



КАРТИРОВАНИЕ КОРТИКАЛЬНЫХ РЕЧЕВЫХ ЗОН И АРКУАТНОГО ТРАКТА У ПАЦИЕНТОВ С ГЛИОМАМИ ВИСОЧНОЙ ДОЛИ ЛЕВОГО ПОЛУШАРИЯ (АНАЛИЗ СЕРИИ ИЗ 27 НАБЛЮДЕНИЙ)

В.Ю. Жуков¹, С.А. Горяинов¹, С.Б. Буклина^{1,2}, Р. Афандиев¹, Я.О. Володина¹, С.А. Маряшев¹,
А.А. Огурцова¹, Г.Л. Кобяков¹

¹ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16;

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1

Контакты: Сергей Алексеевич Горяинов sgoraynov@nsi.ru

Введение. Краниотомия в сознании – возможный инструмент оптимизации степени резекции опухоли при сохранении качества жизни. Традиционно основной акцент во время данных операций делается на корковых зонах речи. В то же время отмечается дефицит исследований о картировании длинных ассоциативных трактов во время удаления глиом доминантного по речи полушария.

Цель работы – анализ данных интраоперационного картирования и послеоперационного состояния речевой функции у пациентов с глиомами височной доли левого полушария (в том числе с вовлечением аркуатного пучка), оперированных по методике краниотомии в сознании.

Материалы и методы. Глиомы височной доли левого полушария удалены у 27 больных в возрасте от 14 до 67 лет (медиана возраста 43 года). У 10 больных опухоль локализовалась в средних отделах височной доли (на уровне средней и верхней височных извилин), у 9 пациентов – в задних отделах височной доли и выходила в супрааргинальную зону, у 8 распространялась частично с височной доли на островковую. Глиомы высокой степени злокачественности выявлены у 21 пациента, у 6 отмечались опухоли низкой степени злокачественности. Хирургическое вмешательство осуществлялось с интраоперационным «пробуждением». Всем пациентам проведена кортикальная электрофизиологическая стимуляция с целью контроля локализации корковых речевых зон, в 21 наблюдении выполнена субкортикальная стимуляция для выявления терминалей аркуатного пучка. Речевые нарушения до и после операции (на 4–6-й день) оценивались нейропсихологом по методике А.Р. Лурии, интраоперационно дополнительно использовался автоматизированный тест с названием картинок. Средняя сила тока при прямой электрической стимуляции составила 3 (1,9–6,5) мА. В 12 случаях до и после операции выполнена магнитно-резонансная (МР) трактография с построением аркуатного тракта.

Результаты. Корковые височные речевые зоны при интраоперационной электростимуляции выявлены у 20 (74 %) из 27 пациентов. У 10 пациентов картирован аркуатный тракт в виде появления смешанных речевых нарушений в глубине операционной раны. У 23 (85,2 %) из 27 пациентов в раннем послеоперационном периоде отмечено нарастание нарушений речи, из них у 13 человек – только по височному типу и у 10 человек (операция на глубоких задних отделах височной доли) – сочетание височного и лобных типов нарушений речи (проводниковая афазия). На послеоперационной МР-трактографии (выполнена 12 пациентам) в 5 случаях выявлено прямое интраоперационное поражение тракта, а в 2 случаях – ишемия области его прохождения. У этих 7 пациентов после операции отмечены сочетанные речевые нарушения. Грубая сенсорная афазия после операции проявилась у 4 пациентов, из них у 2, по данным послеоперационной МР-томографии, выявлена ишемия, еще у 2 – геморрагическое пропитывание в ложе удаленной опухоли.

Заключение. При удалении опухолей височной доли в условиях «пробуждения» необходимо картировать речь не только в кортикальных, но и в субкортикальных отделах с терминалями аркуатного пучка. Картирование речи в этих разных локализациях позволяет выявлять принципиально отличающиеся речевые нарушения.

Ключевые слова: хирургия с «пробуждением», глиомы, картирование, аркуатный тракт

Для цитирования: Жуков В.Ю., Горяинов С.А., Буклина С.Б. и др. Картирование кортикальных речевых зон и аркуатного тракта у пациентов с глиомами височной доли левого полушария (анализ серии из 27 наблюдений). Нейрохирургия 2023;25(1):53–61. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-53-61

Mapping of cortical speech zones and arcuate tract in patients with gliomas of temporal lobe of left hemisphere (analysis of a series of 27 observations)

V.Y. Zhukov¹, S.A. Goryainov¹, S.B. Buklina^{1,2}, R. Afandiev¹, Ya.O. Vologdina¹, S.A. Maryashev¹, A.A. Ogurtsova¹, G.L. Kobayakov¹

¹Acad. N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia; 16 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow 125047, Russia;

²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia

Contacts: Sergey Alekseevich Goryainov sgoraynov@nsi.ru

Introduction. Craniotomy in conscious patients is a possible tool for optimizing of tumor resection degree (Extent of Resection) while maintaining the quality of life. Traditionally, the main focus during these operations is on the cortical speech areas. At the same time, there is a shortage of studies on mapping of long associative tracts during the removal of gliomas of dominant speech hemisphere.

Aim. To analyze the data of intraoperative mapping and the postoperative state of speech function in patients with temporal lobe gliomas of left hemisphere (including those involving arcuate bundle) operated by the use of method of craniotomy in consciousness.

