

Оригинальна стаття

УДК 616.831-006.484.04-073.756.8-073.8

Чувашова О.Ю., Робак К.О.

Отдел нейрорадиологии и радионейрохирургии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины, Киев, Украина

Изменения функционально значимых проводящих путей головного мозга при глиомах низкой степени анаплазии по данным магниторезонансной трактографии

Вступление. Представлены результаты применения магниторезонансной (МР) трактографии в нейрохирургической навигации при планировании хирургического доступа и определении объема удаления глиом полушарий большого мозга с низкой степенью анаплазии.

Материалы и методы. Проведена предоперационная МР-трактография у 13 пациентов, оперированных по поводу глиом низкой степени анаплазии (с последующей гистологической верификацией).

Результаты. По данным МР-трактографии для глиом с низкой степенью анаплазии характерны инфильтрация (в 76,9% наблюдений), разрушение волокон проводящих путей (в 69,2%), их смещение (в 23%) вследствие объемного воздействия опухоли. Хирургическая тактика при глиомах полушарий большого мозга определялась степенью поражения проводящих путей.

Выводы. МР-трактография позволяет оценить степень поражения проводящих путей при глиомах полушарий большого мозга, ее данные используют в хирургической нейронавигации.

Ключевые слова: глиомы, МР-трактография, проводящие пути.

Укр. нейрохирург. журн. — 2013. — №4. — С.29–32.

Поступила в редакцию 25.07.13. Принята к публикации 20.09.13.

Адрес для переписки: Чувашова Ольга Юрьевна, Отдел нейрорадиологии и радионейрохирургии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова, ул. Платона Майбороды, 32, Киев, Украина, 04050, e-mail: cho72@ukr.net.

Вступление. Первичные доброкачественные и злокачественные опухоли головного мозга (ГМ) выявляют с частотой 10,9–12,8 на 100 тыс. населения, из них наиболее часто — глиомы. Глиальные опухоли составляют 40–55% в структуре новообразований центральной нервной системы (ЦНС) [1]. Четкую тенденцию к увеличению частоты обнаружения этих опухолей отмечают и в Украине [2, 3]. Наиболее часто глиомы диагностируют у пациентов трудоспособного возраста (30–60 лет), их рассматривают как заболевания с высокой смертностью и инвалидизацией пациентов [1].

Продолжительность жизни пациентов, прежде всего, зависит от гистологического типа глиального новообразования. При опухолях с низкой степенью анаплазии продолжительность жизни может составлять до 5 лет, при опухолях с высокой степенью злокачественности — до 9–12 мес [4].

В настоящее время достаточно полно изучены различные клиничко-морфологические аспекты глиом ГМ. Высокодифференцированные ограниченные глиомы с низкой степенью анаплазии (I–II степени) считают относительно доброкачественным типом опухолей. Они обычно характеризуются медленным, неагрессивным темпом роста. Прогностически неблагоприятными являются глиомы с диффузным типом роста и прогрессирующей анаплазией. Глиомы I–II степени анаплазии характеризуются диффузным и инфильтрирующим типом роста, при котором опухолевые клетки распространяются по ходу проводящих путей белого вещества ГМ, что способствует длительному сохранению неврологических функций. Неврологический дефицит проявляется в отсроченном периоде заболевания при распространении опухоли на функционально значимые зоны полушарий боль-

шого мозга [5]. В начальной стадии глиома растет бессимптомно, распространяясь на имеющиеся в полости черепа резервные пространства (субарахноидальные пространства, цистерны, желудочки мозга). Поэтому к моменту появления первых клинических симптомов новообразование при его локализации не в речедвигательных структурах полушарий большого мозга может быть диаметром 2–5 см и более, что четко диагностируют по данным нейровизуализирующих исследований [1]. Такие опухоли отличаются относительно медленным прогрессированием клинических симптомов. Ранние клинические проявления глиом высокой степени дифференцировки — умеренно выраженная головная боль и пароксизмальные расстройства в виде генерализованных или фокальных эпилептических приступов. В неврологическом статусе у пациентов, в зависимости от локализации опухоли, преобладали контралатеральные симптомы в виде сенсомоторных нарушений [1, 5].

