doi: 10.17116/neiro201579615-21

Краниотомия в сознании: анализ неудачных наблюдений

К.м.н. А.С. КУЛИКОВ, д.м.н. Г.Л. КОБЯКОВ, к.м.н. А.Г. ГАВРИЛОВ, д.м.н., проф. А.Ю. ЛУБНИН

ФГБНУ «НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» (дир. — акад. РАН А.А. Потапов), Москва

Краниотомия в сознании большинством специалистов признается методикой, существенно снижающей частоту неврологических нарушений после удаления опухолей, прилежащих к функционально важным зонам головного мозга. К сожалению, даже использование этого подхода не гарантирует сохранность неврологических функций после операции. Данная работа посвящена анализу причин и возможностей предотвращения такого рода осложнений. **Материал и методы.** В работу включены 162 операции, выполненные по протоколу краниотомии в сознании. **Результаты.** В 152 случаях пациенты были выписаны из клиники с положительным исходом, но в 10 (6%) случаях было отмечено ухудшение неврологического статуса, связанное чаще всего с анатомическим повреждением подкорковых проводящих путей или ишемическим поражением волокон внутренней капсулы. **Заключение.** Краниотомия в сознании остается эффективным инструментом картирования и предотвращения интраоперационного повреждения речевых зон головного мозга. Тяжелые осложнения краниотомии в сознании чаще всего связаны с недооценкой нейрохирургического риска и особенно опасности ишемического повреждения, а также недостаточным использованием возможностей картирования проводящих путей. Решением указанных проблем может являться аккуратная подготовка плана вмешательства и картирования структур, основанная на оценке традиционных и специфических рисков манипуляций.

Ключевые слова: *краниотомия в сознании, картирование головного мозга, осложнения, глиальные опухоли.*

Awake craniotomy: analysis of complicated cases

A.S. KULIKOV, G.L. KOBYAKOV, A.G. GAVRILOV, A.YU. LUBNIN

Burdenko Neurosurgery Institute, Moscow, Russia

Awake craniotomy is recognized as method that can decrease the frequency of neurological complications after surgery for gliomas located near eloquent brain regions. Unfortunately good neurological outcome can't be ensured even by using of this technique. This paper discusses reasons and possible ways of prevention of such complications. **Material and methods.** 162 awake craniotomies were performed in our clinic. **Results.** 152 of patients were discharged from the clinic with good outcome. In 10 (6%) cases sustained severe neurological deficit was noted. These complications were associated with anatomic or ischemic injury of subcortical pathways and internal capsule. **Conclusion.** Awake craniotomy is effective instrument of brain language mapping and prevention of neurological deterioration. Severe neurological complications of awake craniotomy are associated with underestimate neurosurgical risks, especially in terms of blood vessel injury and depth of resection. The main way of prevention of such complications is meticulous planning of operation and adequate using of mapping facilities.

Keywords: *awake craniotomy, brain mapping, complications, gliomas.*

Проблема ятрогенного повреждения функционально наиболее важных отделов головного мозга актуальна фактически со времен зарождения нейрохирургии как самостоятельной медицинской специальности. Удаление объемных образований мозга неизбежно сопровождается риском повреждения окружающей интактной ткани.

Опухоли, особенно глиального ряда, характеризуются разнообразием возможных локализаций в ткани больших полушарий, а потому их появление возможно как в тех областях, в которых нейроны менее функционально значимы, так и в областях, где сконцентрированы клетки, нарушение работы которых ведет к очевидной инвалидизации человека. Классическая неврология относит к последним зоны пре- и постцентральных извилин, отвечающих за двигательную и чувствительную функции, а также задненижние отделы лобной и задневерхние отделы височной доли, участвующие в реализации речевых функций. Локализация патологического образования в указанных областях традиционно вызывает наибольшее внимание нейрохирургов при планировании оперативного вмешательства на больших полушариях.

Современные нейрофизиологические методы (оценка моторных вызванных потенциалов, транскраниальная стимуляция и т.д.) позволяют в ходе вмешательства весьма достоверно в условиях традиционной общей анестезии (конечно, без использования мышечных релаксантов) выявлять локализа-

© Коллектив авторов, 2015

e-mail: AKulikov@nsi.ru

цию двигательных зон коры и кортико-спинальных двигательных проводящих путей. Картирование же речевых зон и ассоциированных с ними проводящих путей требует пробуждения пациента в ходе вмешательства для выполнения специальных тестов, т.е. проведения операции по методике «краниотомии в сознании».

Казалось бы, реализация данных возможностей может гарантировать защиту функционально важных зон мозга в ходе удаления объемного образования, однако опыт, накопленный при выполнении краниотомий в сознании в нашей клинике, указывает, что этот тезис не вполне соответствует действительности.

