

Оригінальні статті

УДК 616-089.161-073.756.8-073.8:616.831-006.484:616.24-008.4

Доопераційна функціональна магнітно-резонансна томографія як неінвазивний метод картування кори головного мозку при гліальних пухлинах функціонально важливих зон

Чувашова О.Ю., Розуменко В.Д., Главацький О.Я., Хмельницький Г.В.

Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України, м. Київ

Проаналізовані результати інструментального обстеження 36 хворих з гліальними пухлинами різного ступеня анаплазії, що локалізувались біля або безпосередньо в сенсомоторній зоні кори головного мозку, за допомогою методик МРТ, МР-венографії та функціональної МРТ. Застосування даних методик дозволило проводити картування кори півкуль головного мозку з візуалізацією локальних ділянок активації та екстраполяцією їх на відповідні анатомічні структури мозку, дало можливість визначити ступінь ризику виникнення неврологічного дефіциту вже на доопераційному етапі, сприяло оптимізації лікувальної тактики та мінімізації несприятливих наслідків хірургічного втручання, підвищенню його безпечності.

Ключові слова: *гліома, функціональна магнітно-резонансна томографія, МР-венографія, сенсомоторна зона кори головного мозку, картування кори мозку.*

За даними Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова АМНУ, гліальні пухлини, що локалізуються в функціонально важливих зонах кори головного мозку, становлять близько 5% усіх гліом супратенторіальної локалізації [1-3]. Їх топографо-анатомічні особливості необхідно враховувати при хірургічному лікуванні, оскільки є високий післяопераційний ризик виникнення або поглиблення рухового неврологічного дефіциту. При локалізації гліом цієї групи в домінантній півкулі головного мозку (2,6%), порушення рухової функції часто супроводжуються мовними розладами, погіршуючи якість життя пацієнтів. Підвищення радикальності видалення пухлин з одночасним збереженням якості життя хворих з гліомою, розташованою в функціонально важливих зонах головного мозку є нагальною проблемою нейроонкології.

Нові інтраскопічні методи діагностики, що дозволяють проводити картування кори з візуалізацією локальних ділянок порушеної активності та екстраполяцією їх на відповідні анатомічні структури мозку, дають можливість визначити ступінь ризику виникнення неврологічного дефіциту вже на доопераційному етапі, сприяють оптимізації лікувальної тактики та мінімізують несприятливі наслідки хірургічного втручання.

Останнім часом функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ) стає важливою частиною МРТ-протоколу обстеження пацієнтів з внутрішньомозковими пухлинами, що локалізуються в функціонально важливих зонах кори мозку, в першу чергу у сенсомоторній його ділянці, оскільки дозволяє підвищити безпечність хірургічних втручань [7-10,17].

При внутрішньочерепних пухлинах різної їх локалізації, гістобіологічної природи, ступеня злоякісності, виразності перифокального набряку та зміщення серединних структур визначають різноманітність порушень функціонального стану відповідних ділянок кори головного мозку, які відповідають за сенсомоторні, мовні та зорові функції.

Вплив наведених факторів на рухову активність ще не достатньо досліджений.

За даними літератури, у пацієнтів з гліальними пухлинами різного ступеня анаплазії при проведенні сенсомоторних тест-завдань ділянки активації виявлялися в первинній руховій та сенсорній корі, а також в латеральній, премоторній, додатковій рухових ділянках 41, 42 та 22 полів Бродмана. При локалізації пухлини навколо центральної закрутки спостерігалось зміщення ділянок активації в порівнянні з неуразженою гемісферою. Така ж ситуація спостерігалася у всіх хворих з виразним мас-ефектом, притаманним цим пухлинам [13]. Ділянки активації в ряді випадків спостерігалися не тільки в сенсомоторній корі та мовних центрах, але й навколо пухлини [4]. Помилка у визначенні ділянок сенсомоторної кори шляхом прямої електростимуляції і фМРТ становила, в середньому, 2,2 мм [15]. Встановлено, що при відстані понад 15 мм між новоутворенням та місцем активації, тотальна резекція пухлини припустима. Якщо ця відстань становить менше 15 мм, тотальна резекція може викликати порушення рухових функцій [5]. Руховий дефіцит після видалення пухлини не виникає, якщо зона активації знаходиться на відстані понад 20 мм від новоутворення [11].

