УДК: 616.831-006-089.12

РОЛЬ СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ В ВЫБОРЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ДОСТУПА ПРИ ГЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Муродова Д.С.[1], Полатова Д.Ш.[2], Кариев Ш.М.[1], Алимов И.Р.[1], Хазраткулов Р.Б.[1]
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников
Научно-практического центра детской гематологии, онкологии и клинической иммунологии

Аннотация

Статья посвящена актуальной проблеме глиальных опухолей головного мозга различной локализации. В рамках исследования рассматриваются опухоли астроцитарного ряда и глиомы глубинных структур мозга. Цель работы заключается в анализе клинической картины, необходимости применения современных методов диагностики, а также в поиске оптимальных вариантов и объема хирургического и комбинированного лечения злокачественных опухолей головного мозга. На примере внутримозговых астроцитарных опухолей, глиом и ограниченных опухолей глубинных структур мозга разработаны оптимальные хирургические доступы, уточнены возможности их радикального удаления и оценены риски операций. С помощью МРТ были определены топографические варианты интрацеребральных злокачественных опухолей астроцитарного ряда и глубинных структур мозга. На основе клинических примеров показано, что ДТ-трактография является эффективным методом для выявления расположения внутренней капсулы и пирамидного пути относительно опухоли, и должна быть обязательной частью дооперационного диагностического процесса при опухолях глубинных структур мозга. Выбор хирургического доступа зависит от топографической локализации опухоли, положения кортикоспинального тракта по данным МРТ ДТ-трактографии, состояния желудочковой системы и смежных функциональных структур.

Ключевые слова: глиальные опухоли головного мозга, МРТ ДТ-трактография, КСТ, качество жизни.

BOSH MIYADAGI GLIAL O'SMALARI JARROHLIK YONDASHUV TANLASHDA ZAMONAVIY NEYROVIZUALIZATSIYANING ROLI

Murodova D.S.[1], Polatova D.Sh.[2], Kariev Sh.M.[1], Alimov I.R.[1], Hazratkulov R.B.[1]
Tibbiyot xodimlarining kasbiy malakasini rivojlantirish markazi
Bolalar gematologiyasi, onkologiyasi va klinik immunologiya ilmiy-amaliy markazi

Annotatsiya

Maqola bosh miya glial o'smalarining turli joylashuvlaridagi muammolarining zamonaviy holatiga bag'ishlangan. Tadqiqotning obyekti astrotsitar turdagi o'smalar va miya chuqur tuzilmalaridagi gliomalar bo'ldi. Tadqiqot klinikada kuzatishlarni o'rganishga, zamonaviy diagnostika usullarini qo'llash zaruratiga, shuningdek, malignant miya o'smalarini jarrohlik va kombinatsion davolashning optimal variantlari va hajmini aniqlashga qaratilgan. Ichki miya astrotsitar o'smalar, glial va cheklangan o'smalar misolida optimal kirish usullari ishlab chiqildi, ularning radikal olib tashlash imkoniyatlari va operatsiyalar xavflari aniqlangan. MR tasvirlari asosida intratserebral malignant astrotsitar o'smalar va miya chuqur tuzilmalarining topografik variantlari aniqlangan. Klinik misollar orqali DT-traktografiya usuli ichki kapsula va piramidal yo'lning o'sma bilan nisbatan joylashishini aniqlashga imkon berishini va shu bilan birga, chuqur tuzilmalar o'smalarida operatsiyadan oldingi diagnostik kompleksning ajralmas qismi bo'lishi zarurligini isbotlagan. Jarrohlik kirish usuli o'smaning topografik joylashuviga, DT-traktografiya ma'lumotlariga ko'ra kortikospinal yo'lning holatiga, ventrikulyar tizimning holati va qo'sh funksional tuzilmalariga bog'liq.

Kalit so'zlar: glial miya o'smalari, MRT DT-traktografiya, KST, hayot sifati.