В настоящей работе мы попытались проанализировать причины и возможные пути предотвращения устойчивых неврологических нарушений, возникших в ходе операции или уже в раннем послеоперационном периоде в группе пациентов, перенесших нейрохирургическое вмешательство с интраоперационным картированием речевых зон головного мозга по протоколу краниотомии в сознании.

Материал и методы

В период с 1996 по 2014 г. в НИИ нейрохирургии проведены 162 операции по удалению объемных образований головного мозга с интраоперационным картированием речевых зон головного мозга. Из них 4 (2%) были связаны с удалением артериовенозных мальформаций (АВМ), 9 (6%) — очагов фокально-кортикальной дисплазии при фармакорезистентной эпилепсии и остальные 149 (92%) — с удалением опухолей, преимущественно глиом, различной степени злокачественности, расположенных в доминантном полушарии головного мозга.

Показанием к проведению операции с интраоперационным картированием речевых зон служила локализация патологического образования по данным МРТ вблизи традиционных анатомических границ зон Брока и Верника, т.е. задненижних отделов лобной и задневерхних отделов височной доли, а также достаточная для выполнения тестовых заданий сохранность речевых функций на момент госпитализации. В период с 2010 г. при определении показаний активно использовались также данные функциональной МРТ с картированием речевых зон. Хирургическое лечение (операция в условиях интраоперационного пробуждения и электрофизиологического картирования речевых зон доминантного полушария) проводилось по методике, отработанной в НИИ нейрохирургии и описанной в наших работах ранее [1—5].

Результаты

Среди пациентов, перенесших краниотомию в сознании, 152 (94%) человека были выписаны из клиники с положительным исходом (улучшение либо отсутствие ухудшения неврологического статуса). Однако у 10 (6%) пациентов отмечалось явное нарастание неврологического дефицита, определившее констатацию исхода лечения, как ухудшение на момент выписки **(табл. 1)**. Следует отметить, что на момент первичной госпитализации у всех рассматриваемых пациентов не было выраженного неврологического дефицита — только у части больных легкий правосторонний гемипарез и небольшие нарушения речи (не затрудняющие выполнения тест-заданий по речевым функциям).

У всех этих пациентов в послеоперационном периоде наблюдалась грубая моторная афазия. У 6 из них она сочеталась с глубоким гемипарезом до

Таблица 1. **Клинические проявления и предполагаемые причины тяжелых хирургических осложнений у пациентов, перенесших краниотомию в сознании**

№ п/п	Клинические проявления	Причина	Примечание
1	Гемиплегия, моторная афазия	Повреждение волокон внутренней капсулы	
2	Грубый гемипарез, афазия	Острая гематома в ложе опухоли, повреждение проводящих путей	
3	Глубокий гемипарез в руке, афазия	Ишемия проводящих путей внутренней капсулы	Восстановление речи в течение полугода. Остаточный гемипарез в руке
4	Моторная афазия, гемипарез, в основном в стопе	Механическое повреждение проводящих путей	
5	Афазия и гемипарез	Малый объем удаления	Ухудшение на фоне отека, в условиях частичного удаления опухоли
6	Гемиплегия, афазия	Ишемия проводящих путей внутренней капсулы	Существенный регресс в течение 1 мес
7	Афазия	Ишемия проводящих путей внутренней капсулы	Существенный регресс в течение 1 мес
8	Плегия в руке, парез в ноге, моторная афазия	Ишемия проводящих путей внутренней капсулы	Существенный регресс в течение 1 мес
9	Афазия, грубый гемипарез	Повреждение корковых центров (рука) и проводящих путей	Отсутствие движений в руке еще по ходу удаления. Афазия проявилась в послеоперационном периоде
10	Афазия, грубый гемипарез	Ишемия проводящих путей внутренней капсулы	

плегии, у 2 — с глубоким парезом преимущественно в руке, у 1 — в ноге. Среди причин указанных нарушений в 3 случаях наиболее вероятны анатомическое повреждение корковых (1 случай) или подкорковых (2) структур, прежде всего вторжение во внутреннюю капсулу **(рис. 1)**. В 5 случаях неблагоприятный исход, скорее всего, был связан с повреждением сосудов и ишемией внутренней капсулы **(рис. 2, 3)**.

В 1 случае ухудшение при выписке было связано с прогрессированием дооперационных симптомов на фоне частичного удаления объема опухолевой ткани и последующего отека. Еще один случай плохого неврологического исхода был отмечен при развитии послеоперационной гематомы в раннем послеоперационном периоде, потребовавшей ревизии операционной раны.