Таким чином, найбільш суттєва роль фМРТ в діагностичному плані полягає в її здатності неінвазивно визначати нормальні та патологічні зони функціональної організації сенсомоторної кори головного мозку у хворих з внутрішньочерепними пухлинами, проводити картування локальних ділянок кори з накладенням їх на відповідні анатомічні структури та введенням отриманих даних до навігаційних операційних комп'ютерів. На доопераційному етапі вона дозволяє визначити ступінь ризику виникнення неврологічного дефіциту при нейрохірургічних втручаннях, мінімізувати наслідки оперативних втручань та обрати раціональні методи медикаментозного лікування [6,12,14,16]. Слід також відзначити, що фМРТ дозволяє спостерігати за динамікою патологічних

змін в головному мозку під час лікувальних заходів та прогнозувати відновлення порушених функцій.

Мета дослідження полягає у визначенні можливостей поєднаних методів МРТ, фМРТ та МР-веннографії в доопераційній характеристиці функціонального стану сенсомоторної зони кори головного мозку та її дислокації при гліомах, розташованих в суміжних ділянках ураженої півкулі мозку.

Матеріали та методи. Для проведення МРТ та фМРТ використовували магнітнорезонансний томограф «Magnetom Vision Plus» (Siemens, Німеччина), напругою магнітного поля 1,5 Тл.

Методом МРТ визначалась локалізація новоутворень, їх розмір та компресійно-дислокаційний вплив пухлин на центральні закрутки. При відборі, інструктажі та тренінгу враховувався загальний стан та неврологічний статус хворих. Головною умовою проведення фМРТ була здатність пацієнтів виконувати ритмічні співставлення II–IV пальців з великим пальцем руки з частотою 1 рух за секунду. Дослідженню передували інструктаж та тренування з виконання парадигми.

При проведенні фМРТ використовували ЕРІ послідовність (TE 64 мс, TR 1,68 мс, матриця зображення 684128, поле огляду 200–230 мм, товщина зрізу 3 мм, кількість зрізів 12). ФМРТ дослідження складалися з 6 блоків активної роботи та покою. Тест-завдання при дослідженні моторної зони руки виконувалися хворими послідовно, спочатку правою, а потім лівою рукою. Загальний термін сканування становив близько 7,5 хв. Вказівки початку та закінчення тест-завдання здійснювалися за допомогою аудіосистеми. Правильність виконання тест-завдання контролювали за допомогою відео системи.

Для дослідження моторної зони стопи здійснювали її згинання та розгинання в над'яtkово-гомільковому суглобі. Всім хворим послідовно проводили білатеральне проведення парадигми кінцівками.

Активність оцінювали за кількістю крапок активності у відповідних ділянках на МРТ зрізах (від 2 до 7).

Для обробки даних фМРТ було використано декілька програм. При першій використовувалась програма з функцією «Динамічна оцінка зображень» та «Вимір параметрів зображення», що дозволило отримати кінцеві BOLD-зображення та накладати окремі BOLD-зображення на аналогічні томограми мозку (*рис. 1 кольорової вкладки*).

Для візуального контролю зображень, при оцінці дій пацієнта проводилося статистичне порівняння сигналів в окремих досліджуваних ділянках мозку та будували гістограму (*рис. 2 кольорової вкладки*).

Крім того, використовували програму mgrid, за якою проводили обробку серій BOLD-зображень. Обрання цієї програми викликане необхідністю зменшення впливу динамічних похибок на результат післяобробки даних фМРТ та прискоренням післяобробки серій BOLD-зображень. Для реалізації цього створена нова програма, яка передбачає реалізацію:

1) динамічної корекції серій BOLD-зображень з наступними параметрами: k-Space-інтерполяція в просторі Фур'є; Sine kernel Size=5, кількість зростає суміжних точок, які включаються в розрахунок нового пікселу в усіх 6 просторових

напрямах (вперед, назад, догори, донизу, ліворуч, праворуч); Min Space Filling Slices=10 — мінімальна кількість додаткових зрізів для попередження ефектів недостатньої дискретизації; Min Slices for 3D correction=10 — мінімальна кількість зрізів; Motion Correction Global Detrending — глобальний детрендинг або опція, яка дозволяє уникати глобальних коливань сигналу між окремими об'єктами. В нашій програмі False-детрендинг вимкнений.

2) Detrending — глобальний детрендинг або опція, яка дозволяє уникати глобальні коливання сигналу між окремими об'єктами. В нашій програмі від False-детрендинг вимкнений.