THE ROLE OF MODERN NEUROIMAGING IN CHOOSING THE SURGICAL ACCESS FOR GLIAL TUMORS OF THE BRAIN IN VARIOUS LOCATIONS

Murodova D.S.[1], Polatova D.Sh.[2], Kariev Sh.M.[1], Alimov I.R.[1], Hazratkulov R.B.[1]
Center for the Development of Professional Qualifications of Medical Workers
Scientific and Practical Center for Pediatric Hematology, Oncology and Clinical Immunology

Abstract

The article addresses the current state of the issue concerning glial tumors of the brain with various localizations. The focus of our study was on astrocytic tumors and gliomas of deep brain structures. The research aims to investigate the clinical aspects, the necessity of applying modern diagnostic methods, and the search for optimal surgical and combined treatment strategies for malignant brain tumors. Using examples of intracerebral astrocytic series tumors, glial, and well-defined tumors of deep brain structures, optimal surgical approaches have been developed, with clarification of their radical removal potential and associated surgical risks. Based on MRI data, topographic variants of intracerebral malignant astrocytic series tumors and deep brain structures have been determined. Clinical examples demonstrate that DT tractography allows the identification of the relative positioning of the inner capsule and pyramidal tract in relation to the tumor, and it should be an essential component of preoperative diagnostic assessment.

Keywords: glial brain tumors, MRI DT- tractography, CST, quality of life.

Введение. Опухоли головного мозга представляют собой разнообразную группу новообразований, которая охватывает широкий спектр морфологических и клинических характеристик, подробно отражённых в классификации ВОЗ 2016 года. Внедрение магнитно-резонансной томографии (МРТ) стало важным достижением в диагностике опухолей центральной нервной системы, существенно улучшив точность визуализации и оценку пространственных параметров новообразований. Совершенствование технологий МРТ открыло возможности для определения темпов роста опухолей, их размеров и взаимосвязи с окружающими тканями, что значительно улучшило планирование нейрохирургических вмешательств в сложных анатомических и функционально важных зонах мозга.

С конца XX века начали появляться сообщения об успешных операциях по удалению опухолей ствола мозга, что расширило показания для хирургического лечения новообразований в глубинных структурах, таких как третий желудочек, область хиазмы, зрительный бугор и эпифиз. Однако опухоли глубинных отделов мозга остаются недостаточно исследованными из-за их редкой встречаемости, трудной доступности и ограниченного клинического опыта. Глиомы этих локализаций составляют лишь 2–5 % всех внутричерепных опухолей в разных возрастных группах. У детей преобладают пилоидные астроцитомы (Grade I), а у взрослых — инфильтративные глиомы (Grade II–IV).

Хирургическое лечение таких опухолей требует высокой точности визуализации с учётом топографических особенностей и связей с функционально важными зонами мозга, особенно с пирамидным трактом.

Цель исследования. Целью данного исследования является разработка обоснованного методологического подхода к лечению пациентов с глиальными опухолями головного мозга, включая опухоли глубинной локализации, с использованием современных методов нейровизуализации и интраоперационного нейрофизиологического мониторинга.

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование основано на анализе

результатов хирургического и комбинированного лечения астроцитом различной степени злокачественности (Grade I–IV по классификации ВОЗ) у 117 взрослых пациентов, оперированных в клинике «Nano Medical Clinic» в период с 2020 по 2024 год.

Возраст пациентов варьировал от 18 до 68 лет. В исследуемую выборку вошли 61 мужчина (52,1%) и 56 женщин (47,9%). Возрастное распределение среди мужчин составило: 18–30 лет — 18 человек (29,5%), 31–40 лет — 27 (44,3%), 41–60 лет и старше — 16 (26,2%). Среди женщин: 18–30 лет — 12 человек (21,4%), 31–40 лет — 26 (46,4%), 41–60 лет и старше — 18 (32,1%).

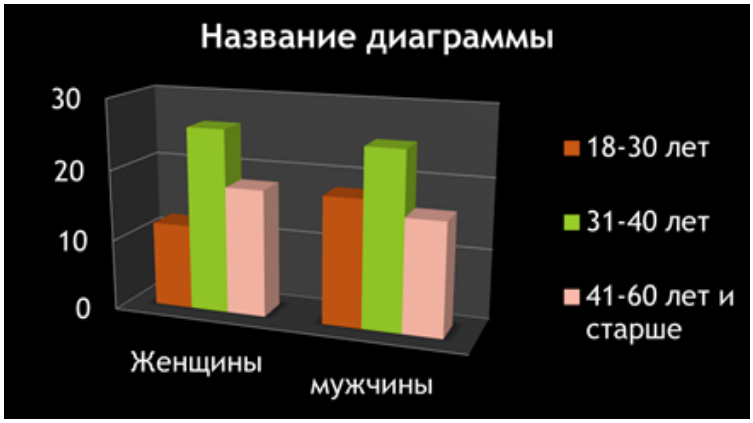


Рисунок 1. Распределение пациентов по возрасту и полу.