В настоящее время актуальным вопросом в нейрохирургии являются прогноз и обеспечение высокого качества жизни пациентов в раннем и отдаленном послеоперационном периоде. Проблемы реабилитации таких пациентов в большой степени связаны с планированием и осуществлением вмешательства. При распространении опухоли на функционально значимые зоны полушарий большого мозга с вовлечением в процесс основных проводящих путей ограничивается возможность удаления опухоли в максимальном объеме, а после операции высока вероятность возникновения или усугубления неврологического дефицита [5–8].

Совершенствование методов нейровизуализации в настоящее время позволяет оптимизировать предоперационное планирование хирургических доступов

и объема удаления внутримозговой опухоли, предоставить оптимальную информацию о локализации опухоли и ее соотношении с функционально значимыми областями и проводящими путями полушарий большого мозга. Одним из таких методов, используемых в нейрохирургической навигации, является МР-трактография. Это единственный современный неинвазивный метод, основанный на диффузно-тензорных изображениях (ДТИ), позволяющий идентифицировать траекторию проводящих путей (трактов) белого вещества ГМ в зонах, смежных с опухолью, отображающий влияние на них опухоли, предоставляющий информацию о ходе проводящих волокон, их смещении, нарушении целостности или прорастании опухоли [9–11].

Цель работы: оценить степень поражения проводящих волокон белого вещества ГМ и изменение хода функционально значимых проводящих путей при наличии глиальных внутримозговых опухолей низкой степени злокачественности с использованием ДТИ и МР-трактографии.

Материалы и методы исследования. Обследованы и оперированы 13 пациентов (5 женщин, 8 мужчин) по поводу высококодифференцированных внутримозговых опухолей полушарий большого мозга (с последующей гистологической верификацией). Возраст больных от 27 до 58 лет, в среднем 42,5 года. По данным гистологического исследования фибриллярно-протоплазматическая астроцитомы диагностирована у 7 больных, олигоастроцитомы — у 6. Опухоль локализовалась в височной области — в 1 наблюдении, височно-теменной — в 3, лобной — в 3, лобно-теменной — в 4, лобно-каллезной — в 2. В 3 наблюдениях выявлен кистозный компонент. Локальное объемное воздействие на функционально значимые проводящие пути выявлено во всех наблюдениях.

МРТ проводили на томографе «Philips Intera 1,5T» (Philips, Нидерланды). Исследование включало стандартную МРТ с использованием T1-взвешенных (TR 7,9 мс, TE 3,7 мс, толщина среза 1,2 мм, матрица 240×240) и T2-взвешенных (TR 6700 мс, TE 110 мс, толщина среза 4 мм, матрица 512×512) изображений (ВИ); T1 ВИ с введением парамагнитного контрастирующего агента (0,2 мл/кг); импульсную последовательность ДТИ (DwiSE) с использованием технологии параллельного сканирования SENSE (TR 7432 мс, TE 74 мс, FOV 214 мм, матрица 112×110, 16 направлений диффузионного градиента, толщина среза 2 мм, размер воксела 1,98×2,02×2,00 мм³, зазор 0 мм, b-фактор 800 с/мм², число изображений 1020, число срезов 60, продолжительность исследования 4,05 мин).