Materials and methods. Gliomas of temporal lobe of left hemisphere were removed in 27 patients aged 14 to 67 years (median age 43 years). In 10 patients, the tumor was localized in middle parts of temporal lobe (at the level of middle and upper temporal gyri), in 9 patients – in posterior parts of temporal lobe and exited into the supramarginal zone, in 8 it spread partially from temporal lobe to insular area. Gliomas of high degree of malignancy were detected in 21 patients, 6 had tumors of low degree of malignancy. Surgical intervention was performed with intraoperative “awakening”. All patients underwent cortical electrophysiological stimulation in order to control localization of cortical speech zones, subcortical stimulation was performed in 21 cases to identify terminals of arcuate bundle. Speech disorders before and after surgery (on day 4–6) were evaluated by neuropsychologist using the method proposed by A.R. Luria, an automated test with the naming of pictures was additionally used intraoperatively. The average current strength of direct electrical stimulation was 3 (1.9–6.5) mA. In 12 cases, magnetic resonance (MR) tractography with construction of arcuate tract was performed before and after the surgery.

Results. Cortical temporal speech zones during intraoperative electrical stimulation were detected in 20 (74 %) of 27 patients. In 10 patients, the arcuate tract was mapped in form of appearance of mixed speech disorders in the depth of surgical wound. In 23 (85.2 %) of 27 patients in early postoperative period, an increase in speech disorders was noted of which 13 people had disorders of temporal type only and 10 people (surgery on deep posterior parts of temporal lobe) had a combination of temporal and frontal types of speech disorders (conduction aphasia). Postoperative MR-tractography (performed in 12 patients) revealed direct intraoperative tract lesion in 5 cases and ischemia of the tract area passage in 2 cases. These 7 patients had combined speech disorders after surgery. Gross sensory aphasia after surgery was manifested in 4 patients, in 2 of them ischemia was revealed according to postoperative magnetic resonance imaging, and 2 more had hemorrhagic impregnation in the removed tumor bed.

Conclusion. When removing tumors of temporal lobe in “awakening” conditions it is necessary to map speech zones not only in the cortical, but also in the subcortical area with terminals of arcuate bundle. Mapping of speech zones in these different localizations makes it possible to identify fundamentally different speech disorders.

Keywords: surgery with “awakening”, gliomas, mapping, arcuate tract

For citation: Zhukov V.Yu., Goryainov S.A., Buklina S.B. et al. Mapping of cortical speech zones and arcuate tract in patients with gliomas of temporal lobe of left hemisphere (analysis of a series of 27 observations). *Neurosurgery* 2023;25(1):53–61. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-53-61

ВВЕДЕНИЕ

Заболеваемость глиомой височной доли доходит до 29 % всех глиальных опухолей, занимая 2-е место по частоте после глиом лобной доли [1]. Традиционно как в отечественной, так и в зарубежной литературе основное внимание нейрохирургов связано с картированием корковых речевых зон головного мозга [2–6]. Несмотря на то что анатомия аркуатного тракта была подробно описана более 200 лет назад Карлом Фридрихом Бурдахом (в 1819–1826 гг.) и Жюлем Дежеринем (1895), мы не нашли в отечественной литературе описаний крупных серий операций у пациентов с вовле-

чением данного пучка в опухоль в височной доле левого полушария у правшей с глубоким анализом до-, интра- и послеоперационных нарушений речи, а также особенностей кортикального и субкортикального картирования при выполнении краниотомии в сознании у таких пациентов.

В более ранних публикациях мы подробно освещали анатомию длинных ассоциативных трактов мозга [7–9], представили результаты картирования аркуатного тракта при глиомах доминантного полушария, локализованных в лобной доле, а также особенности афазии при повреждении данного тракта [10–11]. Эта

работа является продолжением предыдущих публикаций группы авторов (ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России), содержит анализ серии, включающей 27 пациентов с глиомами, локализованными в височной доле левого полушария, которым выполнено как кортикальное, так и субкортикальное картирование, а также анализ интраоперационных и ранних послеоперационных речевых нарушений.

Цель работы — изучение данных интраоперационного картирования и послеоперационного состояния речевой функции у пациентов с глиомами височной доли левого полушария (в том числе и с вовлечением аркуатного пучка), оперированных по методике краинотомии в сознании.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Удаление опухоли височной доли в условиях «пробуждения» выполнено в ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 27 пациентам в возрасте от 14 до 67 лет, медиана возраста равнялась 43 годам, подробные данные о пациентах приведены в табл. 1.

Всем больным до операции, а также на 4–6-й день после нее проводилось унифицированное комплексное нейропсихологическое исследование по методу А.Р. Лурии [12]. В большей степени обследование показывало качественную сторону когнитивных нарушений и их основной механизм, что позволяло в дальнейшем строить индивидуальный план реабилитации, и в первую очередь это касалось характера нарушений речи. Подробный набор методик для нейропсихологического исследования был идентичен описанному нами ранее [11].