Локализация опухолей: у 52 пациентов опухоль располагалась в правом полушарии, у 65 — в левом. Программа обследования включала комплексное неврологическое, офтальмологическое и отоневрологическое исследование до и после операции, а также анализ данных МРТ и диффузионной тензорной МРТ (ДТ-МРТ) на пред- и послеоперационных этапах.

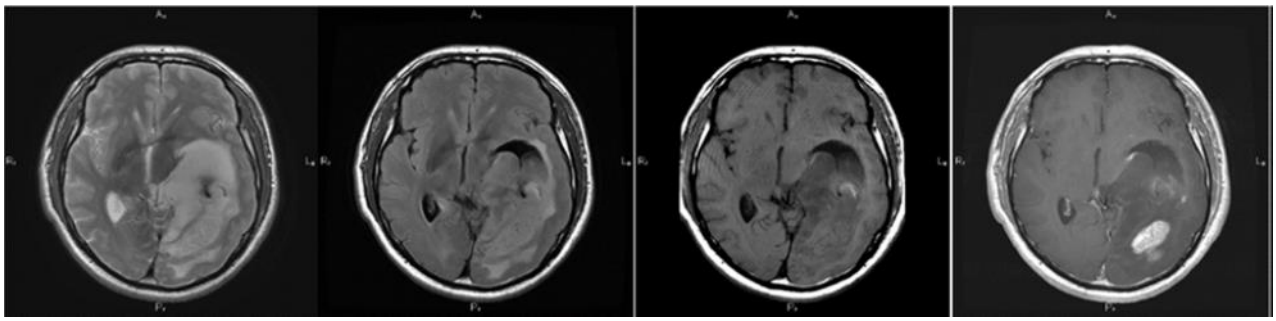


Рисунок 2. Пациент Б. Астроцитома Grade III в левой теменно-височно-затылочной области. МРТ (режимы T2WI, T2-FLAIR, T1WI, T1WI с контрастом) демонстрирует интенсивное накопление контрастного вещества в строме опухоли.

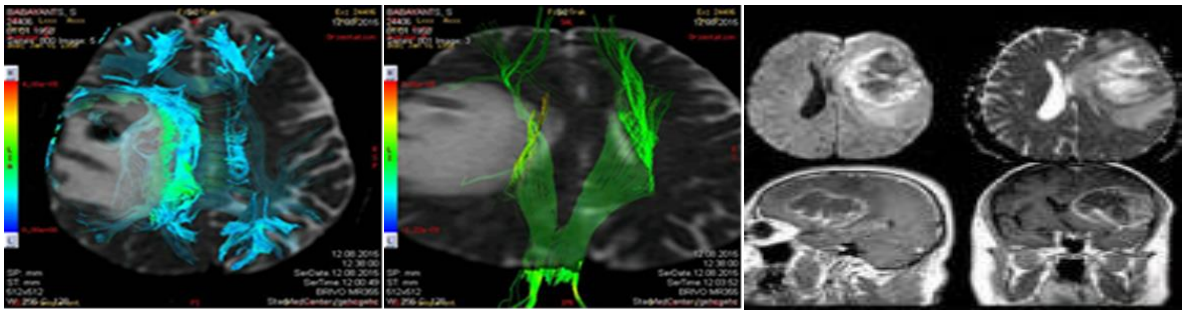


Рисунок 2.1. Пациент Н. Глиобластома Grade IV в левой лобно-теменно-височной области. МРТ с ДТ-трактографией выявляет компрессию и частичное поражение проводящих путей мозга.

Критерии включения: нейрорадиологические данные и клинические проявления заболевания. Оценивались результаты КТ и МРТ, выполненные как по месту жительства, так и в кафедре нейрохирургии ЦРПКМР МЗ РУз. В исследование были включены пациенты с глиальными опухолями больших полушарий и астроцитарными опухолями глубинных структур, таких как таламус и зрительный тракт (без вовлечения хиазмы).

Для удаления внутримозговых и глубинных глиом применялись следующие хирургические доступы:

1. транскаллёзный,
2. затылочный межполушарный,
3. транскортикальные трансвентрикулярные (лобный, височный, теменной),
4. птериональный,
5. транссильвиевый,
6. инфратенториальный супрацеребеллярный,
7. субвисочный.