Данные обрабатывали на автоматической станции «Dell Precision Workstation 690» с программным обеспечением для выполнения трактографии. Производили построение цветных карт и трехмерных трактограмм. Проводящие пути визуализировали в зависимости от направления вектора диффузии в ретроградном и ортоградном направлениях для каждого воксела. Области интереса (ОИ) выбирали в строме опухоли, перифокальной зоне и области, близко расположенной к функционально значимым проводящим путям (в зависимости от локализации опухоли). Для построения каждого тракта выбирали несколько ОИ в точках, через которые проходят волокна определенного проводящего пути в 1 или 2 проекциях [9, 10]. Для построения ассоциативного корково-спинномозгового пути (КСП) выбирали ОИ в аксиальной

проекции в моторно-сенсорной зоне коры, субкортикально в белом веществе прецентральной извилины, задней ножке внутренней капсулы, ножке мозга. Для комиссурального пути мозолистого тела ОИ выбирали в проекции его тела в сагиттальной и фронтальной проекциях. Для построения верхнего продольного пучка ОИ выбирали в коронарной проекции на уровне центральных отделов бокового желудочка и в области нисходящей ветви пучка. Для нижнего продольного и крючковидного пучков ОИ выбирали в коронарной проекции на уровне передней части внутренней капсулы, в области соединения лобной и височной долей, где пучки примыкают один к другому. Построение производили с использованием функции «Define Multiple ROIs» программного обеспечения. Эта опция позволяла идентифицировать определенные волокна, которые соединяют несколько анатомических ориентиров, выбранных в ОИ. Основными критериями при моделировании трактов являлись: коэффициент фракционной анизотропии (ФА) 0,1, длина волокон 20–70 мм, угол поворота 27–60°. Построенные тракты затем совмещали с постконтрастными анатомическими изображениями, взвешенными по T1, с толщиной среза 1 мм с объемной 3D-реконструкцией. Пучки волокон и тракты отслеживали в произвольном цвете. При обработке данных ДТИ также производили количественную оценку изменения диффузии в ОИ – ФА и измеряемого коэффициента диффузии (ИКД).

Результаты и их обсуждение. Высокодифференцированные глиомы по данным МРТ представлены как гомогенные образования гиперинтенсивного МР-сигнала на T2 ВИ, изо- или гипоинтенсивного — на T1 ВИ. Перифокальный отек преимущественно отсутствовал (у 11 больных). Парамагнитное усиление у большинства (10) больных не наблюдали. При наличии кистозного компонента отмечали контрастирование по кольцевидному типу. При глиоме больших размеров наблюдали «масс-эффект» в виде смещения срединных структур на 0,6–1,2 см (у 9 больных).

Данные ДТИ позволяли количественно оценить изменение показателей диффузии в области опухолевого поражения. Так, в зоне опухолевой инфильтрации у 10 пациентов отмечали снижение ФА и повышение ИКД. ИКД в зоне опухолевой инфильтрации составлял в среднем $(1,52 \pm 0,4) \times 10^{-3}$ мм²/с, ФА — $0,361 \pm 0,168$.

По данным МР-трактографии высококодифференцированные глиомы характеризовались инфильтрацией, разрушением проводящих волокон, смещением волокон вследствие воздействия опухоли [4, 7, 12]. Так, в зоне опухолевой инфильтрации визуализировали разрушение комиссуральных волокон в мозолистом теле (**рис. 1 цветной вкладки**).

У больной Б. в зоне астроцитомы левой лобно-теменной области волокна преимущественно разрушены, раздвинуты, визуализируются в виде отдельных пучков, а КСП прослеживается медиально, по краю опухолевой инфильтрации, смещен кзади (**рис. 2 цветной вкладки**).

У 10 (76,9%) больных в зоне опухолевой инфильтрации определяли разрушение (деструкцию) ассоциативных волокон. По периферии опухоли у 7 (53,8%) больных волокна преимущественно смещены, без нарушения их целостности, гибли опухоль. У пациентки Т. на МР-трактограммах в зоне диффузной астроцитомы левой височно-теменной области волокон не визуализируются (деструкция), по периферии

опухоли короткие ассоциативные волокна оттеснены и дислоцированы (**рис. 3 цветной вкладки**).

У 3 (23%) больных при наличии опухолей с кистозным компонентом короткие ассоциативные волокна огибали опухоль, а функционально значимые проводящие пути смещены опухолью без нарушения их целостности (**рис. 4, 5 цветной вкладки**).