Следует подчеркнуть, что при тестировании больных с опухолями височной доли предъявление в качестве речевой нагрузки перечисления автоматизированных рядов (счет от 1 до 10, месяцев и дней недели) не является валидным, так как больной даже при грубом повреждении височной доли, как правило, не теряет способности к автоматизированной речи. Исходя из этого в качестве основной речевой нагрузки мы использовали тест на название («золотой стандарт») 50 простых черно-белых картинок объектов, реже 50 картинок действий [13], потому что при височных поражениях в первую очередь страдает название объектов [12]. Называние действий в качестве облегченного теста предъявлялось единичным больным, у которых уже до операции была частично нарушена речь. Программа показа картинок была автоматизирована. При показе каждой картинке больной говорил, например: «Это аквариум». Наличие местоимения «это» позволяло отличить, забыл ли больной слово или вообще не может говорить (остановка речи). Кроме названия

Таблица 1. Характеристика пациентов исследуемой группы, N = 27
Table 1. Characteristics of patients in the study group, N = 27

Показатель Variable		Число пациентов, абс. Number of patients, abs	Всего Total
Пол: Sex:			
мужчины men		8	27
женщины women		19	
Локализация опухоли Tumor localization			
Изолированно в височной доле (T1, T2) Isolated in temporal lobe (T1, T2)		10	27
Задние отделы T1 + супрамаргинальная извилина Posterior zones T1 + supramarginal gyrus		9	
Височная + островковая доли Temporal + insular lobes		8	
Гистология Histology			
LGG	Дисэмбриопластическая нейроэпителиальная опухоль Dysembrioplastic neuroepithelial tumor	1	6
	Диффузные астроцитомы Diffuse astrocytomas	3	
	Олигодендроглиомы Oligodendrogliomas	2	
HGG	Анапластические астроцитомы Anaplastic astrocytomas	9	21
	Анапластические олигодендроглиомы Anaplastic oligodendrogliomas	4	
	Глиобластомы Glioblastomas	8	

Примечание. LGG — низкоквалифицированные глиомы, HGG — высококвалифицированные глиомы.

Note. LGG — low-grade malignancy gliomas, HGG — high-grade malignancy gliomas.

картинок, при распространении опухоли на задние отделы височной доли больному предъявлялись для повторения слова и слоги с оппозиционными фонемами (например, «дочка — точка», всего 20 пар) для тестирования фонематического слуха. Также во время удаления опухоли непрерывно проводился свободный диалог с больным.

Всем больным выполнены магнитно-резонансная томография (МРТ) с контрастом до операции, компьютерная томография — в раннем послеоперационном периоде, обзорная МРТ — по показаниям. Магнитно-резонансная (МР) трактография с построением

аркуатного тракта проведена в 12 случаях до и после операции. Оценивались взаимоотношение аркуатного тракта и глиомы (интактность, инфильтрация или дислокация волокон), после операции — разрыв тракта и ишемия в перифокальной зоне.

Хирургическое вмешательство осуществлялось с интраоперационным «пробуждением» пациентов по протоколу анестезии asleep—awake—asleep. Всем 27 пациентам проведена кортикальная и 21 больному субкортикальная электрофизиологическая стимуляция в целях контроля локализации функционально значимых структур и уточнения допустимого объема резекции. Для контроля появления или нарастания эпилептиформной активности вследствие электростимуляции после вскрытия твердой мозговой оболочки на кору мозга устанавливался 8-контактный электрод для регистрации электрокортикограммы с таким расчетом, чтобы он не препятствовал хирургическим манипуляциям, обычно субдурально, за пределами трепанационного окна, на кору височной доли.

Электростимуляция проводилась единичными прямоугольными импульсами длительностью 1 мс с частотой подачи стимула 50 Гц (по Пенфилду). Амплитуда стимула в большинстве случаев составляла 4 мА. При наличии у пациента типичных эпилептиформных компонентов в исходной электрокортикограмме (до начала стимуляции) сила стимула снижалась до 2 мА. При получении отрицательного эффекта при стандартном уровне стимуляции на участке коры, на котором, по данным функциональной МРТ, предположительно локализовалась речевая зона, проводилось повторное тестирование. При этом сила стимула увеличивалась до 5 или 6 мА. В качестве стимулирующего зонда использовался стандартный биполярный 2-контактный электрод.

В ходе удаления опухоли велась непрерывная динамическая электростимуляция с помощью специального кольцевого электрода, соединенного с вакуумным аспиратором. Осуществлялась монополярная катодная стимуляция с теми же техническими параметрами, что и при стимуляции коры. Референтный электрод (анод) располагался в точке Fz. Сила стимула при субкортикальной стимуляции составляла от 2 до 4 мА (исходно подавался ток 4 мА, при появлении речевых нарушений силу тока снижали до 2 мА). После появления речевых нарушений в ходе динамической монополярной стимуляции использовали более селективную биполярную стимуляцию для уточнения локализации проводящих путей белого вещества (биполярный зонд, ток от 4 до 8 мА).

РЕЗУЛЬТАТЫ

До операции. Характер жалоб и когнитивный статус до операции прямо зависели от степени злокачественности выявленной опухоли. У больных с глиобластомами преимущественно выявлена акустико-мнестичес-

кая афазия; при анапластических глиомах — сочетание эпилептических приступов и нарушений речи (по типу акустико-мнестической афазии), а при глиомах низкой степени злокачественности преобладал эпилептический синдром. У всех пациентов без исключения страдала слухоречевая память в разной степени. Все больные по самооценке были правши.

Соотношение аркуатного пучка и опухоли, по данным МР-трактографии, приведено в табл. 2. Понятие «инфильтрирован» обозначает, что тракт до операции не простирается, находится в зоне опухоли, но речевых нарушений нет или почти нет, «дислоцирован» — находится по периферии опухоли, деформирован из-за ее роста, «поврежден» — не простирается после операции, находился в зоне опухоли, появились речевые нарушения. Следует отметить, что степень анизотропии МР-трактографии до и после операции была одинаковой.

