

Супраорбитальная краниотомия с использованием keyhole доступов в хирургии внутри- и внемозговых опухолей

Р.С. Джинджихадзе^{1,3}, О.Н. Древал¹, В.А. Лазарев¹, А.Х. Бекяшев², Ш.М. Садиков⁴, А.В. Поляков¹

¹Кафедра нейрохирургии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1;

²ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 23;

³ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, 105187, Москва, ул. Фортунатовская, 1;

⁴ГБУЗ Тверской области «Областная клиническая больница»; Россия, 170036, Тверь, Петербургское шоссе, 105

Контакты: Реваз Семенович Джинджихадзе brainsurg77@gmail.com

Введение. Первоочередных целей нейроонкологической хирургии (верификация диагноза, выполнение опухолевой циторедукции и сохранение функционального статуса пациента) можно достичь как через традиционные расширенные доступы, так и через keyhole доступы, при которых минимизируется излишняя, расширенная резекция структур основания черепа и длительная статическая ретракция мозговой ткани.

Цель публикации — представление собственных предварительных результатов использования супраорбитальной keyhole краниотомии при внутри- и внемозговых опухолях.

Материалы и методы. В 2014–2016 гг. по поводу внутри- и внемозговых опухолей прооперировано из супраорбитальной краниотомии 45 пациентов. У большинства ($n = 28$) из них диагностированы менингиомы передней черепной ямки, у 12 пациентов — глиомы лобной доли. Средний размер опухолей составил 3–3,5 см.

Результаты. Летальность, инвалидизация или серьезные перманентные осложнения, ассоциированные с доступом, в нашей группе больных отмечены не были. Ни в одном случае не потребовался переход к классической краниотомии. Периаорбитальная отечность и транзиторная гипестезия отмечены у всех больных, перманентная гипестезия лобной области со стороны вмешательства в сроки до полугода — у 3 (4 %) пациентов. По данным послеоперационной магнитно-резонансной томографии, в группе больных с внутримозговыми опухолями тотальное удаление отмечено у 8 (47 %) пациентов, 9 (53 %) пациентам опухоль удалена почти полностью (более 90 %). В группе больных с менингиомами всем 28 пациентам выполнено тотальное удаление.

Заключение. Супраорбитальная краниотомия может быть эффективной и безопасной альтернативой классическим расширенным доступам при внемозговых опухолях передней черепной ямки и лобной доли. Необходим весьма тщательный отбор пациентов, индивидуализация доступа и дальнейшая критичная оценка возможности keyhole хирургии.

Ключевые слова: супраорбитальная краниотомия, разрез по брови, минимально инвазивная хирургия, keyhole, внутричерепные опухоли, менингиомы, глиомы

DOI: 10.17650/2222-1468-2017-7-3-31-38

Supraorbital keyhole craniotomy in surgery of intra- and extra-axial brain tumors

R.S. Dzhindzhikhadze^{1,3}, O.N. Dreval¹, V.A. Lazarev¹, A.Kh. Bekyashev², Sh.M. Sadikov⁴, A.V. Polyakov¹

¹Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Ministry of Health of Russia; 2/1 Bild. 1 Barrikadnaya St., Moscow 125993, Russia;

²N. N. Blokhin National Medical Research Oncology Center, Ministry of Health of Russia; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow, 115478, Russia;

³City Clinical Hospital named after F.I. Inozemisev, Moscow Healthcare Department; 1 Fortunatovskaya St., Moscow 105187, Russia;

⁴Regional Clinical Hospital of the Tver Region; 105 Petersburg Highway, Tver 170036, Russia

Background. Priority objectives of surgical neurooncology (diagnosis verification, tumor cytoreduction, and preservation of patient's functional status) can be achieved both through traditional neurosurgical approaches and through the use of keyhole surgery. Keyhole surgery allows to minimize unnecessary, extended resection of the skull base and long-term static brain tissue retraction.

Objective. The authors present preliminary results of the use of supraorbital keyhole craniotomy in intra- and extra-axial brain tumors.

Materials and methods. In 2014–2016, 45 patients were operated through supraorbital craniotomy to treat intra- and extra-axial tumors. The majority of patients ($n = 28$) was diagnosed with anterior cranial fossa meningiomas. Gliomas of the frontal lobe were diagnosed in 12 patients. The average tumor size ranged from 3 to 3.5 cm.

Results. Mortality, disability, or serious permanent access-related complications were not observed in our group. In all cases, the transition to the classical craniotomy was not required. Periorbital edema and transient hypoesthesia were observed in all patients. Permanent frontal

hypoesthesia was observed in 3 patients (4 %) for a time period up to six months. According to postoperative MRI performed in all patients at the time of discharge, in the group of intra-axial brain tumor gross-total removal was observed in 8 patients (47 %), in 9 patients (53 %) the tumor was near-totally removed (more than 90 % of the tumor), in the group of meningiomas all 28 patients had gross-total removal.