В 6 (46,2%) наблюдениях сравнивали траектории тракта в полушарии, пораженном опухолью, с аналогичным трактом в контралатеральном условно здоровом полушарии большого мозга.

Так, у больной Б. на МР-трактограммах КСП в пораженном опухолью полушарии содержал меньшее количество волокон, отдельные волокна в зоне опухолевой инфильтрации разрушены (**рис. 6 цветной вкладки**).

В исследованном материале достоверные различия зависимости воздействия разных гистологических типов высококодифференцированных глиом на проводящие пути не выявлены.

Данные МР-трактографии позволили визуально оценить состояние проводящих волокон в зоне опухолевого роста и основных проекционных путей, локализующихся вблизи опухоли. На этапе предоперационного планирования данные МР-трактографии обеспечили возможность выбора оптимального хирургического доступа, установления границ и планирования максимально допустимого объема резекции опухоли. Таким образом, у 11 (84,6%) пациентов неврологический дефицит отсутствовал до и после операции, у 2 (15,4%) — он сохранялся на дооперационном уровне.

В большинстве (12) наблюдений для высококодифференцированных глиом наиболее характерными были инфильтрация и разрушение части волокон проводящих путей в зоне локализации опухоли. Для небольших опухолей свойственно разрушение коротких ассоциативных волокон в зоне опухолевой инфильтрации и смещение ассоциативных волокон по периферии опухоли. При больших глиомах отмечали сочетание инфильтрации и деструкции волокон в зоне опухоли, смещение волокон по ее периферии. При локализации опухоли в области функционально значимых проводящих путей по данным МР-трактографии определяли признаки деструкции волокон в зоне опухолевого роста, уменьшение количества волокон в проводящем пути (его истончение), при локализации проводящих путей вблизи опухоли преимущественно наблюдали смещение их траектории вследствие объемного воздействия опухоли. В целом ход основных проекционных путей не нарушен.

Хирургическая тактика при высококодифференцированных глиомах определялась степенью поражения основных функционально значимых проводящих путей. При их смещении без нарушения целостности волокон выбирали тактику максимально возможного удаления ткани опухоли в пределах, ограниченных проводящими путями. В области деструкции части волокон и истончения основных путей, локализующихся в зоне опухолевой инфильтрации, хирургическая тактика, на основе данных МР-трактографии, предусматривала щадящее иссечение перифокальной зоны опухоли, граничащей с проводящими путями.

Выводы. 1. МР-трактография позволяет оценить тяжесть поражения волокон проводящих путей белого вещества ГМ и изменение хода функционально значимых проводящих путей при внутримозговых

опухолях, данные используют в нейронавигационной технологии при планировании адекватного хирургического доступа и определении оптимального объема удаления опухоли при вовлечении в опухолевый процесс функционально значимых проводящих путей.

2. Высокодифференцированные глиомы (I–II степени анаплазии) характеризуются инфильтрацией (в 76,9% наблюдений), разрушением волокон проводящих путей (в 69,2%), их смещением (в 23%) вследствие объемного воздействия опухоли.

3. При локализации функционально значимых проводящих путей в зоне роста опухоли в большинстве (84,6%) наблюдений отмечали смещение и изменение траектории проводящих путей без нарушения их целостности. При наличии больших опухолей определяли разрушение отдельных волокон (в 23,6% наблюдений), истончение проводящих путей, однако в целом их ход не прерывался.