3) фільтрація зображень з наступними параметрами: тип фільтру Gauss, ширина=1,0.

4) визначення парадигми для BOLD-вимірів (загальна кількість серій в блоку 16, кількість ігноруючих серій 2, кількість активних — 6, кількість періодів відпочинку — 6).

5) визначення парадигми для BOLD-вимірів (загальна кількість серій в блоку 16, кількість серій, що ігноруються — 2, кількість активних — 6, кількість періодів відпочинку — 6).

6) параметри для розрахунків — визначення значення Z-Score (Students t-test) — 6,0.

7) параметри для збереження результатів постобробки: збереження усереднених зображень; збереження накладених усереднених та Z-Score зображень; збереження Z-Score зображень.

Послідовність дій при даному підході побудови фМРТ складалася з:

- 1) виконання вимірів за парадигмою;
- 2) запуску програми FFf.pdg для вимірних серій;
- 3) отримання результуючого зображення при відніманні із збережених накладених усереднених та Z-Score зображень усереднених зображень;
- 4) накладення результуючого зображення на анатомічні T1 томограми.

З використанням методів фМРТ та МРТ обстежені 36 хворих, з них чоловіків — 17, жінок — 19. Вік пацієнтів від 16 до 70 років, у середньому 41,2 року. МРТ без застосування контрастної речовини проведено 25 пацієнтам. МРТ головного мозку з внутрішньовенним введенням парамагнітних контрастних препаратів («Магневіст», «Омніскан») проведено у 11 хворих. У 27 хворих діагноз верифікували під час виконання оперативного втручання та за даними гістологічного дослідження.

З 36 хворих, яким проводили фМРТ, не оперовані 9 через проростання гліальними пухлинами рухових центрів та неможливість покращання якості їх життя після хірургічного лікування.

При проведенні фМРТ локалізація зон активності в ділянках сенсомоторної кори, які відповідали кисті, на томограмах ідентифікувалася за методом Youstry. Ділянка первинної моторної кори, яка приймала участь в рухах кисті, формує структуру у вигляді «гачка» по задньому краю прецентральної звивини та огинає в цьому місці центральну закрутку позаду. Структура у вигляді «гачка», зазвичай, нагадує грецьку літеру «омега». Іноді вона може мати форму подвійного гачка і при цьому нагадує літеру «епілон». З метою аналізу та виявлення даної ознаки використано T2 ВИ в аксіальній площині, рідше T1

ВИ, виконані з товщиною зрізу 2 мм та відстанню між зрізами 1,5 мм.

В 33 спостереженнях проведено МР-венографічне дослідження з метою візуалізації поверхневих висхідних вен, що розташовуються на конвексимальній поверхні мозку, і отже, над об'ємними внутрішньомозковими утвореннями.

Результати та їх обговорення. При МРТ-дослідженні поширення астроцитом II ступеня анаплазії на прецентральною звивину спостерігалось в 3 випадках з 5. У розглянутих нами випадках анапластичних астроцитом поширення пухлинного процесу на прецентральною звивину виявлено в 5 спостереженнях, постцентральною — в 3. У випадках анапластичних олігодендрогліом (III ступінь анаплазії) поширення на постцентральною звивину визначено в 2 хворих. У хворих з гліобластомами поширення на центральні звивини або сенсомоторну функціонально значущу ділянку виявлено в 11 спостереженнях: прецентральною звивиною — у 8, постцентральною — у 3. Поширення перифокального набряку на центральні звивини також залежало від гістологічного типу пухлини і найбільш виразним воно було при гліобластомах (в 100% випадків) (*рис. 3 кольорової вкладки*).

Крім поширення пухлини та перифокального набряку на центральні звивини важливим критерієм для фМРТ дослідження є топографічна анатомія сенсомоторної ділянки. До даного поняття відносять ступінь компресії та зміщення центральних звивин, які є орієнтиром для хірурга в межах операційного поля, та напрямок зміщення й визначення структури прецентральної звивини у вигляді «гачка» за методом Youssry. Ця структура відповідає руховій ділянці кисті.

При астроцитомах II ступеня анаплазії, що локалізувалися в задньолобовій ділянці, визначалися незначні компресія й зміщення центральних звивин і серединної борозни дозад. В той же час, як при астроцитомах (II ступінь анаплазії), локалізованих в передньолобовій ділянці, компресія й зміщення рухової функціонально значимої зони були відсутні. У хворих з анапластичними астроцитомами (III ступінь анаплазії) тільки в одному спостереженні (при локалізації пухлини в задньолобовій ділянці) були виявлені незначні компресія і зміщення центральних звивин і борозни допереду; в 2 випадках пухлини задньолобової ділянки компресія та зміщення дозад були значними.

