Belliveau J.W., Kennedy J.D.N. et al. Functional mapping of the human visual cortex by magnetic resonance imaging // Science. — 1991. — V.254, N5032. — P. 716-719.
4. Bandetti P.A., Wong E.C. et al. Time cours EPI of human brain function during task activation // Magn. Reson. Med. — 1992. — V.25, N2. — P. 390-397.
5. Jeck Jr., Thompson P. Muet et al. Sensory motor cortex, correlation of presurgical mapping with functional MR imaging and invasive cortical mapping // Radiology. — 1994. — V.190, N1. — P. 83-92.
6. Lee C.C., Ward H.A. et al. Assessment of functional MR imaging neurosurgical planning // AJNR Am. J. Neuro-radiol. — 1999. — V.20, N8. — P. 1511-1519.
7. Haberg A., Kvistad K.A. et al. Preoperative blood oxygen level-dependent functional magnetic resonance imaging in patients with primary brain tumors clinical application and outcome // Neurosurgery. — 2004. — V.54, N4. — P. 902-914.
8. Krishnan R., Roabe A. et al. Functional magnetic resonance imaging-integrated neuronavigation: correlation between lesion-to-motor cortex distance and outcome // Neurosurgery. — 2004. — V.55, N4. — P. 904-914.
9. Ternovoi S.K., Sinitsyn V.E. et al. Localization of the motor and speech zones of the cerebral cortex by fMRI // Neurosci. Behav. Physiol. — 2004. — V.34, N5. — P. 431-437.
10. Krainik A., Duffau H. et al. Role of the healthy hemisphere in recovery after resection of the supplementary motor area // Neurology. — 2004. — V.62, N8. — P. 1323-1332.
11. Hall W.A., Liu H., Truwit C.L. Functional magnetic imaging-guided resection of low-grade gliomas // Surg. Neurol. — 2005. — V.64, N1. — P. 20-27.
12. Stippich C., Romanovski A. et al. Time-efficient localization of the human secondary somatosensory cortex by functional magnetic resonance imaging // Neurosci. Lett. — 2005. — V.381, N3. — P. 264-268.
13. Zentner Y., Hufnagel A. et al. Functional results after resective procedures involving the supplementary motor area // J. Neurosurg. — 1996. — V.85, N4. — P. 542-549.
14. Shinoura N., Yamada R. et al. Preoperative fMRI, tractography and continius task during awake surgery for maintenance of motor function following surgical resection of metastatic tumor spread to the primary motor area // Minim. Invasiv. Neurosurg. — 2005. — V.48, N2. — P. 85-90.

**Ефективність передопераційного фМРТ визначення зони рухової активації
кори півкуль великого мозку у попередженні рухових порушень
при хірургії внутрішньомозкових пухлин**

Чувашова О.Ю., Розуменко В.Д.

Науково-практичний центр променевої діагностики АМН України, м. Київ,
Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова АМН України, м. Київ

З використанням функціональної магнітно-резонансної томографії визначена ефективність передопераційного фМРТ дослідження щодо локалізації зони рухової активації для попередження рухового неврологічного дефіциту при хірургічних втручаннях з приводу внутрішньомозкових пухлин півкуль великого мозку.

Ключеві слова: *функціональна магнітно-резонансна томографія, гліоми.*

**Эффективность доперационного фМРТ определения зоны двигательной
активации коры полушарий большого мозга в предупреждении двигательных
нарушений при хирургии внутримозговых опухолей**

Чувашова О.Ю., Розуменко В.Д.

Научно-практический центр лучевой диагностики АМН Украины, г. Киев,
Институт нейрохирургии им. акад. А. П. Ромоданова АМН Украины, г. Киев

С применением функциональной магнитно-резонансной томографии определена эффективность доперационного фМРТ исследования в отношении локализации зоны двигательной активации для предупреждения двигательного неврологического дефицита при хирургических вмешательствах по поводу внутримозговых опухолей полушарий большого мозга.

Ключевые слова: *функциональная магнитно-резонансная томография, глиомы.*

**Efficiency presurgical fMRI definitions of zone of impellent activation of cortecs
of hemispheres of the big brain in the prevention of motor infringements
at surgery of intrabrain tumours**

Chuvashova O.J., Rozumenko V.D.

Research and Practical Center of Radiodiagnosics
under of Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev
Institute of neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov
of Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev

With applied a functional magnetic resonanance tomography efficiency presurgica fMRI researches on localization of a zone of impellent activation for the prevention of impellent neurologic deficiency is certain at surgical interventions in occasion of intrabrain tumours of hemispheres of the big brain.

Keywords: *functional magnetic resonanance tomography, gliomas.*