Список литературы

1. Колотов К.А. Достоверные критерии прогноза выживания больных церебральной глиомой после комбинированной терапии / К.А. Колотов // Перм. мед. журн. — 2012. — Т.29, №2. — С.31–37.
2. Зозуля Ю.А. Эпидемиологические исследования в нейроонкологии: современное состояние в Украине и за рубежом / Ю.А. Зозуля, Я.В. Пацко, А.Н. Никифорова // Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. — 1998. — №3. — С.50–54.
3. Розуменко В.Д. Эпидемиология опухолей головного мозга: статистические факторы / В.Д. Розуменко // Укр. нейрохир. журн. — 2002. — №3. — С.47–48.
4. «Tumoral pseudoblast» identified within gliomas at high-spatial-resolution ultrahigh-field-strength gradient-echo MR-imaging corresponds to microvasculature at stereotactic biopsy / G.A. Christoforidis, M. Yang, A. Abduljalil, A.R. Chaudhury, H.B. Newton, C.R. Epstein, W.T. Yuh, S. Watson, P.M. Robitaille // Radiology. — 2012. — V.264, N1. — P.210–217.
5. Sanai N. Extent of resection influences outcomes for patients with gliomas / N. Sanai, M.S. Berger // Rev. Neurol.— 2011. — V.167, N10. — P.648–654.
6. Применение данных магниторезонансной трактографии в нейронавигационном сопровождении хирургических вмешательств при опухолях полушарий большого мозга / В.Д. Розуменко, О.Ю. Чувашова, В.И. Рудица, А.В. Розуменко // Укр. нейрохир. журн. — 2011. — №2. — С.65–68.
7. Duffau H. New concepts in surgery of WHO grade II gliomas: Functional brain mapping, connectionism and plasticity – a review / H. Duffau // J. Neurooncol. — 2006. — V.79, N1. — P.77–115.
8. Delineating gray and white matter involvement in brain lesions: Three-dimensional alignment of functional magnetic resonance and diffusion-tensor imaging / T. Hendlar, P. Pianka, M. Sigal, M. Kafri, D. Ben-Bashat, S. Constantini, M. Graif, I. Fried, Y. Assaf // J. Neurosurg. — 2003. — V.99. — P.1018–1027.
9. Diffusion-tensor MR imaging and fiber tractography: a new method of describing aberrant fiber connections in developmental CNS anomalies / S.K. Lee, D.I. Kim, J. Kim, D.J. Kim, H.D. Kim, D.S. Kim, S. Mori // Radiographics. — 2005. — V.25. — P.53–65.
10. Brain white matter anatomy of tumor patients evaluated with diffusion tensor imaging / S. Mori, K. Frederiksen, P.C.M. van Zijl, B. Stieltjes, M.A. Kraut, M. Solaiyappan, M.G. Pomper // Ann. Neurol. — 2002. — V.51. — P.377–383.
11. Tumor involvement of the corticospinal tract: Diffusion magnetic resonance tractography with intraoperative correlation / A.I. Holodny, T.H. Schwartz, M. Ollenschlegler, W.C. Liu, M. Schulder // J. Neurosurg. — 2001. — V.95, N6. — P.1082.
12. White matter integrity assessed by diffusion tensor tractography in a patient with a large tumor mass but minimal clinical and neuropsychological deficits / M. Bozzali, S.E. MacPherson, M. Cercignani, W.R. Crum, T. Shallice, J.H. Rees // Funct. Neurol. — 2012. — V.27, N4. — P.239–246.

Чувашова О.Ю., Робак К.О.

Відділ нейрорадіології і радіонейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Зміни функціонально значущих провідних шляхів головного мозку при гліомах низького ступеня анаплазії за даними магніторезонансної трактографії

Вступ. Представлені результати застосування магніторезонансної (МР) трактографії в нейрохірургічній навігації при плануванні хірургічного доступу та визначенні обсягу видалення гліом півкуль великого мозку з низьким ступенем анаплазії.

Матеріали і методи. Проведена передопераційна МР-трактографія у 13 пацієнтів, оперованих з приводу гліом низького ступеня анаплазії (з подальшою гістологічною верифікацією).

Результати. За даними МР-трактографії для гліом з низьким ступенем анаплазії характерні інфільтрація (у 76,9% спостережень), руйнування волокон провідних шляхів (у 69,2%), їх зміщення (у 23%) внаслідок об'ємного впливу пухлини. Хірургічна тактика при гліомах півкуль великого мозку визначалася ступенем ураження провідних шляхів.