У групі пацієнтів з анапластичними олігодендрогліомами компресія і зміщення центральних звивин були незначні, тоді як при гліобластомах в двох третинах випадків ці зміни були вираженими. Ступінь компресії і зміщення були прямо пропорційним розмірам вогнищевого утворення (пухлини й набряку). Структура у вигляді «гачка», що відповідає прецентральної звивині півкулі без об'ємного утворення, визначалася у всіх спостереженнях. Нечіткість візуалізації «гачка» була обумовлена збільшенням обсягу прецентральної звивини внаслідок поширення на неї пухлини або набряку.

МР-венографічне дослідження проводилося з метою візуалізації поверхневих висхідних вен, розташованих на конвексимальній поверхні мозку й, отже, над об'ємними утвореннями. Необхідність цього виду томографії зумовлена можливістю дати

додатковий орієнтир для інтраопераційної точної візуалізації зони рухової активації по відношенню до пухлини в умовах, обмежених трепанаційним отвором. Локалізація вен на рівні новоутворення в наших спостереженнях: при астроцитомах II ступеня анаплазії переважно знаходилися над переднім полюсом пухлини, тоді як при астроцитомах III ступеня анаплазії — над заднім полюсом; при гліобластомах (IV ступінь анаплазії) вени однаково часто локалізувалися як над переднім, так і над заднім полюсами і в більшості випадків перетинали пухлину посередині, що не було характерним для більш доброякісних гліом.

Дані МРТ і МР-венографії допомагали планувати хід оперативного втручання й судити про можливість радикальності резекції пухлини. Проведення фМРТ збільшує шанси щодо повного видалення пухлини та зменшує ризик виникнення чи розвитку рухового неврологічного дефіциту.

Локалізація пухлин у ділянках мозку була різною. Більша увага приділялась стану центральних звивин мозку, оскільки хірургічне втручання біля чи в цій зоні може викликати стійке порушення функції руху, а тим самим, погіршити якість життя пацієнта. Виходячи з означеного, ми аналізували розподіл вогнищ активності у первинній моторно-сенсорній корі (центральні звивини та борозна), премоторній корі іпсі- та контралатеральних півкуль мозку. Цей розподіл ґрунтувався на цитоархітектонічних картах Бродмана. Первинна рухова кора (M₁, поля 4 за Бродманом) локалізується вздовж прецентральної звивини. Рухи стопи, надп'яtkово-гомількового суглоба, ноги проєктуються вздовж медіальної поверхні парацентральної часточки; рухи коліна, стегна, тулуба, плеча, кисті, шиї, брів, обличчя, губ, вуха, язика — донизу по конвексимальній поверхні до субцентральної звивини.

Тобто, тест-завдання з рухами надп'яtkово-гомількового суглоба та кисті викликають активність нейронів уздовж прецентральної звивини. Додаткова рухова кора (M₂, поля 6 за Бродманом) локалізується на медіальній поверхні лобової частки, попереду M₁, де також розташована премоторна кора.

При астроцитомах II ступеня анаплазії активація в сенсомоторній ділянці ураженої півкулі визначена у всіх спостереженнях (5 пацієнтів). При переважній локалізації пухлини в задньолобовій ділянці (4 з 5 спостережень) та поширенні її на прецентральною звивину (в 3 з 5 випадків) і набряку (в 2 з 5), відсутності рухових порушень (4 з 5 випадків) і незважаючи на МР-ознаки ураження кори в 5 спостереженнях, зона активації розташовувалась в проєкції кори заднього контуру прецентральної звивини в 3 з 5 випадків, проєкції кори заднього контуру пре- і постцентральної звивини — у 2 випадках (*рис. 4 кольорової вкладки*).

В усіх спостереженнях зона активації розташовувалась відповідно до виконаного тест-завдання біля «гачка» прецентральної звивини.

Враховуючи відсутність або незначну компресію та зміщення центральних звивин і борозни дозад, різниці в розташуванні зони активації в півкулі з пухлиною і контралатеральній півкулі, не виявлено. В контралатеральній півкулі зона активації розташовувалась в проєкції заднього контуру

прецентральної звивини біля «гачка» — у 3 хворих, кори заднього контуру пре- і постцентральної звивин — у 2 хворих.