Таблица 2. Магнитно-резонансная трактография с реконструкцией левого аркуатного тракта до и после операции

Table 2. Magnetic resonance tractography with reconstruction of left arcuate tract before and after surgery

Состояние тракта The state of the tract	До операции Before surgery	После операции After surgery
Интактен Intact	5	3
Инфильтрирован Infiltrated	3	0
Инфильтрирован + дислоцирован Infiltrated + dislocated	3	1
Дислоцирован Dislocated	1	1
Поврежден Damaged	0	7
<i>Итого:</i> <i>Total:</i>	12	12

Как видно из табл. 2, при МР-трактографии до операции отмечались 5 случаев с интактным трактом, реже — инфильтрированные и дислоцированные аркуатные пучки. В то же время, по данным послеоперационной МР-трактографии, из 7 выявленных случаев повреждения тракта 5 были прямого разрыва (микрохирургическими инструментами) и 2 — непрямого (ишемического характера).

Проведение МР-трактографии до операции позволяло планировать объем предстоящей резекции опухоли. Так, например, при инфильтрации опухолью аркуатного тракта, по данным МР-трактографии, уже до операции предполагалось, что полностью удалить опухоль будет невозможно, так как эта часть тракта может сохранять свои функции. При интактном тракте (не входил в состав опухоли), по данным МР-трактографии, опухоль планировали удалить полностью.

При анализе размеров опухоли, по данным дооперационной МРТ, в 22 наблюдениях отмечались средние и большие опухоли (от 3,0 до 7,5 см).

Исследования во время операции. Из 27 пациентов в ходе операции при электростимуляции речевые зоны были обнаружены у 20 пациентов, не обнаружены — у 7. Из них 1 пациентка с глиобластомой взята на операцию с «пробуждением» с уже имеющейся четкой акустико-мнестической афазией, что сделало недостоверными данные тестирования. Еще у 4 больных при «пробуждении» (при наличии дооперационных негрубых речевых расстройств) в качестве речевой нагрузки применялись только автоматизированные ряды и свободный диалог без валидных тестов на называние. У 1 больного с опухолью лобно-височной локализации (grade III) без речевых расстройств до операции речевые зоны, возможно, не попали в трепанационное окно. Еще у 1 пациента с обширной опухолью височно-островковой области с длительным общим судорожным приступом в анамнезе при стимуляции коры височной доли речевых нарушений обнаружено не было, но при стимуляции зоны в области основания островковой доли сознание у этого больного стало спутанным, ему был дан общий наркоз.

У остальных 20 пациентов височные речевые зоны были обнаружены, причем, что очень важно, наблюдались разные речевые эффекты в зависимости от зоны стимуляции височной доли.

При электростимуляции у больных с опухолями *средних отделов височной доли* (верхняя и средние височные извилины) наблюдалась типичная картина речевых нарушений по типу акустико-мнестической афазии [12]. При назывании картинок (чаще объектов) во время электростимуляции как корковых, так и глубоких отделов височной доли больные забывали слова, у них появлялись литеральные парафазии, иногда отмечались негрубые сложности с пониманием инструкций (больные их переспрашивали). Поиски слов отмечались и при свободном диалоге, но автоматизированные ряды больные повторяли хорошо. В процессе тестирования у 1 пациентки этой группы при электростимуляции возникли частые фокальные эпилептические приступы, подтвержденные данными электроэнцефалографии, и тестирование пришлось прекратить.

Наиболее интересные результаты при тестировании получены у больных с локализацией опухоли *в задних отделах височной доли* и распространением ее *на супрамаргинальную извилину*. При электростимуляции коры у них, как и у больных предыдущей группы (с опухолями средних отделов височной доли), отмечались нарушения называния в виде забывания слов и литеральных парафазий. Однако при электростимуляции субкортикальных отделов (на глубине около 2,5 см) в процессе удаления опухоли картина принципиально менялась: присоединялись моторные нарушения речи. Больные испытывали затруднения с началом произ-

несения слова, вплоть до остановки речи (как при стимуляции зоны Брока), в легких случаях выявлялись «спотыкания» при назывании и персеверации слов и слогов, некоторые больные начинали «растягивать» слова и говорить их по слогам. То есть при стимуляции глубоких задних отделов височной доли выявлялись речевые эффекты, очень схожие с таковыми при стимуляции зоны Брока лобной доли (так называемая проводниковая афазия). Топика расположения электрода при этом соответствовала проекции аркуатного тракта, что и было подтверждено данными послеоперационной МР-трактографии у некоторых пациентов.

При интраоперационной электростимуляции больных с опухолями *височной доли, частично распространяющимися на островковую долю*, также возникали забывание слов и литеральные парафазии. При смещении зоны стимуляции ближе к островковой доле выявлены отдельные эффекты «онемения» языка с невозможностью его произвольного движения либо, наоборот, клонические подергивания языка.

Исследования после операции. Нарушений речи после операции не выявлено только у 2 больных: у больного с анапластической астроцитомой височно-лобной области и мальчика 14 лет с дисэмбриопластической нейроэпителиальной опухолью (grade I). У них во время операции при электростимуляции не обнаружено речевых зон. Еще у 2 больных с глиобластомами средних отделов височной доли не отмечено нарастания имевшихся до операции речевых нарушений в виде акустико-мнестической афазии.