Висновки. МР-трактографія дозволяє оцінити ступінь ураження провідних шляхів при гліомах півкуль великого мозку, її дані використовують у хірургічній нейронавігації.

Ключові слова: гліоми, МР-трактографія, провідні шляхи.

Укр. нейрохірург. журн. — 2013. — №4. — С.29–32.

Надійшла до редакції 25.07.13. Прийнята до публікації 20.09.13.

Адреса для листування: Чувашова Ольга Юріївна, Відділ нейрорадіології та радіонейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, Україна, 04050, e-mail: cho72@ukr.net.

Chuvashova O.Yu., Robak K.O.

Department of Neuroradiology and Radioneurosurgery, Institute of neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov, NAMS of Ukraine, Kiev, Ukraine

Changes of functionally significant pathways of the brain at low-grade gliomas according to magnetic resonance tractography

Introduction. The results of magnetic resonance (MR) tractography use in neurosurgical navigation at surgical approach planning and estimation of radicalism of low-grade brain gliomas removing are given.

Materials and methods. Preoperative MR tractography was used in 13 patients, been operated because of low-grade gliomas (with subsequent histological verification).

Results. According to MR tractography low-grade gliomas are characterized by infiltration (in 76.9% cases), destruction of fibers of pathways (in 69.2%), their dislocation (in 23%) due to impact of tumor volume. Surgical tactics at brain gliomas is determined by degree of pathways damage.

Conclusions. MR tractography allows to estimate the degree of pathways damage at brain gliomas, it's data are used in surgical neuronavigation.

Keywords: gliomas, MR tractography, pathways.

Ukr Neyrokhir Zh. 2013; 4: 29–32.

Received, July 25, 2013. Accepted, September 20, 2013.

Address for correspondence: Olga Chuvashova, Department of Neuroradiology and Radioneurosurgery, Institute of neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov, 32 Platona Mayborody St, Kiev, Ukraine, 04050, e-mail: cho72@ukr.net.

Чувашова О.Ю., Робак К.О.

Изменения функционально значимых проводящих путей головного мозга при глиомах низкой степени анаплазии по данным МР-трактографии

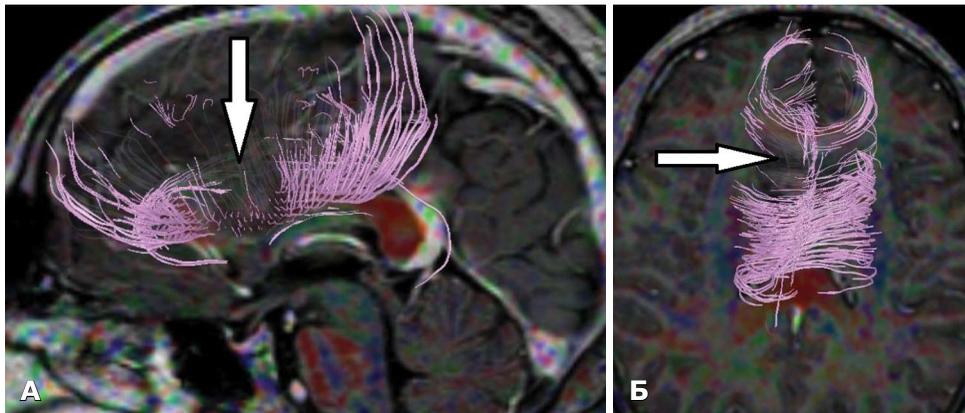


Рис. 1. МР-трактограмма. Пациент Р., 33 лет. Диффузная астроцитома лобно-каллезной локализации, больше справа. Визуализация в сагиттальной (А) и аксиальной (Б) проекциях. В зоне опухолевой инфильтрации визуализируется разрушение (в области, указанной белой стрелкой, волокна отсутствуют) комиссуральных волокон в мозолистом теле.