При фМРТ дослідженні анапластичних астроцитом та їх переважної локалізації в задньолобово-тім'яній і задньолобовій ділянках активація в ураженій півкулі виявлена в 4 з 6 спостережень. В одному випадку активація не зареєстрована ні в півкулі з астроцитомою, ні в контралатеральній, що пов'язано з протисудомною терапією. В решті хворих зони активації розташовувались в проекції кори заднього контуру пре- або постцентральної звивин латерального рівня «гачка». При порівнянні з результатами, отриманими в контралатеральній півкулі, простежується асиметрія розташування зон активації в сенсомоторній ділянці півкулі з пухлиною. Це викликано більш вираженими порівняно з астроцитомами II ступеня анаплазії компресією та зміщенням центральних звивин за рахунок більших розмірів пухлини та поширенням перифокального набряку на пре- та постцентральної звивини (у 3 з 4) (**рис. 5 кольорової вкладки**).

В ураженій пухлиною півкулі в більшості випадків (4 з 6) відзначалось пригнічення рухової активності (зменшення кількості активованих пікселів) в порівнянні з ідентичними ділянками кори контралатеральної півкулі.

У хворих з анапластичними олігодендрогліомами, незважаючи на їх різну локалізацію, переважне поширення пухлини (2 з 3) на постцентральної звивини і МР-ознаки проростання кори та значні розміри (в середньому діаметр близько 5 см), активація в півкулі з пухлиною була зареєстрована у всіх спостереженнях, однак вона була дещо знижена, як і при астроцитомах III ступеня анаплазії.

Зона активації в півкулі з пухлиною візуалізувалася в проекції кори заднього контуру прецентральної і постцентральної звивин, або тільки постцентральної/прецентральної — латеральніше «гачка».

У пацієнтів з гліобластомами (IV ступінь анаплазії) лобової ділянки виявлено, що при їх значних розмірах (середній умовний діаметр 4,3 см), поширенні перифокального набряку та пухлини на прецентральної звивини, компресії та зміщенні центральних звивин, при наявності геміпарезу зона активації в півкулі з новоутворенням при фМРТ була зареєстрована в проекції кори заднього контуру прецентральної звивини тільки у двох хворих. У пацієнта з гліобластою лобової ділянки найбільших розмірів та з найбільш вираженим перифокальним набряком рухової активації в ураженій півкулі не виявлено. Аналогічна ситуація визначалась при локалізації пухлини в лобово-тім'яно-підкірковій ділянці, де перифокальний набряк був значно виражений та спостерігали глибокий геміпарез.

При локалізації гліобластоми втім'яно-задньолобово-підкірковій ділянці і поширенні на центральні звивини та при супутньому перифокальному набряку і вираженому геміпарезі, проте незначному зміщенні центральних звивин зона активації виявлена в проекції коритім'яної частки, тобто у вторинній моторній корі, в контралатеральній

півкулі в проекції кори переднього та заднього контуру прецентральної звивини та заднього контуру постцентральної. Таким чином, спостерігалось значне зниження рухової активності в півкулі з гліобластою.

При розташуванні гліобластом в задньолобово-тім'яній ділянці і переважному ураженні прецентральної звивини, поширенні набряку на обидві центральні звивини і значному зміщенні центральної борозни та постцентральної звивини дозоду, активація в ураженій півкулі була зареєстрована в усіх трьох спостереженнях. Однак спостерігалась асиметрія локалізації зони активації у порівнянні з контралатеральною півкулею, а саме в півкулі з гліобластою — вона переважала в проекції кори заднього контуру постцентральної звивини та в одному випадку спостерігалась у вторинній моторній корі (**рис. 6 кольорової вкладки**).

При локалізації гліобластоми в задньолобовій ділянці активація в ураженій півкулі не була зареєстрована в двох випадках. У спостереженнях з найбільш віддаленим розташуванням гліобластоми від центральних звивин (тім'яна та скронево-потилічно-тім'яна ділянки) активація реєструвалась в проекції заднього контуру прецентральної чи постцентральної звивин.

Таким чином, ступінь пригнічення рухової активації в півкулі, ураженій гліобластою, залежить від наближення пухлини до функціонально-значущої зони, ступеня поширення пухлини і набряку на центральні звивини та виразності компресії і зміщення центральних звивин. Зниження активації в півкулі зі злоякісною гліомою (гліобластою) більш виражене, ніж при астроцитомах II ступеня анаплазії.