Обсуждение

На сегодняшний день в мировой литературе можно найти довольно много описаний серий удаления распространенных опухолей головного мозга в условиях интраоперационного картирования речевых зон [6—10]. В этот ряд встает и представленная в настоящей работе достаточно крупная по меж-

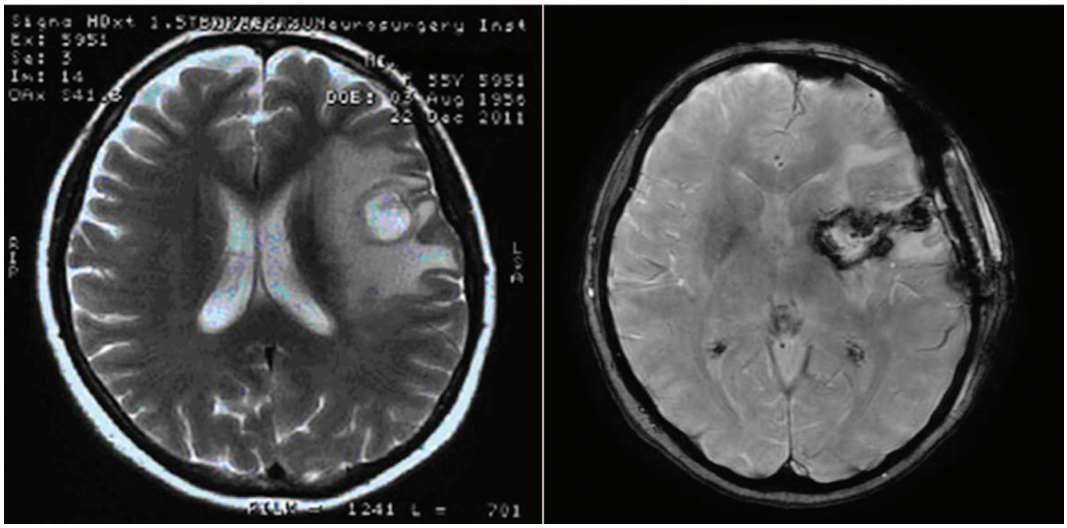


Рис. 1. **До- и послеоперационная МРТ у пациента №1 (обращает на себя внимание распространение зоны резекции в проекцию внутренней капсулы).**

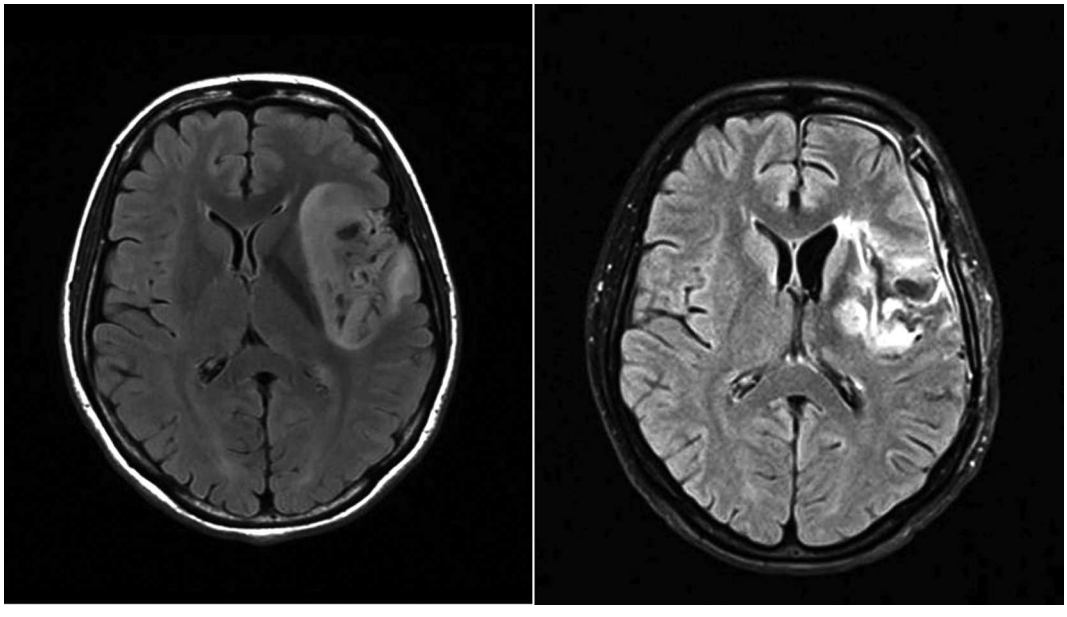


Рис. 2. **До- и послеоперационная МРТ у пациента №8 (справа — очаги ишемии вблизи внутренней капсулы).**