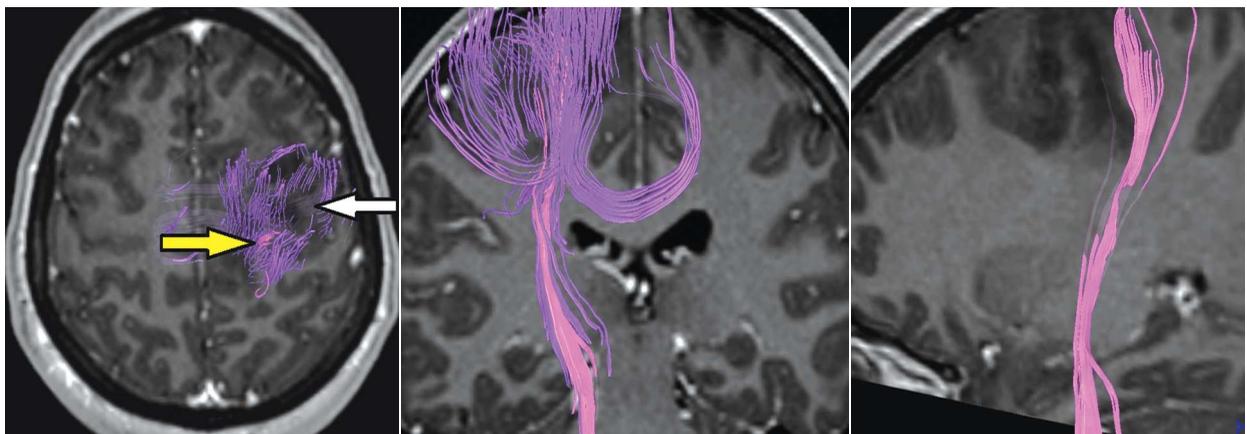


Рис. 2. МР-трактограмма. Пациентка Б., 45 лет. Астроцитома левой лобно-теменной области в проекции центральных извилин. Аксиальная, фронтальная и сагиттальная проекции Т1 ВИ. Сиреневым цветом представлены волокна в области опухоли и прилежащие к периферии опухоли волокна мозолистого тела, розовым — КСП (желтая стрелка). В области опухоли волокна не визуализируются — разрушены (белая стрелка).

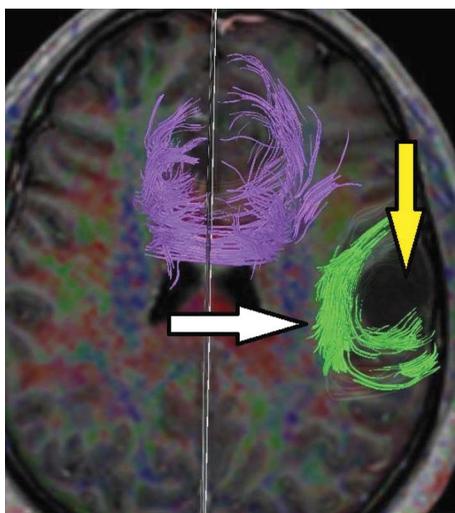


Рис. 3. МР-трактограмма. Пациентка Т., 31 года. Диффузная астроцитома левой височно-теменной области. Аксиальная проекция Т1 ВИ. В зоне опухоли определяется деструкция волокон (желтая стрелка) — волокна не визуализируются, по периферии опухоли короткие ассоциативные волокна (зеленого цвета) оттеснены, дислоцированы (белая стрелка). Комиссуральные волокна мозолистого тела (сиреневого цвета) не повреждены.

Чувашова О.Ю., Робак К.О.