Наші дослідження підтверджують дані про те, що фМРТ дозволяє отримувати важливу для клінічної практики інформацію про зміни функціональної активності сенсомоторної зони кори великого мозку при гліомах, які спричиняють різного ступеню вираженості компресійно-дислокаційний вплив на центральні звивини. Ці дані можуть бути використані для вибору оптимального плану нейрохірургічного втручання і прогнозування динаміки рухового неврологічного дефіциту.

Відстань між межами зони активації і пухлиною можливо було визначити у 12 хворих. Ця відстань знаходилась в межах 0,3–5,6 см (**рис. 7 кольорової вкладки**).

Чіткої кореляції між відстанню «зона активації – пухлина, набряк» і руховими порушеннями в післяопераційному періоді не спостерігалось.

Дослідження дозволили неінвазивно одержувати важливу для клінічної практики інформацію про розташування зон рухової активації в півкулях головного мозку, змінах функціональної активності сенсомоторної зони кори мозку при гліомах, які розташовуються поблизу функціонально важливих ділянок мозку.

Дані МР-венографічного дослідження в поєднанні з результатами МРТ та фМРТ надавали додаткову інформацію для планування оперативного втручання і обсягу резекції пухлини, а також для тактики подальшого лікування хворих з гліомами головного мозку (**рис. 8 кольорової вкладки**).

Висновки.

1. Діагностика гліом, що поширюються на рухові ділянки кори великого мозку, забезпечується шляхом найбільш повного використання всіх можливостей високоінформативного нейровізуалізуючого методу МРТ, включаючи фМРТ і МР-венографічне дослідження.

2. При гліомах, що поширюються у функціонально важливі ділянки кори великого мозку, проведення фМРТ дозволяє неінвазивно одержувати інформацію про розташування зон активації в його півкулях та зміни рухової активності в сенсомоторній зоні кори.

3. Зменшення рухової активності в ураженій півкулі мозку більш характерно для гліобластом, порівняно з високодиференційованими гліомами.

4. Застосування фМРТ з МР-венографією на етапі планування операції при пухлинах в проекції рухових функціонально важливих зон головного мозку сприяє обранню менш травматичного хірургічного доступу та оптимального обсягу хірургічного втручання.

Список літератури

1. Главацький О.Я. Диференційоване лікування гліом супратенторіальної локалізації та прогнозування його результатів: Дис... д-ра. мед. наук: 14.01.05. — К., 2001. — 278 с.
2. Розуменко В.Д., Главацький О.Я., Хмельницький Г.В. Гліоми головного мозку: діагностика, лікування та прогнозування його результатів. Сучасний стан проблеми // Онкологія. — 2000. — Т.2, № 4. — С.275–281.
3. Розуменко В.Д. Епидемиологія опухолей головного мозку: статистические факторы // Укр.нейрохірург. журн. — 2002. — №3. — С.47–48.
4. Atlas W.A., Howard R.S.II, Maldjian 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. Dumarkowski S., Sunaert S., Van Oostende S., et al. Functional MRI of the brain localisation of eloquent cortex in focal brain lesion therapy// European Radiology. — 1998. — V.8. — N9 — P.1573–1580.
6. Fandino J., Kollias S.S., Wieser H.G. et al. Intraoperative validation of functional magnetic resonance imaging and cortical reorganization patterns in patients with brain tumor involving the primary motor cortex// J.Neurosurg. — 1999. — V.91. N2. — P.238–250.
7. Harberg A., Kvistad K.A. 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. Lee C.C., Ward H.A., Sharbrough F. W., et. al. Assessment of functional MR imaging in Neurosurgical planning// AJNR. — 1999. — V. 20. — N4. — P. 1511–1519.
9. Maldjian J., Atlas S.W., Howard R.S. et al. Functional magnetic resonance imaging of regional brain activity in patients with intracerebral arteriovenous malformations before surgical of endovascular therapy // Neurosurg. — 1996. — V.34. — P.477–483.
10. Morozov S., Sinitsyn V., Ternovoy S. BOLD functional magnetic resonance imaging: impact on neurosurgical treatment planning// European Congress of Radiology. — ECR — 2003. — Electronical presentation online system. — Epoc. — Viena. — Austria. — 2003. — P. 1–9.
11. Mueller W.M., Yetkin F.Z., Hammeke T.A. et al. Functional magnetic resonance imaging mapping the motor cortex in patients with cerebral tumors// Neurosurgery. — 1996. — V.39. — P.515–521.