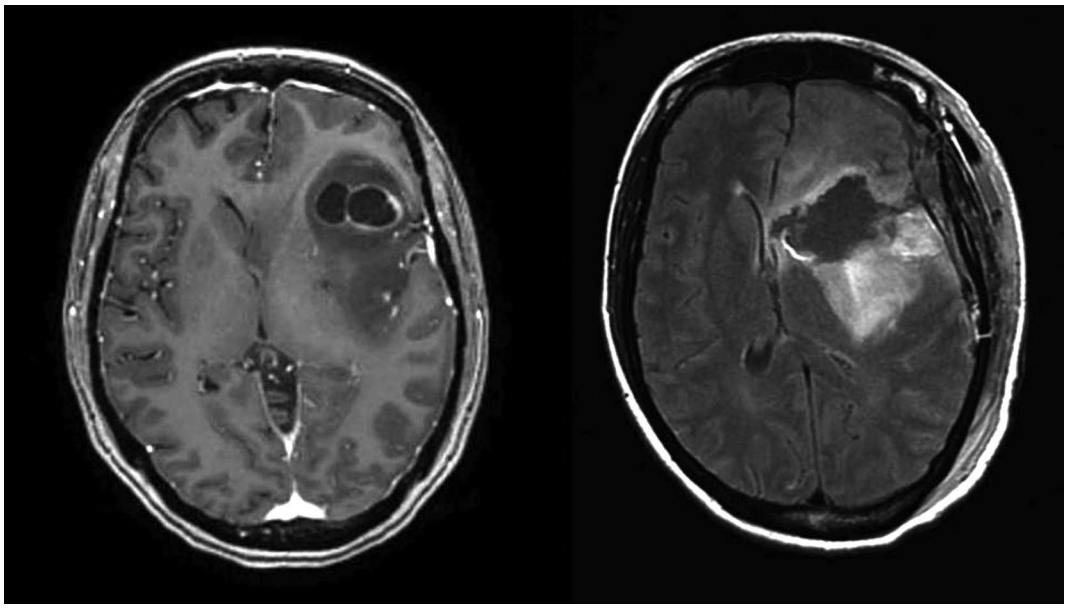


Рис. 3. **До- и послеоперационная МРТ у пациента №10 (обширный очаг ишемии вблизи заднего колена внутренней капсулы).**

дународным меркам серия наблюдений, выполненных в нашей клинике.

Краниотомия в сознании воспринимается большинством специалистов, которые активно применяют этот подход в клинической практике методикой, способной существенно улучшить результаты лечения пациентов с объемными образованиями головного мозга. Этот подход, как считают большинство исследователей, снижает риски ятрогенного повреждения функционально важных зон головного мозга (eloquent areas) [7, 11, 12]. Не менее важным аспектом лечения, как для доброкачественных, так и для злокачественных глиом является радикальность удаления опухоли, прогностическая важность которой доказана в многочисленных работах [13—16]. В этой связи еще одним преимуществом интраоперационного картирования речевых зон мозга может считаться возможность увереннее ориентироваться в операционной ране, т.е. обоснованно стремиться к радикальному удалению [8, 10].

В рамках дискуссии нельзя, конечно, не отметить тот факт, что в литературе можно встретить и скептическое отношение к влиянию методики краниотомии в сознании на качество лечения пациентов с глиомами. В частности, в работе D. Gupta и соавт. [6], построенной как рандомизированное проспективное исследование, включившее 53 операции, неврологический дефицит возрос у 23% пациентов в группе краниотомии в сознании в сравнении с 15% в группе общей анестезии. При этом во 2-й группе была отмечена и большая радикальность удаления опухолей. Статистически значимых различий по этим группам получено не было. С другой стороны, более объемные работы, например крупный метаанализ De W. Hammer и соавт. [17], проведенный с вовлечением 90 исследований, суммарно включавших более 8000 пациентов, выявил преимущество интраоперационного картирования по частоте вновь возникшего послеоперационного неврологического дефицита более чем в 2 раза (3,4% против 8,2% в группе без картирования; $p<0,05$), а также по частоте радикального удаления (75% против 58% в группе без картирования; $p>0,05$).

Наш опыт подтверждает преимущества методики интраоперационного картирования речевых зон мозга. Благоприятный исход операции (по оценке неврологического статуса) у 94% пациентов в рассматриваемой группе больных высокого риска можно смело считать доказательством рациональности клинического применения методики краниотомии в сознании.

Интересно, что при выполнении первых операций с пробуждением в представленной нами серии наблюдались главным образом интраоперационные осложнения в виде судорожных припадков, отека головного мозга, но частота нарастания грубого неврологического дефицита была невысока [1, 18]. Вероятно, это объясняется некоторой разумной осторожностью при удалении опухоли (возможно, за счет радикальности) на этапе освоения самой методики.