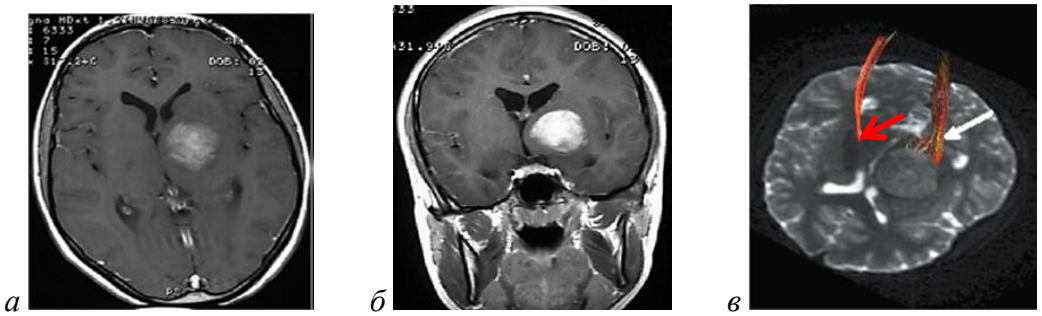
Выбор доступа основывался на детальном анализе анатомо-топографических особенностей опухоли, в том числе с использованием ДТ-трактографии, и был строго индивидуализирован с целью минимизации травматизации. Учитывались следующие факторы:

1. Глубина залегания опухоли и её распространение относительно кортикоспинального тракта (КСТ) и фиброзной зоны (ФВЗ);
2. Состояние прилежащих структур (внутренняя капсула, ножки мозга, гипоталамус, магистральные сосуды);
3. Неврологический статус пациента;
4. Наличие или отсутствие гидроцефалии, играющей важную роль в расширении операционного доступа за счёт уменьшения внутричерепного давления.

Дополнительно учитывалась структура опухоли (узловая или кистозная) и особенности её инфильтрации. По данным ДТ-трактографии при злокачественных опухолях чаще наблюдалась дислокация волокон, при доброкачественных — инфильтрация. Объем удаления опухоли оценивался по данным МРТ с контрастным усилением.

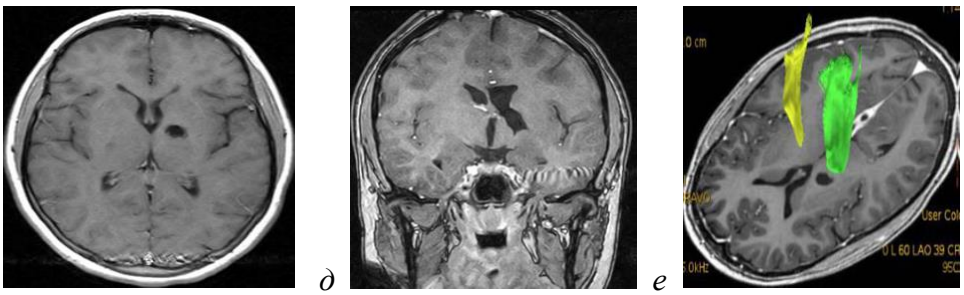
У пациентов с ограниченными формами (пилоидные астроцитомы Grade I) степень радикальности операции классифицировалась следующим образом:

- тотальное удаление — 100% объема,
- субтотальное — 75–<100%,
- частичное — 50–<75%.



а *б* *в*

Рисунок 3. МРТ в режиме Т1 с контрастом в аксиальной (а) и фронтальной (б) проекциях, ДТ-трактография (в): смещение волокон КСТ кзади и латерально.



г *д* *е*

Рисунок 3.1. МРТ в режиме Т1 с контрастом (г, д) и ДТ-трактография (е) через год после операции.

При диффузных опухолях полное удаление, как правило, недостижимо. В этих случаях использовалась следующая классификация:

- субтотальное удаление — ≥75% объема,
- частичное — 50–75%,
- околототальное — ≥95%, при отсутствии явной остаточной опухоли на МРТ или наличии лишь зоны инфильтрации. Такой объем операции обозначен как «околототальное» удаление.

Результаты исследования и обсуждение.

Таблица 1

Радикальность операции в зависимости от гистологии опухоли.