12. Nimsky C., Ganslant O., Kober H. et al. Integration of functional magnetic resonance imaging supported by magnetoencephalography in functional neuronavigation// Neurosurgery. — 1999. — V.44. — N6. — P.1249–1255.
13. Nitschke M.F., Melchert U.H., Hahn C. et al. Preoperative functional magnetic resonance imaging (fMRI) of the motor system in patients with tumors in the parietal lobe // Asta Neurochir. — 1998. — V.140. — N12. — P.1223–1229.
14. Roux F.E., Boulanouar K., Ibarrola D., Berry I. Practical role of functional MRI in neurosurgery// Neurochirurgie. — 2000. — V.46. — N1. — P.11–22.
15. Schulder M., Maldjian J.A., Liu W.C. et al. Functional MRI image-guided surgery of intracranial tumors located in or near the sensorimotor cortex// J. Neurosurg. — 1998. — V.89. — N3. — P.412–418.
16. Stapletons R., Kikiakopoulos E., Mikulis D., et. al. Combined unity of functional MRI, cortical mapping and flameless stereotaxy in the resection of lesions in eloquent areas of brain in children// Pediatr. Neurosurg. — 1997. — V. 26. — N2. — P.68–82.
17. Ternovoi S.K., Sinitsyn V. F., Morozov S.P. Localization of the motor and speech zones of the cerebral cortex by functional magnetic resonance imaging// Neurosci. Behav. Physiol. — 2004. — V. 5. — N5. — P. 431–437.

Дооперационная функциональная магнитно-резонансная томография как неинвазивный метод картирования коры головного мозга при глиальных опухолях функционально значимых зон

*Чувашова О.Ю., Розуменко В.Д.,
Главацький О.Я., Хмельницький Г.В.*

Проанализированы результаты инструментального обследования 36 больных с глиальными опухолями разной степени анаплазии, которые локализовались около или непосредственно в сенсомоторной зоне коры головного мозга, с помощью методик МРТ, МР-венографии и функциональной МРТ. Использование данных методик позволило проводить картирование коры полушарий головного мозга с визуализацией локальных областей активации и экстраполяцию их на соответствующие анатомические структуры мозга, дало возможность определять степень риска возникновения неврологического дефицита уже на дооперационном этапе, способствовало оптимизации лечебной тактики и минимизации неблагоприятных последствий хирургического вмешательства, повышению его безопасности.

Preoperative functional MRI as noninvasive method of mapping of the brain cortex at gliomas which amaze functionally significant zones

*Chuvashova O.Yu., Rozumenko V.D.,
Glavatskiy A.Ya., Hmelnitskiy G.V.*

Results of tool inspection of 36 patients with glial tumours of a different degree of malignancy which were localized nearby or directly in sensorimotor area of a cortex of a brain, by means of techniques MRI, MR-venography and functional MRI are analysed. Use of the given techniques has allowed to spend mapping cortex of hemispheres of a brain with visualization of local areas of activation and their extrapolation on corresponding anatomic structures of a brain, has enabled to determine a degree of risk of occurrence of neurologic deficiency already on preoperation a stage, promoted optimization of medical tactics and minimization of undesirable consequences of surgical intervention, increase of safety.

До статті Чувашової О.Ю., Розуменка В.Д., Главацького О.Я., Хмельницького Г.В. «Доопераційна функціональна магнітно-резонансна томографія як неінвазивний метод картування кори головного мозку при гліальних пухлинах функціонально важливих зон»

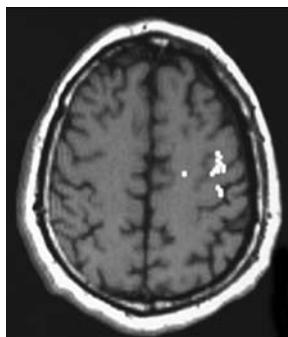


Рис.1. BOLD-зображення, накладене на аналогічну томограму мозку.