Однако по мере более широкого внедрения краниотомии в сознании в нашу практическую работу, к сожалению, стало очевидно, что успешное картирование корковых речевых зон не всегда гарантирует сохранность двигательных и речевых функций

нервной системы, поскольку не защищает от повреждения подкорковых структур. Поддержание сознания пациента на этапе удаления опухоли, создающее возможности для непрерывного неврологического мониторинга пациента, также не всегда защищает от непреднамеренного ятрогенного повреждения. Следует отметить, что данные осложнения возникали у пациентов в течение примерно 15 лет нашего опыта таких операций. Поэтому техника пробуждения в настоящее время отличается от таковой у «ранних» пациентов: в прошлые годы после картирования коры пациент погружался в наркоз и операция по удалению опухоли производилась без контакта с больным (поэтому у некоторых наших больных нарастание неврологического дефицита обусловлено прямым повреждением проводниковых путей). В настоящее время мы стремимся к контакту с больным в течение операции (если психологически пациент выдерживает такой подход), во время удаления больному предлагают подвигать конечностями, повторить счет и т.д., а время от времени повторяют саму методику картирования мозга и проводящих ассоциативных путей. Как показывает опыт таких операций в нашей клинике, у большой части больных удается вовремя прекратить резекцию опухоли и перифокальной зоны в момент минимального нарастания неврологического дефицита. Возможно также, что ощущение контролируемости процесса удаления патологической ткани и желание достижения максимально допустимой циторедукции, предпосылки к которым создает краниотомия в сознании, в ряде случаев может приводить к необоснованному расширению зоны резекции в глубь раны, туда, где опасность повреждения наиболее велика.

С другой стороны, несомненно, описанные выше тяжелые осложнения нельзя считать специфическими для краниотомии в сознании. Отчасти их причиной являются недостатки хирургической тактики и техники, т.е. несоблюдение баланса анатомической возможности и физиологической дозволенности, которые являются краеугольным камнем любого хирургического вмешательства, в каких бы анестезиологических условиях ни проводилась операция.

В связи с этим целесообразным представляется рассмотреть вопрос о возможных путях предотвращения тяжелых неврологических осложнений с позиций описанных особенностей хирургии полушарных диффузных опухолей.

К сожалению, вопрос хирургических осложнений краниотомии в сознании не слишком широко освещен в литературе. Ряд авторов [19, 20] скорее обсуждают сравнительное уменьшение частоты нарастания неврологического дефицита в группах пациентов, где картирование было проведено успешно и функциональные зоны были четко локализованы. В частности, в работе N. Sanai и соавт. [20] представлены данные о нарастании устойчивых нарушений речи после операции у 4 (1,6%) из 243 пациентов, перенесших операцию в условиях картирования мозга, причем у всех этих пациентов зоны речи не были верифицированы по данным электростимуляции. Похожую частоту ухудшения при отсутствии выявленных зон при картировании демонстрируют и некоторые другие работы [10, 21]. Авторы данных исследований указывают на необходимость осторожности при трактовке данных об отсутствии выявленных зон речи в пределах трепанации, а также о потенциальной пользе расширения трепанации в сомнительных случаях для проведения надежного картирования.

Говоря об общих принципах хирургической тактики при удалении диффузных глиом, прорастающих в глубинные отделы полушария и вовлекающих островковую долю, интересными представляются данные, накопленные группой M. Berger и соавт. [20, 22, 23] в Калифорнийском университете в Сан-Франциско. Их опыт свидетельствует о большей частоте неврологических осложнений в данной группе пациентов при транссильвиевом доступе к опухоли. В связи с этим авторы отдают предпочтение транскортикальному подходу. В основе этой рекомендации лежит, прежде всего, существенно меньшая опасность повреждения сосудов. В контексте реализации методики краниотомии в сознании можно также говорить о том, что манипуляции с сосудами нередко приводят к появлению болевых ощущений, что существенно осложняет процедуру непрерывного неврологического контроля и картирования подкорковых структур по ходу удаления опухоли. В части профилактики повреждения сосудов существенной выглядит рекомендация ограничивать использование диатермокоагуляции и предупреждать повреждения *pia mater* при манипуляциях [24].

Не следует также забывать и об анатомических исследованиях проводящих путей головного мозга вообще и лобно-височной области в частности, которые обеспечивают связь между речевыми центрами в доминантном полушарии [25]. Повреждение этих путей в разных участках (в зависимости от направления роста опухоли и соответственно от хирургических манипуляций) может приводить к различным нарушениям речевой функции и двигательным выпадениям. В наших наблюдениях (пациенты №1 и 4) речь шла о повреждении обширной группы волокон внутренней капсулы, по данным постоперационной нейровизуализации, что проявилось соответственно грубым нарастанием неврологического дефицита в виде гемиплегии, гемианестезии, выраженной сенсомоторной афазии. Об особенностях анатомического строения ассоциативных волокон, участвующих в работе речевых центров, необходимо помнить при планировании операции, так как в на-

стоящее время разрешающая способность МР-трактографии весьма высока [26—30]. Следовательно, внимательное дооперационное планирование с использованием МР-трактографии позволит снизить риск таких интраоперационных событий.