Гистология	Радикальность	Всего
А(Астроцитома)	субтотальное	11(52,4%)
	околототальное	6(28,6%)
	частичное	4(19,0%)
	всего	21(100%)
АА (анапластическая астроцитома)	субтотальное	16(44,4%)
	околототальное	9(25%)
	частичное	11(30,6%)
	всего	36(100%)
ГБ (глиобластома)	субтотальное	19(40,4%)
	околототальное	10(21,3%)
	частичное	18(38,3%)
	всего	47(100%)
ПА (пилоидная астроцитома)	субтотальное	5(38,5%)
	тотальное	5(38,5%)
	частичное	3(23,0%)
	Всего	13(100%)
Всего		117

Частота тотальных удалений опухоли превалировала в группе ПА,

субтотальных и частичных – в группах диффузных астроцитом (А, АА, ГБ) (Таб.1).

Динамика состояния пациента и неврологического статуса в общей группе пациентов в раннем послеоперационном периоде была следующей:

- улучшение состояния с частичным или полным регрессом неврологической симптоматики отмечена у 73,5% пациентов, ухудшение состояния с нарастанием

неврологических симптомов зафиксирована в 15,5% случаев, состояние не изменилось и соответствовало дооперационному уровню у 7,5% пациентов. Смертность в раннем послеоперационном периоде составила 3,5% (3 пациентов) (Таб. 2, Рис.3.2).

Таблица 2

Ближайшие результаты хирургического лечения.

Исход	Всего	Гистология			
		А	АА	ГБ	ПА
Без изменений	14	-	4	7	2
Смерть	4	1	1	2	-
Улучшение	82	17	27	29	9
Ухудшение	17	3	5	11	2
Общий итог	117	21	36	47	13

Частота улучшений после операций на доброкачественных и злокачественных глубинных астроцитомах была высокой и статистически не отличалась (χ^2 = 0,5480, p = 0,5480). Послеоперационная летальность не была зафиксирована в группе пациентов с пилоидными астроцитомами (Grade I WHO) (рисунок 4).

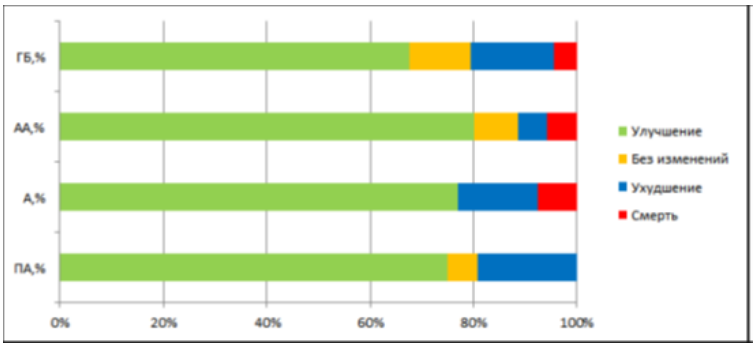


Рисунок 4. Динамика неврологического статуса пациентов с глубинными глиомами в раннем послеоперационном периоде в зависимости от гистологии.

Все случаи смерти в раннем послеоперационном периоде (4 пациента, 3,4%) происходили среди пациентов с диффузными опухолями (Grade II–IV WHO), состоянием которых при поступлении было тяжелым. Основными причинами летальности стали кровоизлияние в остатки опухоли, отек и дислокация мозга.

Резекция глубинных опухолей сопряжена с высоким риском повреждения пирамидных путей, расположенных в колене и передней трети заднего бедра внутренней капсулы (между зрительным бугром и головкой хвостатого ядра, от передней спайки мозга до межжелудочкового отверстия). Эти структуры могут деформироваться и смещаться, что усложняет операцию. Для оценки смещения пирамидного тракта и определения оптимальной траектории подхода крайне важны данные МРТ и МРТ-ДТ-трактографии. В интраоперационном периоде проводится стимуляция моторных вызванных потенциалов для точной идентификации кортикоспинальных проводников. МРТ ДТ-трактография позволяет визуализировать направление смещения кортикоспинального тракта опухолью и способствует оптимальному планированию оперативного доступа [17, 18, 21].

Клинический пример: Пациенту М.Ш., 21 год, выполнена микрохирургическая

резекция опухоли правого зрительного тракта с интраоперационным нейрофизиологическим мониторингом. Гистологический диагноз — пилоидная астроцитома (Grade I WHO). Опухоль была четко ограничена зрительным трактом и имела плоскостную кисту. Отмечалась деформация ножки мозга, зрительного бугра и медиальных отделов височной доли. Интраоперационное электрофизиологическое картирование позволило точно идентифицировать расположение кортикоспинальных двигательных путей.