При расположении опухоли *в средних отделах височной доли*, а также при распространении опухоли *на островковую долю* у 9 больных выявлено, как и ожидалось, нарастание акустико-мнестической афазии с забыванием слов и описанием предметов по функциональному признаку. У 4 пациентов расстройства речи после операции были грубыми и характеризовались как акустико-гностическая (сенсорная) афазия — речь больных напоминала словесную крошку, изобиловала литеральными парафазиями, страдали понимание речи и фонематический слух. Опухоли у этой группы пациентов были обширными, занимали большой объем височной доли, причем у 2 больных, по данным послеоперационной МРТ в режиме диффузии, была подтверждена фокальная ишемия и еще у 2 — геморрагии в ложе удаленной опухоли.

После операции у 10 пациентов нарушения речи носили сложный характер, а именно: имелись признаки поражения височной и лобной долей, т. е. акустико-мнестическая афазия сочеталась с отчетливым моторным компонентом нарушения речи. У 7 из них опухоль была расположена *в заднеглубоких отделах* левой височной доли с частичным переходом *на супрамаргинальную извилину*, а у остальных опухоль захватывала большой объем левой височной доли. При «пробуждении»

у этих пациентов также наблюдались моторные эффекты.

Из 10 пациентов с проводниковой афазией в 7 случаях после операции проведена МР-трактография: у 5 пациентов выявлено непосредственное повреждение аркуатного тракта (разорван), еще в 2 случаях имелась прикраевая ишемия в ложе удаленной опухоли с отсутствием волокон в зоне прохождения тракта (см. табл. 2).

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Больная Р., 32 года, с диагнозом «олигодендроглиома (grade II) в левой височной доле и супрамаргинальной извилине теменной доли». Из анамнеза: стала отмечать, что в последнее время при малейшем отвлечении сразу забывала прочитанное.

Нейропсихологическое исследование до операции: речь и письмо сохранены. Выявляется отчетливое снижение слухоречевой памяти в отсроченном звене.

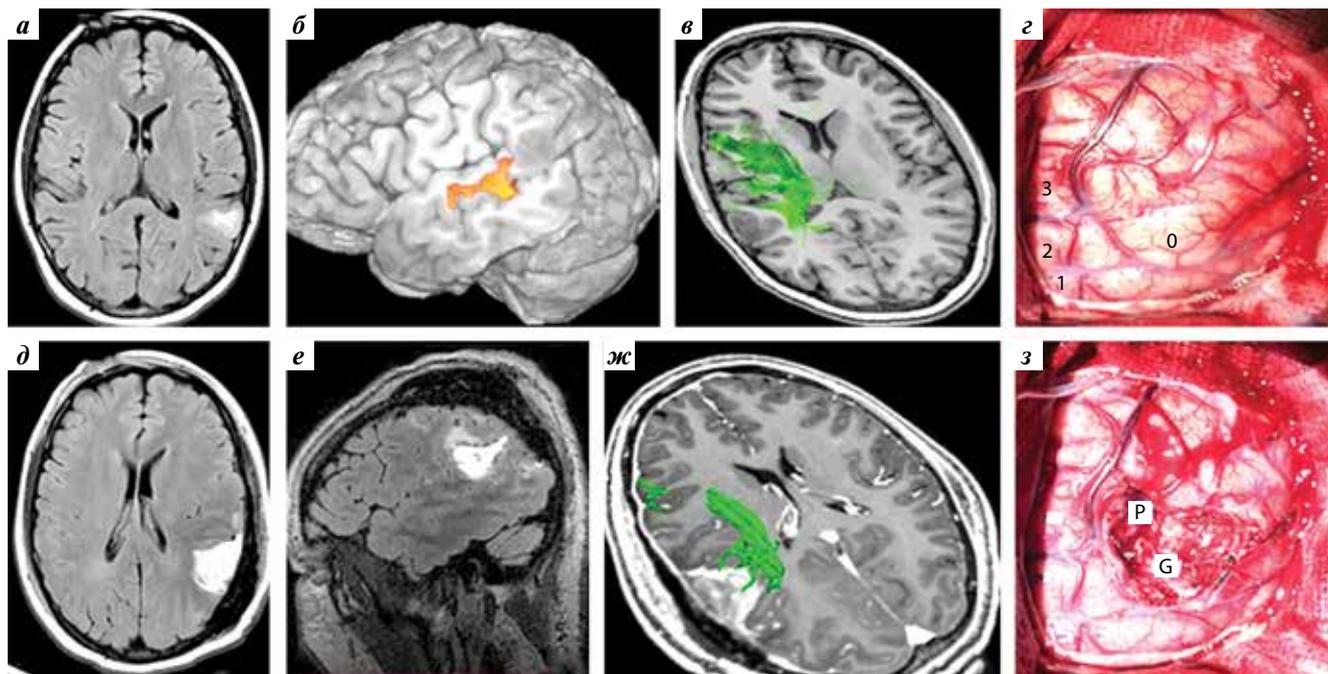
Интраоперационный мониторинг (краниотомия в сознании): при электростимуляции коры (сила тока 4 мА) кпереди от опухоли в задних отделах верхней височной извилины (см. зону 2 на рисунке, г) выявлены литеральные парафазии. В конце резекции опухоли на фоне непрерывной субкортикальной электростимуляции (сила тока 4 мА) при свободном диалоге в задневерхних отделах височной доли на глубине около 3 см выявлен отчетливый

моторный компонент нарушений речи — персеверации слов и слогов, до полной невозможности начать произнесение слова — остановки речи (зоны G и P на рисунке, з). На этом удаление опухоли прекращено.

Нейропсихологический осмотр после операции: у больной Р. выявлены черты височной акустико-мнестической афазии (забывала название, но описывала предмет) в сочетании с лобной моторной афазией (обилие персевераций, в том числе и при письме — аграфия, из-за персевераций не смогла написать даже свою фамилию), проводниковая афазия при поражении аркуатного тракта (см. рисунок, ж).