В прогностическом плане интересна предложенная N. Sanai и M. Berger [23] анатомическая классификация локализации глиом островка. Авторы указывают, что опухоли, преимущественно располагающиеся кпереди от «горизонтальной линии» через отверстия Монро (в аксиальной проекции), могут быть подвергнуты более значительной по объему резекции. Рост опухоли в зонах кзади от этой воображаемой линии (на аксиальных срезах) сопряжен с большим риском повреждения функций (в связи с близостью опухолевой инфильтрации к роландовой борозде и заднему бедру внутренней капсулы), т.е. манипуляции в этих областях требуют наиболее внимательного обращения с тканями даже в условиях краниотомии в сознании.

Несомненно важную роль в предупреждении нарастания неврологических проблем имеют сохранение лентикулостриарных артерий, кровоснабжающих внутреннюю капсулу, и полноценное использование возможностей интраоперационного электрофизиологического картирования проводящих путей для ограничения медиального края резекции опухоли с целью сохранения волокон кортикоспинального тракта [22, 31, 32].

Заключение

Краниотомия в сознании справедливо признается методикой, существенно снижающей частоту ухудшения неврологических нарушений в послеоперационном периоде после удаления опухолей, прилежащих к функционально важным зонам головного мозга. Тем досаднее, когда использование такой непростой для реализации методики, требующей привлечения целой команды высококвалифицированных специалистов, все же приводит к негативному неврологическому исходу. Наш опыт показывает, что такие случаи чаще всего связаны с недооценкой нейрохирургического риска и, особенно, опасности ишемического повреждения, с недостаточным использованием возможностей картирования проводящих путей, предоперационного планирования, а также современных средств нейровизуализации, в частности МР-трактографии. Решением указанных проблем должна стать тщательная, аккуратная подготовка плана вмешательства и картирования структур, основанная на оценке традиционных и специфических рисков манипуляций, а также серьезное обучение специалистов данной методике в центрах, обладающих достаточным клиническим опытом.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда №14-15-01092.

Конфликт интересов отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лубнин А.Ю., Куликов А.С., Кобяков Г.Л., Гаврилов А.Г. Краниотомия в сознании. *Анестезиология и реаниматология.* 2012;4:28-37.
2. Сафаралиев М.М. *Хирургическое лечение больных с внутримозговыми опухолями заднелобно-теменно-височной области с интраоперационной идентификацией речевых центров*: Дис. ... канд. мед. наук. М. 2000.
3. Куликов А.С. *Анестезиологическое обеспечение краниотомии в сознании при удалении объемных образований, прилежащих к речевым зонам головного мозга*: Дис. ... канд. мед. наук. М. 2013.
4. Kulikov A, Rylova A, Lubnin A. Awake craniotomy under xenon anesthesia: first experience. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2012;24(2):165-166. doi:10.1097/ANA.0b013e31824baa3e.
5. Лошаков В.А., Щекутьев Г.А., Голанов А.В., Лубнин А.Ю., Салалыкин В.И., Сафаралиев М.М., Тоидзе И.В., Карменян К.К. *Хирургическое лечение новообразований супратенториальной локализации с интраоперационной идентификацией речевых и двигательных зон.* Материалы II съезда нейрохирургов России. СПб. 1998.
6. Gupta DK, Chandra PS, Ojha BK, Sharma BS, Mahapatra AK, Mehta VS. Awake craniotomy versus surgery under general anesthesia for resection of intrinsic lesions of eloquent cortexa prospective randomised study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2007;109(4):335-343. doi:10.1016/j.clineuro.2007.01.008.
7. De Benedictis A, Moritz-Gasser S, Duffau H. Awake mapping optimizes the extent of resection for low-grade gliomas in eloquent areas. *Neurosurgery.* 2010;66(6):1074-1084. doi:10.1227/01.neu.0000369514.74284.78.
8. Duffau H, Capelle L, Denvil D, Sichez N, Gatignol P, Taillandier L, Lopes M, Mitchell MC, Roche S, Muller JC, Bitar A, Sichez JP, van Effenterre R. Usefulness of intraoperative electrical subcortical mapping during surgery for low-grade gliomas located within eloquent brain regions: functional results in a consecutive series of 103 patients. *J Neurosurg.* 2003;98(4):764-778. doi: 10.3171/jns.2003.98.4.0764.
9. Lubrano V, Draper L, Roux FE. What makes surgical tumor resection feasible in Broca's area? Insights into intraoperative brain mapping. *Neurosurgery.* 2010;66(5):868-875. doi: 10.1227/01.neu.0000368442.92290.04.
10. Taylor MD, Bernstein M. Awake craniotomy with brain mapping as the routine surgical approach to treating patients with supratentorial intraaxial tumors: a prospective trial of 200 cases. *J Neurosurg.* 1999;90(1):35-41. doi: 10.3171/jns.1999.90.1.0035.
11. Yoshor D, Mizrahi EM. *Clinical brain mapping.* 1st ed. New York: McGraw-Hill Professional. 2012.
12. Duffau H. *Brain mapping: from neural basis of cognition to surgical applications.* 1st ed. New York: Springer. 2011.
13. Kiwit JC, Floeth FW, Bock WJ. Survival in malignant glioma: analysis of prognostic factors with special regard to cytoreductive surgery. *Zentralbl Neurochir.* 1996;57(2):76-88.
14. Cha S, Tihan T, Crawford F, Fischbein NJ, Chang S, Bollen A, Nelson SJ, Prados M, Berger MS, Dillon WP. Differentiation of low-grade oligodendrogliomas from low-grade astrocytomas by using quantitative blood-volume measurements derived from dynamic susceptibility contrast-enhanced MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2005;26(2):266-273.
15. Jeremic B, Milicic B, Grujicic D, Samardzic M, Antunovic V, Dagovic A, Aleksandrovic J, Stojanovic M. Hyperfractionated radiation therapy for incompletely resected supratentorial low-grade glioma: a 10-year update of a phase II study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2003;57(2):465-471. doi: 10.1016/s0360-3016(03)00533-9.
16. Soffietti R, Chio A, Giordana MT, Vasario E, Schiffer D. Prognostic factors in well-differentiated cerebral astrocytomas in the adult. *Neurosurgery.* 1989;24(5):686-692. doi: 10.1097/00006123-198905000-00005.
17. De Witt Hamer PC, Robles SG, Zwinderman AH, Duffau H, Berger MS. Impact of intraoperative stimulation brain mapping on glioma surgery outcome: a metaanalysis. *J Clin Oncol.* 2012;30(20):2559-2565. doi: 10.1200/jco.2011.38.4818.