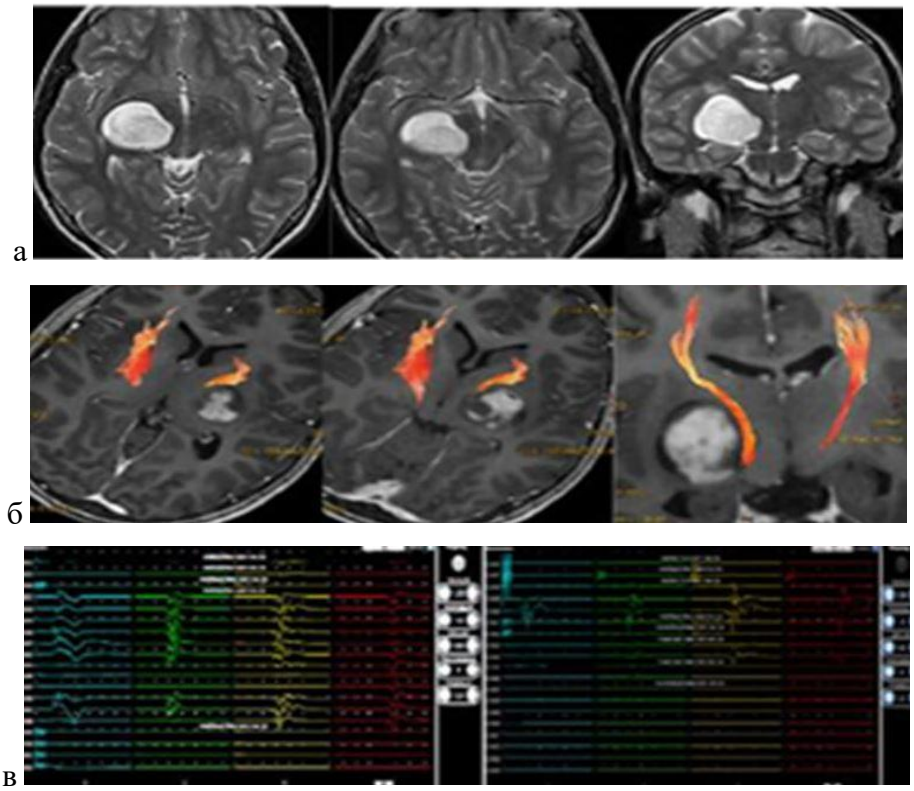


Рисунок 5. Опухоль правого зрительного тракта: а — МРТ в аксиальной и фронтальной проекциях в режиме Т2; б — МРТ-трактография в аксиальной и фронтальной проекциях.

Контрольные МРТ головного мозга на 2-й день и через 3 месяца после операции показали полное удаление опухоли. На МРТ ДТ-трактографии визуализируется кортикоспинальный тракт, деформация которого регрессировала (см. Рис. 5.1 а, б). Сила мышц в конечностях в послеоперационном периоде не изменилась. В клинической картине наблюдалось нарушение поля зрения в виде полной левосторонней гомонимной гемианопсии.

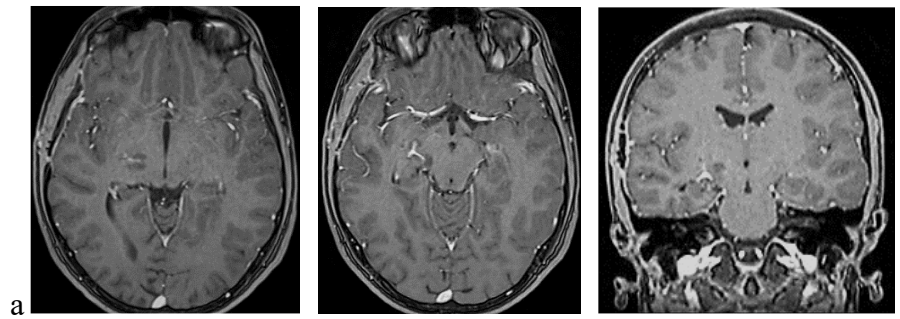


Рисунок 5.1. МРТ через 3 месяца после операции: а — режим Т1 с контрастным усилением, выявленное полное удаление опухоли.