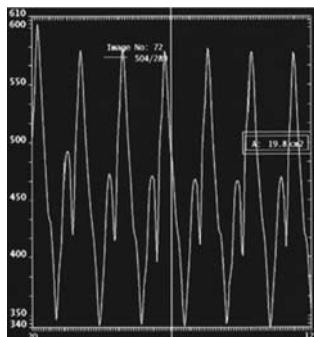


Рис. 2. А — Гістограма, яка відображує дії пацієнта при дослідженні рухової функції мозку. Висока інтенсивність сигналу на кривій гістограми відповідала виконанню тест-завдання. Низька інтенсивність сигналу була характерна для періоду спокою; Б — Виділена досліджувана ділянка на ЕРІ зображенні.

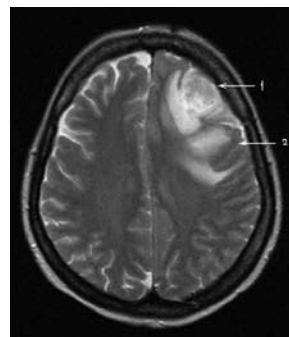
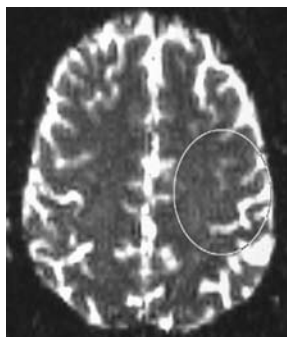


Рис. 3. МР-томограма хворого з гліобластомою. 1 — проростання пухлиною кори головного мозку; 2 — поширення набряку на центральні звивини.

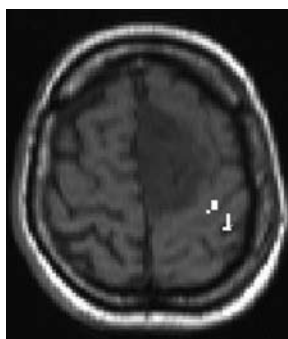


Рис. 4. Зона активації по задньому контуру пре- та постцентрального звивин лівої півкулі мозку в хворої з астроцитомою II ступеня анаплазії.

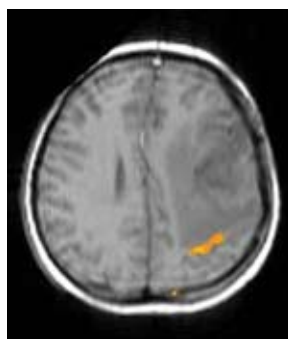


Рис.5. фМРТ зображення. Асиметрія розташування зони активації в сенсомоторній ділянці півкулі з пухлиною великих розмірів та поширенням перифокального набряку на пре- та постцентрального звивини.

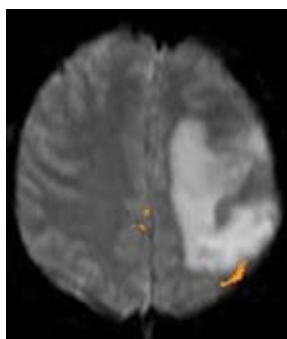


Рис. 6. фМРТ дослідження хворого з гліобластомою. Активація у вторинній моторній корі.

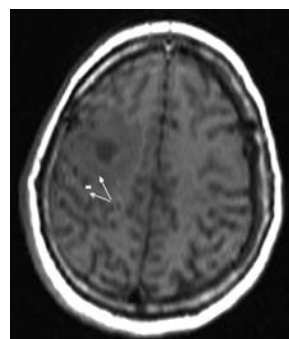


Рис. 7. фМРТ дослідження хворого з внутрішньомозковою пухлиною правої задньолобовової ділянки. Відстань між зоною активації та межею пухлини 1,1 см.

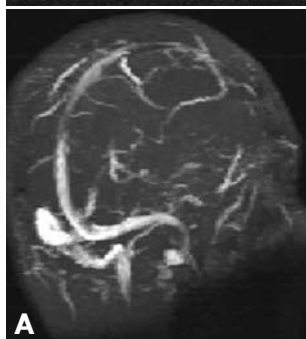
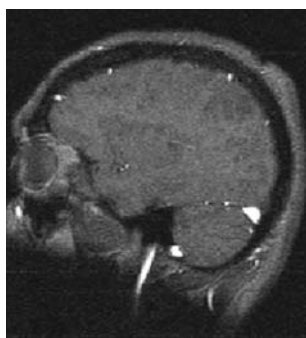


Рис. 8. А — МРТ-венограми хворого з гліомою ("сірі" та МІР реконструкція); Б — МРТ зважена за Т2 в аксіальній площині і фМРТ; В — інтраопераційні знімки.