18. Лошаков В.А., Голанов А.В., Лубнин А.Ю., Щекутьев Г.А., Гимранов Р.Ф., Климчук О.В., Кушель Ю.В., Карменян К.К. Хирургическое лечение глиом больших полушарий с использованием навигационных систем и функционального картирования мозга. Материалы III съезда нейрохирургов России. СПб. 2002.
19. Nossek E, Matot I, Shahar T, Barzilai O, Rapoport Y, Gonen T, Sela G, Korn A, Hayat D, Ram Z. Failed awake craniotomy: a retrospective analysis in 424 patients undergoing craniotomy for brain tumor. *Journal of Neurosurgery.* 2012; 0(0):1-7.
doi: 10.3171/2012.10.JNS12511.
20. Sanai N, Mirzadeh Z, Berger MS. Functional outcome after language mapping for glioma resection. *N Engl J Med.* 2008;358(1):18-27.
doi: 10.1056/nejmoa067819.
21. Kim SS, McCutcheon IE, Suki D, Weinberg JS, Sawaya R, Lang FF, Ferson D, Heimberger AB, DeMonte F, Prabhu SS. Awake craniotomy for brain tumors near eloquent cortex: correlation of intraoperative cortical mapping with neurological outcomes in 309 consecutive patients. *Neurosurgery.* 2009;64(5):836-845.
doi: 10.1227/01.neu.0000342405.80881.81.22.
22. Al-Mefty O, ed. *Controversies in neurosurgery II.* New-York—Stuttgart: Thieme. 2014.
23. Sanai N, Polley MY, Berger MS. Insular glioma resection: assessment of patient morbidity, survival, and tumor progression. *J Neurosurg.* 2010;112(1):1-9.
doi: 10.3171/2009.6.jns0952.
24. Duffau H. A new concept of diffuse (low-grade) glioma surgery. *Adv Tech Stand Neurosurg.* 2012;38:3-27.
doi: 10.1007/978-3-7091-0676-1_1.
25. Потапов А.А., Горяйнов С.А., Жуков В.Ю., Пицхелаури Д.И., Кобяков Г.Л., Пронин И.Н., Захарова Н.Е., Таноян А.А., Огурцова А.А., Буклина С.Б., Меликян З.А. Длинные ассоциативные пути белого вещества головного мозга: современный взгляд с позиции нейронаук. *Вопросы нейрохирургии.* 2014;78(5):66-77.
26. Захарова Н.Е., Корниенко В.Н., Потапов А.А., Пронин И.Н. Нейровизуализация структурных и гемодинамических нарушений при травме мозга. М: Новое время. 2013.
27. Захарова Н.Е., Потапов А.А., Корниенко В.Н., Пронин И.Н., Зайцев О.С., Гаврилов А.Г., Фадеева Л.М., Ошоров А.В., Сычев А.А., Такуш С.В. Динамическое исследование мозолистого тела и кортикоспинальных трактов с помощью диффузионной тензорной магнитно-резонансной томографии при диффузном аксональном повреждении. *Вопросы нейрохирургии.* 2010;(3):3-10.
28. Захарова Н.Е., Потапов А.А., Корниенко В.Н., Пронин И.Н., Фадеева Л.М., Гаврилов А.Г., Ошоров А.В., Горшков К.М., Такуш С.В. Оценка состояния проводящих путей головного мозга при диффузных повреждениях с помощью диффузионной тензорной магнитно-резонансной томографии. *Вопросы нейрохирургии.* 2010;(2):3-9.
29. Пронин И.Н., Фадеева Л.М., Захарова Н.Е., Долгушин М.Д., Подопригора А.Е., Корниенко В.Н. Диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография и трактография. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2008;2(1):32-40.
30. Zakharova N, Kornienko V, Potapov A, Pronin I. *Neuroimaging of traumatic brain injury.* Springer International Publishing Switzerland. 2014.
31. Moshel YA, Marcus JD, Parker EC, Kelly PJ. Resection of insular gliomas: the importance of lenticulostriate artery position. *J Neurosurg.* 2008;109(5):825-834.
doi: 10.3171/jns/2008/109/11/0825.
32. Пуцилло М.В., Винокуров А.Г., Белов А.И. Нейрохирургическая анатомия (атлас). Т. 2. М. 2007.