ОБСУЖДЕНИЕ

История нейрохирургических операций в сознании берет свое начало в работах У. Пенфилда, Г. Джаспера, О. Ферстера и др. В более поздние годы эти исследования продолжены в Европе и США такими выдающимися нейрохирургами, как Хьюг Даффо (клиника Саль-Петриер в Париже, с 2006 г. — университет Монпелье) и Митчел С. Бергер (университет Сан-Франциско). В нашей стране первая краниотомия в сознании выполнена нейрохирургом проф. В.А. Лошаковым и анестезиологом проф. А.Ю. Лубниным в 1996 г. В более поздние сроки в Центре нейрохирургии эти операции стали выполняться чаще, проводился анализ



Магнитно-резонансная томография (МРТ), проведенная до операции: а — FLAIR, аксиальные срезы, б — функциональная МРТ — зона Вернике (кпереди от опухоли) (дана оранжевым цветом), в — МР-трактография: дугообразный пучок (интактный), расположенный по задней границе опухоли и тесно прилегающий к ней (дан зеленым цветом); в интраоперационный период: г — 0 — проекция опухоли, 1 — средняя височная извилина, 2 — зона Вернике, 3 — нижняя теменная доля; з — G, P — аркуатный тракт; после операции: д, е — FLAIR, аксиальные и сагиттальные срезы, ж — МР-трактография: дугообразный пучок (дан зеленым цветом)

Magnetic resonance imaging (MRI) performed before surgery: а — FLAIR, axial sections, б — Wernicke's functional MRI zone (anterior to the tumor) (given in orange), в — MR tractography: an arc-shaped beam (intact) located along the posterior border of the tumor and closely it is attached to it (given in green); during the intraoperative period: г — 0 — projection of the tumor, 1 — middle temporal gyrus, 2 — Wernicke's zone, 3 — lower parietal lobule; з — G, P — arcuate tract; after surgery: д, е — FLAIR, axial and sagittal sections, ж — MR-tractography: arc-shaped beam (given in green)

осложнений данных вмешательств [4]. Позднее опубликованы работы о применении краниотомии в сознании и в других клиниках [6].

Однако основное внимание авторов при функциональном картировании речи во время данных операций, по данным отечественных публикаций, отводилось поиску корковых зон речи (зон Брока и Вернике). В то же время важнейшему из длинных ассоциативных трактов — аркуатному пучку, который соединяет данные зоны, уделялось значительно меньше внимания при операциях с «пробуждением». В 2018 г. нами проведен анализ картирования данного пучка при глиомах лобной доли левого полушария [10].

В литературе описаны многочисленные случаи транзитной послеоперационной афазии при хирургической резекции глиом, расположенных в доминантном по речи полушарии, с «пробуждением» [14–16].

Задневисочно-теменная область доминантного по речи левого полушария является сложной анатомо-функциональной зоной мозга, в которой происходит перекрест различных длинных ассоциативных трактов. В связи с этим, по данным литературы, эту область обозначают термином «горячая точка» [17–18].

Согласно данным А.С. Куликова и соавт. (2015), в 16 % случаев при краниотомии в сознании отмечено ухудшение неврологического статуса, связанное чаще всего с анатомическим повреждением проводящих путей или ишемическим поражением волокон внутренней капсулы. Это может быть связано с недооценкой нейрохирургического риска и особенно опасности ишемического повреждения, а также с недостаточным использованием субкортикальной электрической стимуляции проводящих путей [4]. В нашей серии у 6 пациентов с прямым повреждением аркуатного тракта во время операции отмечались отсутствие или недостаточно тщательная субкортикальная электрическая стимуляция.

Значительно меньше публикаций касаются анализа сложного речевого синдрома в послеоперационном периоде после краниотомии в сознании. Речевой синдром при поражении аркуатного тракта, соединяющий черты височного и лобного поражения, описан нами ранее на меньшей группе больных и трактовался как проводниковая афазия при поражении аркуатного тракта [10–11].

Настоящая работа — это продолжение накопления и анализа наблюдений за пациентами с глиомами головного мозга, которым выполнена краниотомия в сознании. Особенностью нашей серии является локализация опухоли в височной доле доминантного по речи левого полушария, а также применение субкортикальной моно- и биполярной электрической стимуляции с картированием задней порции аркуатного тракта и тщательным анализом до-, интра- и послеоперационных речевых нарушений. В результате проведения данной работы установлено, что характер речевых

нарушений зависел от локализации опухоли в пределах височной доли. При расположении опухоли в задневисочной области, особенно при распространении ее на субкортикальные отделы, во время операции была возможность повреждения аркуатного тракта. Поэтому речевые нарушения у части пациентов ограничивались исключительно височной симптоматикой (забывание слов), а у других присоединялись речевые симптомы «на отдалении» — лобные симптомы (персеверации), обусловленные поражением задней части аркуатного тракта, проходящей в височной доле; т.е. обнаруживалась так называемая проводниковая афазия.

Ранее J.M. Anderson и соавт. [19] и J.P. Zöllner и соавт. [20] также обнаруживали симптомы, характерные для проводниковой афазии при субкортикальной электростимуляции в задних отделах левой височной доли и ангулярной извилины у больных эпилепсией. Важно, что отличающиеся по механизму речевые нарушения требовали разработки и разных реабилитационных программ.