Изменения функционально значимых проводящих путей головного мозга при глиомах низкой степени анаплазии по данным МР-трактографии

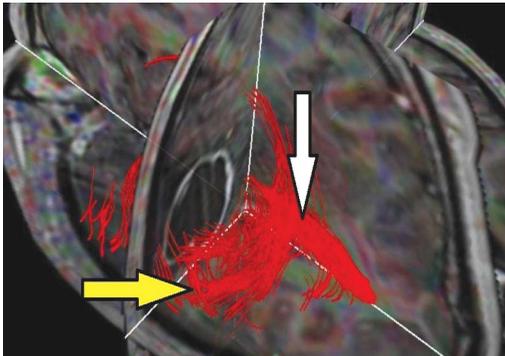


Рис. 4. МР-трактограмма. Пациент К., 51 года. Кистозная астроцитомы правой височной доли. 3D изображение. В области опухолевой кисты волокна не визуализируются, вокруг опухоли определяется смещение коротких ассоциативных волокон (желтая стрелка), проводящие волокна нижнего продольного пучка смещены опухолью медиально (белая стрелка).

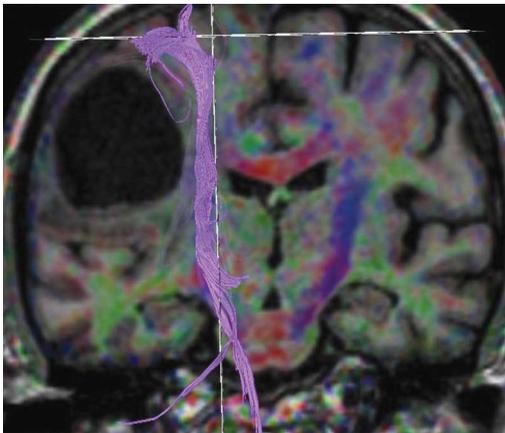


Рис. 5. МР-трактограмма. Пациент Г., 58 лет. Кистозная астроцитомы правой теменной доли. Фронтальная проекция. Сиреневым цветом представлен КСП, смещенный опухолью медиально, в верхних отделах дугообразно деформированный, без нарушения целостности волокон.

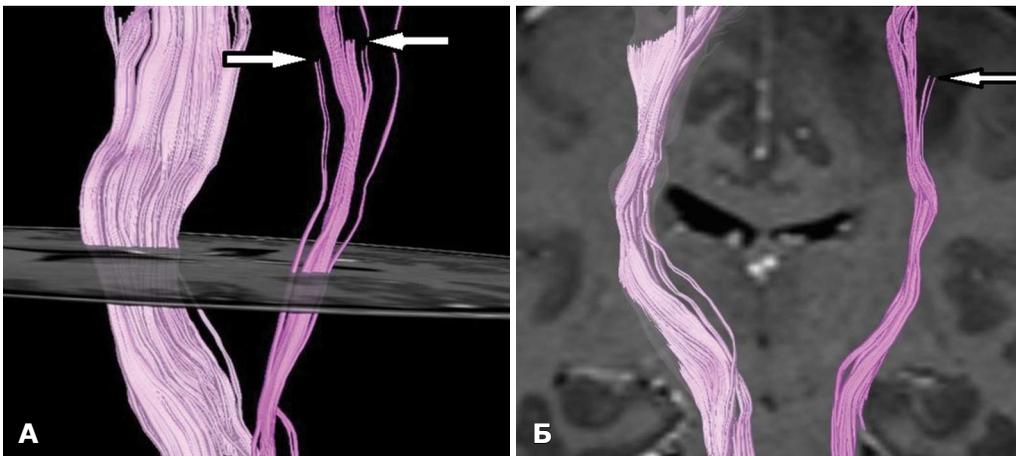


Рис. 6. МР-трактограмма. Пациентка Б., 45 лет. Фибриллярная астроцитомы левой лобно-теменной области. 3D-изображение, наложенное на аксиальную (А) и фронтальную (Б) проекции. КСП в пораженном полушарии представлен розовым цветом, в противоположном — ярко-розовым. КСП в пораженном опухолью полушарии содержит меньшее количество волокон, отдельные волокна в зоне опухолевой инфильтрации разрушены — изображения волокон обрываются (стрелки).