Комментарий

Термин «Awake craniotomy» предложен в 1959 г. De Castro and Mundeleer как способ оптимизации нейрохирургии резистентных форм эпилепсии. За прошедшие годы накоплен опыт применения данного варианта анестезии при нейрохирургических вмешательствах, требующих локализации высших корковых функций путем их интраоперационной активизации, в частности речи. Авторы статьи имеют самый большой в мире опыт подобных вмешательств, что позволило им провести глубокую оценку собственных и описанных другими исследователями неудач в виде послеоперационного неврологического дефицита. Отсутствие у рецензента собственной практики в рассматриваемой проблеме сводит его оценки до уровня методического комментария.

В этом смысле импонирует подход авторов, состоящий в том, что анализ ведется совместно нейрохирургами и нейроанестезиологами. Результаты применения указанной методики очевидно успешны, так как ухудшение неврологического статуса отмечено только у 6% пациентов. Анализируя причины осложнений, их следует разделить на предотвратимые и неизбежные. С этой позиции, в анестезиологическом пособии авторами достигнут предел безопасности, так как в условиях высокопоточной нейрохирургии устранены все значимые для неврологического ухудшения проблемы, в частности эпилептические припадки, тошнота, рвота, гемодинамические кризы. Нейрохирурги отмечают варианты совершенствования техники путем оптимизации доступа, но это предмет обсуждения специалистами. Нам же показалась исчерпывающе определяющей проблему междисциплинарного взаимодействия нейроанестезиолога и нейрохирурга фраза в статье: «...несоблюдение баланса анатомической возможности и физиологической дозволенности является краеугольным камнем любого хирургического вмешательства, в каких бы анестезиологических условиях ни проводилась операция». В самом деле, естественное желание циторедукции, подкрепленное чувством безопасности за счет непосредственного контакта с больным, выводит оператора в «желтый сектор», где травма ткани реализуется в дефицит через некоторое время, совпадающее с пробуждением. Все применяемые методики предоперационной коррекции разрешенной территории нейрохирургической активности (навигационное картирование, функциональная МРТ и трактография) позволяют максимально определить корреляции анатомии и функции. Конечно, их комплексное применение целесообразно, и в совокупности с совершенствованием нейрохирургических доступов обеспечит предотвратимость части осложнений. Но есть ряд факторов, которые остаются пока вне контроля: последствия перфузионно-метаболической разобщенности, местная воспалительная реакция и функциональное ремоделирование. Эти процессы являются естественной физиологически и генетически детерминированной реакцией на любое экзогенное воздействие и делают неизбежными осложнения у части пациентов. Наших знаний и методов противодействия этим осложнениям пока недостаточно.

Статья написана на высочайшем методическом уровне, дает исчерпывающее представление о проблеме, и ее публикация будет достойным приобретением для специального журнала.

А.А. Белкин (Екатеринбург)