Грубая сенсорная афазия после операции отмечена у 4 пациентов. Из них у 2 больных, по данным послеоперационной МРТ, выявлена ишемия, еще у 2 — геморрагическое пропитывание в ложе удаленной опухоли. По нашим данным, возникновение в зоне операции ишемии, геморрагического пропитывания и отека приводило к утяжелению речевых нарушений после операции. Но данный вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

ВЫВОДЫ

1. При внутримозговых опухолях, локализующихся в средних и задних отделах височной доли левого полушария, целесообразно выполнять МР-трактографию с построением аркуатного пучка для оценки его взаимоотношения с опухолью.
2. При удалении глиальных опухолей височной доли левого полушария необходимо не только электростимуляционное картирование корковых зон речи, но и субкортикальная стимуляция аркуатного пучка и его терминалей, расположенных в средних и задних отделах этой доли.
3. Стимуляция на субкортикальном уровне может осуществляться одновременно с удалением опухоли монополярным электродом, прикрепленным к корпусу хирургического аспиратора. При этом интраоперационные речевые эффекты могут быть разнообразными и включать в себя как изолированные височные компоненты, так и сочетание височных и лобных речевых нарушений за счет стимуляции терминалей аркуатного тракта.
4. Послеоперационная картина речевых нарушений, степень их выраженности и характер зависят от локализации опухоли в височной доле (в средних или задних отделах), вовлеченности в нее аркуатного тракта и его анатомо-функционального состояния после резекции опухоли.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Larjavaara S., Mäntylä R., Salminen T. et al. Incidence of gliomas by anatomic location. *Neuro Oncol* 2007;9(3):319–25. DOI: 10.1215/15228517-2007-016
- Penfield W., Welch K. Instability of response to stimulation of the sensorimotor cortex of man. *J Physiol* 1949;109(3–4):358–65. DOI: 10.1113/jphysiol.1949.sp004399
- Лубнин А.Ю., Салалыкин В.И., Цейтлин А.М. и др. Анестезиологическое обеспечение при удалении объемных образований из функционально важных зон больших полушарий головного мозга – краниотомия в сознании. *Анестезиология и реаниматология* 2000;4:4–11. Lubnin A.Yu., Salalykin V.I., Zeitlin A.M. et al. Anesthesiological support for the removal of bulky formations from functionally important areas of the cerebral hemispheres – craniotomy in consciousness. *Anesteziologiya i reanimatologiya = Anesteziol Reanimatol* 2000;4:4–11. (In Russ.).
- Куликов А.С., Кобяков Г.Л., Гаврилов А.Г., Лубнин А.Ю. Краниотомия в сознании: анализ неудачных наблюдений. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2015;79(6):15–21. DOI: 10.17116/neiro201579615-21
- Kulikov A.S., Kobayakov G.L., Gavrilov A.G., Lubnin A.Y. Awake craniotomy: analysis of complicated cases. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2015;79(6):15–21. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro201579615-21
- Кобяков Г.Л., Лубнин А.Ю., Куликов А.С. и др. Краниотомия в сознании. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2016;80(1):107–16. DOI: 10.17116/neiro2016801107-116
- Kobayakov G.L., Lubnin A.Y., Kulikov A.S. et al. Awake craniotomy. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2016;80(1):107–16. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro2016801107-116
- Зуев А.А., Коротченко Е.Н., Иванова Д.С. и др. Хирургическое лечение опухолей функционально значимых зон головного мозга с применением метода нейрофизиологического картирования речевых, моторных зон и проводящих путей. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2017;81(1):39–50. DOI: 10.17116/neiro201780739-50
- Zuev A.A., Korotchenko E.N., Ivanova D.S. et al. Surgical treatment of eloquent brain area tumors using neurophysiological mapping of the speech and motor areas and conduction tracts. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2017;81(1):39–50. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro201780739-50
- Потапов А.А., Горяйнов С.А., Жуков В.Ю. и др. Длинные ассоциативные пути белого вещества головного мозга: современный взгляд с позиции нейронаук. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко*. 2014;78(5):66–77. Potapov A.A., Goryainov S.A., Zhukov V.Y. et al. The long-associative pathway of the white matter: modern view from the perspective of neuroscience. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2014;78(5):66–77. (In Russ.). PMID: 25517000
- Горяйнов С.А., Кондрашов А.В., Гольдберг М.Ф. и др. Длинные ассоциативные проводящие пути белого вещества головного мозга человека: анализ диссекций 18 полушарий и HARDI-CSD трактографии *in vivo*. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2017;81(1):13–25. DOI: 10.17116/neiro201780713-25
- Goryainov S.A., Kondrashov A.V., Gol'dberg M.F. et al. Long association tracts of the human white matter: an analysis of 18 hemisphere dissections and *in vivo* HARDI-CSD tractography. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2017;81(1):13–25. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro201780713-25
- Быканов А.Е., Пицхелаури Д.И., Баталов А.И. и др. Хирургическая анатомия периинсулярных ассоциативных проводящих путей. Ч. I: Система верхнего продольного пучка. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2017;81(1):26–38. DOI: 10.17116/neiro201780726-38
- Bykanov A.E., Pitskhelauri D.I., Batalov A.I. et al. Surgical anatomy of the peri-insular association tracts. P. I. The superior longitudinal fascicle system. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2017;81(1):26–38. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro201780726-38
- Жуков В.Ю., Горяйнов С.А., Буклина С.Б. и др. Интраоперационное картирование длинных ассоциативных трактов в хирургии глиом доминантной по речи лобной доли. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2018;82(5):5–21. DOI: 10.17116/neiro2018820515
- Zhukov V.Y., Goryainov S.A., Buklina S.B. et al. Intraoperative mapping of long association fibers in surgery of gliomas of the speech-dominant frontal lobe. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2018;82(5):5–21. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro2018820515
- Буклина С.Б., Жуков В.Ю., Горяйнов С.А. и др. Проводниковая афазия у больных с глиомами левого полушария. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2021;4:29–39. DOI: 10.17116/neiro20218504129
- Buklina S.B., Zhukov V.Y., Goryainov S.A. et al. Conduction aphasia in patients with glioma in the left hemisphere. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2021;4:29–39. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro20218504129
- Лурия А.Р. Нарушения высших корковых функций при очаговых поражениях головного мозга. М.: Изд-во МГУ, 1962. Luria A.R. Disorders of higher cortical functions in focal lesions of the brain. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1962. (In Russ.).
- Dragoy O., Chrabaszcz A., Tolkacheva V. Russian intraoperative naming test: a standardized tool to map noun and verb production during awake neurosurgeries. *Russ J Cogn Sci* 2016;3(4):4–25. DOI: 10.47010/16.4.1
- Sanai N., Mirzadeh Z., Berger M.S. Functional outcome after language mapping for glioma resection. *N Engl J Med* 2008;358(1):18–27. DOI: 10.1056/NEJMoa067819
- De Witt Hamer P.C., Robles S.G., Zwinderman A.H. et al. Impact of intraoperative stimulation brain mapping on glioma surgery outcome: a meta-analysis. *J Clin Oncol* 2012;30(20):2559–65. DOI: 10.1200/JCO.2011.38.4818
- Brown T., Shah A.H., Bregy A. et al. Awake craniotomy for brain tumor resection: the rule rather than the exception? *J Neurosurg Anesthesiol* 2013;25:240–7. DOI: 10.1097/ANA.0b013e318290c230
- Diffuse Low-Grade Gliomas in Adults: Natural History, Interaction with the Brain, and New Individualized Therapeutic Strategies. Ed. by H. Duffau. Springer, 2014.
- Hervey-Jumper S.L., Berger M.S. Maximizing safe resection of low- and high-grade glioma. *J Neurooncol* 2016;130(2):269–82. DOI: 10.1007/s11060-016-2110-4
- Anderson J.M., Gilmore R., Roper S. et al. Conduction aphasia and the arcuate fasciculus: a reexamination of the Wernicke-Geschwind model. *Brain Lang* 1999;70(1):1–12. DOI: 10.24835/1607-0763-109
- Zöllner J.P., Haag A., Hermsen A. et al. Ictal conduction aphasia and ictal angular gyrus syndrome as rare manifestations of epilepsy: The importance of ictal testing during video-EEG monitoring. *Epilepsy Behav Case Rep* 2017;3(8):55–62. DOI: 10.1016/j.ebr.2017.07.003