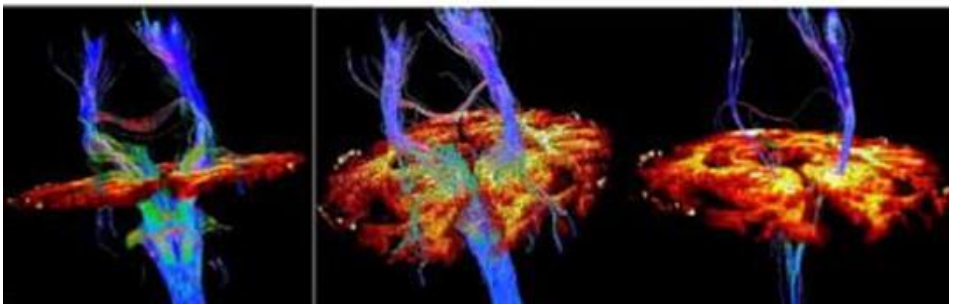


Рисунок 5.1. б-МРТ ДТ-трактография с регрессом деформации кортикоспинального тракта.

При инфильтративных опухолях (Grade II-IV WHO) тотальное удаление опухоли невозможно. Дифференцированный подход к хирургическому лечению инфильтративных астроцитом подкорковых структур и четкое определение показаний для удаления злокачественных глубинных глиом позволили достичь высоких показателей субтотальных и околототальных резекций (42% и 19% для анапластических астроцитом, 61% и 24% для глиобластом), что сопровождалось положительной динамикой общего состояния и неврологической симптоматики после операции (80% у пациентов с АА и 68% у пациентов с ГБ).

Регресс гипертензионной и неврологической симптоматики после удаления злокачественных астроцитом позволил провести адъювантную терапию в протокольные сроки, что привело к улучшению выживаемости. Медиана выживаемости составила 12,6 месяцев для пациентов с ГБ и 16,02 месяца для пациентов с АА.

Улучшением состояния пациента считался регресс одного или нескольких симптомов, доминировавших перед операцией. Ухудшение состояло в появлении новых неврологических симптомов или усилении ранее существовавших. Без изменений обозначались случаи, когда неврологический статус пациента на момент выписки оставался на уровне дооперационного состояния. Летальность в раннем послеоперационном периоде была зарегистрирована только у пациентов, у которых произошла смерть вследствие осложнений, связанных с операцией. Оценка состояния пациентов в отдалённом периоде проводилась при очных осмотрах, через ответы на опросники, а также посредством телефонного анкетирования. Качество жизни в отдалённом периоде оценивалось по шкале Карновского [4]. Всем пациентам с злокачественными глиомами (Grade III-IV WHO) в послеоперационном периоде проводилась адъювантная терапия.

Заключение. Таким образом, на основе нашего клинического опыта, удаление опухолей показано при МРТ-диагностируемых ограниченных глубинных астроцитомах (ПА), а также при диффузных астроцитомах с наличием ограниченного компонента и выраженным масс-эффектом (А, АА, ГБ). Противопоказанием к хирургическому вмешательству является наличие диффузной опухоли без выраженного масс-эффекта. Выбор хирургического доступа определяется точной топографией опухоли, с учетом обхода кортикоспинального тракта. МРТ ДТ-трактография (DTI) служит основным диагностическим методом для определения расположения пирамидного пути и уточнения топографии глубинной опухоли. В дальнейшем необходимо продолжить сбор данных, совершенствование хирургической техники и статистическую оценку эффективности мониторинга, а также изучить его влияние на качество жизни пациентов в послеоперационный период. Эти вопросы являются актуальными для дальнейших исследований, посвященных глиомам различных локализаций и структур головного мозга.

Использованная литература:

1. Кадыров Ш.У. / Хирургическое лечение опухолей таламуса. Литературный обзор // Нейрохирургия и неврология детского возраста – 2007 - №2 – с. 71-77.
2. Коновалов А.Н., Кадыров Ш.У./ Хирургические доступы к опухолям таламуса. // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2011 - №1 – с 4-11.
3. Пронин И.Н., Фадеева Л.М., Захарова Н.Е., Долгушин М.Б., Подопригора А.Е., Корниенко В.Н. / Диффузионная тензорная магнитно-резонансная томография и трактография. // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2008 - Том 2 №1 - с 32-40
4. Чудакова И.В. Качество жизни больных опухолями головного мозга / И.В. Чудакова, В.Н. Григорьева, С.Б. Рогожкин // Поленовские чтения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2017. – С. 225-226.
5. Albright AL. / Feasibility and advisability of resections of thalamic tumors in pediatric patients. // J Neurosurg Spine. 100(5):468-72, 2014.
6. Bauman G.S. Conventional radiation / G.S. Bauman, D.A. Larson // Neurooncology. Essentials. – New York, 2000. – Ch. 16. – P. 169-182.
7. Louis D.N., Ohgaki H., Wiestler O.D., Cavenee W.K. (Eds.) / WHO Classifcation of Tumours of the Central Nervous System (Revised 4th edition). IARC: Lyon 2016.
8. Ohue S, Kohno S, Inoue A, et al. / Accuracy of diffusion tensor magnetic resonance imaging-based tractography for surgery of gliomas near the pyramidal tract: asignificant correlation between subcortical electrical stimulation and postoperative tractography. // Neurosurgery. 2012;70(2):283–293.
9. Ozek M.M., Ture U. / Surgical approach to thalamic tumors. // Child's Nerv. Syst.18:450-456; 2002.
10. Parekh C, Jubran R, Erdreich-Epstein A, Panigrahy A, Bluml S, Finlay J, Dhall G. /Treatment of children with recurrent high grade gliomas with a bevacizumab containing regimen.// J Neurooncol. 2011 Jul;103(3):673-80. doi: 10.1007/s11060-010-0444-x. Epub 2010 Nov 1.
11. Sanai N, Berger MS. / Intraoperative stimulation techniques for functional pathway preservation and glioma resection. // Neurosurg Focus. 2010;28(2):E1
12. Szelenyi A, Bello L, Duffau H, et al. / Intraoperative electrical stimulation in awake craniotomy: methodological aspects of current practice. // Neurosurg Focus. 2010;28(2):E7
13. Weller M., van den Bent M., Hopkins K., Tonn J.C., Stupp R., Falini A., et al. / European Association for Neuro-Oncology (EANO) Task Force on Malignant Glioma. EANO guideline for the diagnosis and treatment of anaplastic gliomas and glioblastoma. // Lancet Oncol 2014; 15 (9): 395–403.
14. Weller M., Pfster S.M., Wick W., Hegi M.E., Reifenberger G., Stupp R. / Molecular neuro-oncology in clinical practice: a new horizon. // Lancet Oncol 2013; 14(9): 370–9.
15. Wu B, Tang C, Wang Y et al. / High-grade thalamic gliomas: Microsurgical treatment and prognosis analysis. // J Clin Neurosci. 2018 Mar; 49:56-61. doi: 10.1016/j.jocn.2017.12.008. Epub 2017 Dec 14
16. Yasargil M.G., Ture U., Yasargil D.C.H. / Surgical anatomy of supratentorial midline lesions. / Neurosurgical focus. 18(6) 2005.
17. Zheng X, Xu X, Zhang H et al. / Preliminary Experience with Use of Intraoperative Magnetic Resonance Imaging in Thalamic Glioma Surgery: A Case Series of 38 Patients // World

Neurosurgery - 2016 May – Vol. 89 – P34-41. doi:10.1016/j.wneu.2016.01.092. Epub 2016 Feb 13.A

18. Zuo M, Li M, Chen N, Yu T et al. / IDH1 status is significantly different between high-grade thalamic and superficial gliomas. // Cancer Biomark. 2017 Aug 23;20(2):183-189. doi: 10.3233/CBM-170175
19. Vanderauwera J., De Vos A., Forkel S.J., Catani M., Wouters J., Vandermosten M., Ghesquière P. Neural organization of ventral white matter tracts parallels the initial steps of reading development: A DTI tractography study // Brain Lang., 2018. – Vol. 183. – pp. 32-40.
20. Xie, Sangma; Zuo, Nianming; Shang, Liqing; Song, Ming; Fan, Lingzhong; Jiang, Tianzi How Does B-Value Affect HARDI Reconstruction Using Clinical Diffusion MRI Data? - Source: PLoS ONE, 2015. - Vol. 10, Issue 3. – pp. 1-19.
21. Yamaguchi F., Ten H., Higuchi T., Omura T., Kojima T., Adachi K., Kitamura T., Kobayashi S., Takahashi H., Teramoto A., Morita. An intraoperative motor tract positioning method in brain tumor surgery: technical note// J. Neurosurg., 2018. – Vol. 129 (3). – pp. 576-582.