Вклад авторов

В.Ю. Жуков: разработка дизайна исследования, сбор и анализ данных, написание статьи;
С.А. Горяинов: разработка дизайна исследования, сбор и анализ данных, написание статьи;
С.Б. Буклина: сбор и анализ данных, написание статьи;
Р. Афандиев: сбор и анализ данных;
Я.О. Вологодина: сбор и анализ данных;
С.А. Маряшев: сбор и анализ данных;
А.А. Огурцова: сбор и анализ данных;
Г.Л. Кобяков: научное редактирование статьи.

Authors' contributions

V.Y. Zhukov: research design development, data collection and analysis, article writing;
S.A. Goryainov: research design development, data collection and analysis, article writing;
S.B. Buklina: data collection and analysis, writing an article;
R. Afandiev: data collection and analysis;
Ya.O. Vologdina: data collection and analysis;
S.A. Maryashev: data collection and analysis;
A.A. Ogurtsova: data collection and analysis;
G.L. Kobayakov: scientific editing of the article.

ORSID авторов / ORCID of authors

С.А. Горяинов / S.A. Goryainov: <https://orcid.org/0000-0002-6480-3270>
В.Ю. Жуков / V.Yu. Zhukov: <https://orcid.org/0000-0002-2523-3009>
Р.О. Афандиев / R.O. Afandiev: <https://orcid.org/0000-0001-6384-7960>
Я.О. Вологодина / Y.O. Vologdina: <https://orcid.org/0000-0002-3196-588X>
С.А. Маряшев / S.A. Maryashev: <https://orcid.org/0000-0002-0108-0677>
А.А. Огурцова / A.A. Ogurtsova: <https://orcid.org/0000-0003-3595-2696>
Г.Л. Кобяков / G.L. Kobayakov: <https://orcid.org/0000-0002-7651-4214>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 19-29-01154 «Прогнозирование нарастания пирамидной симптоматики и ее обратимости у пациентов с супратенториальными глиальными опухолями головного мозга, расположенными вблизи двигательных зон, с использованием метода переноса знаний и глубоких нейронных сетей на основе мультифакторного анализа массивов цифровых данных разной модальности».

Funding. The study was carried out within the grant of the Russian Foundation for Basic Research No. 19-29-01154 "Predicting of pyramidal symptoms and its reversibility in patients with supratentorial glial tumors located near the motor areas, using the knowledge transfer method and deep neural networks based on multifactor analysis of digital data of different modality".

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 07.11.2022. **Принята к публикации:** 24.11.2022.

Article submitted: 07.11.2022. **Accepted for publication:** 24.11.2022