Conclusion. *Supraorbital craniotomy can be an effective and safe alternative to classic approaches to treatment of extra-axial tumors of the anterior cranial fossa and intra-axial tumors of the frontal lobe. The approach requires a very careful selection of patients, individualization of surgery, and further critical evaluation.*

Key words: *supraorbital craniotomy, the incision in the eyebrow, minimally invasive surgery, keyhole, intracranial tumors, meningiomas, gliomas*

Введение

Минимально инвазивная нейрохирургия — это современное направление, которое приобретает все больше сторонников, несмотря на продолжающиеся дебаты и споры о ее преимуществах. Минимально инвазивные доступы, в том числе с эндоскопической ассистенцией, получили широкое распространение в хирургии внутричерепных опухолей [1, 2–10]. Первоочередные цели в нейроонкологической хирургии — это получение гистологического диагноза, удаление максимально возможного объема опухолевой ткани при сохранении функционального статуса пациента. Достижение этих целей возможно как при выборе традиционных расширенных доступов, так и посредством использования концепции keyhole хирургии (хирургическая операция минимального доступа). Причем выбор между традиционным и мини-инвазивным доступами должен быть адекватно оценен. В настоящее время мы не можем с уверенностью сказать, какой доступ предпочтительнее, из-за дефицита крупных клинических исследований.

Современные условия диктуют нам необходимость минимизации хирургической травматизации, что может быть достигнуто посредством: небольших (косметических) разрезов, малой краниотомии, минимального вскрытия твердой мозговой оболочки и обнажения коры мозга, уменьшения работы ретрактором, сокращения времени хирургического вмешательства, снижения кровопотери. Как следствие, снижается интенсивность послеоперационного болевого синдрома, послеоперационный рубец меньше обычного, минимизируется риск развития таких грозных осложнений, как послеоперационная гематома, инфекция, ликворея. Это позволяет быстро активизировать пациентов, уменьшить их пребывание в стационаре, что ведет к снижению стоимости лечения. Однако важнейший принцип keyhole хирургии — это не стремление уменьшить трепанационное окно, а избежать ассоциированных с доступом осложнений [10–13]. Поэтому краниотомия должна быть настолько мала, насколько это возможно, но и одновременно настолько велика, насколько это необходимо, чтобы позволить безопасно и эффективно выполнить поставленные задачи операции.

Авторы представляют предварительные результаты использования супраорбитальной краниотомии (СОК) с использованием keyhole доступов при внутри- и вне-мозговых опухолях.

Материалы и методы

С марта 2014 г. по июль 2016 г. в ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы» и ГБУЗ Тверской области «Областная клиническая больница» прооперировано через СОК по поводу внутри- и вне-мозговых опухолей 45 пациентов. Соотношение мужчин и женщин — 2 : 1, средний возраст больных — 57 лет (от 29 до 83 лет). Средний размер опухоли варьировал от 3 до 3,5 см.

У большинства пациентов ($n = 28$) были диагностированы менингиомы передней черепной ямки (ПЧЯ), у 17 пациентов — глиомы лобной доли и внутримозговые метастазы были диагностированы преимущественно кортико- и субкортикально в области полюса и орбитальной части лобной доли (см. таблицу). У большинства пациентов ($n = 12$) внутримозговые опухоли локализовались справа.

Полная оценка неврологического и нейроофтальмологического состояния выполнена всем больным. Исследовались острота зрения, поле зрения и глазное дно как в до-, так и в послеоперационном периоде. Предоперационно всем больным выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) с гадолинием, в ряде наблюдений — компьютерная томография (КТ) и компьютерная томографическая ангиография.

В экстренном порядке поступили 3 пациента. Причиной экстренной госпитализации у 2 больных с глиобластомами было кровоизлияние в опухоль и возникновение грубого неврологического дефицита, у 1 пациентки с менингиомой переднего наклоненного отростка — подозрение на инсульт.

По данным послеоперационной МРТ оценивалась степень резекции внутримозговых опухолей:

- тотальная: при отсутствии контрастного усиления для опухолей, накапливающих контраст;
- почти тотальная: при удалении более 90 % опухоли;
- субтотальная: при удалении менее 90 % опухоли [7, 14].

Объем резекции глиальных внутримозговых опухолей, не накапливающих контрастное вещество, определялся по данным МРТ в режимах T2 и FLAIR.

Интраоперационный электрофизиологический мониторинг не использовался, поскольку внутримозговые опухоли у большинства больных были справа,

Распределение больных в зависимости от морфологической структуры опухоли

Patient distribution in respect to morphological structure of the tumor

Морфологическая характеристика опухоли Morphological characteristics of the tumor	Число пациентов Number of patients
Менингиома: Meningioma:	
– ольфакторная – olfactory	12
– бугорка турецкого седла – of the tuberculum sellae	6
– переднего наклоненного отростка – of the anterior clinoid process	5
– крыла основной кости – of the wing of the sphenoid bone	5
Краниофарингиома Craniopharyngioma	3
Пилоидная астроцитомы Pilocytic astrocytoma	3
Анапластическая астроцитомы Anaplastic astrocytoma	4
Глиобластома Glioblastoma	5
Метастаз Metastasis	5
Всего Total	48

преимущественно в полюсных отделах, вдали от зоны Брока при левополушарной локализации.

Степень резекции менингиом оценивалась по шкале Д. Симпсона [15].

Выбор хирургического доступа определялся после тщательной оценки анатомии интракраниальных структур, размера и локализации опухоли. Ограничением к выполнению мини-доступа являлось наличие опухоли размером 5 см и более. Для этих пациентов в качестве метода выбора мы рассматривали минимальный орбитозигматический доступ через разрез по брови и классические фронтально-латеральные доступы или фронтально-орбитозигматическую краниотомию.

Оценка косметических исходов

В дополнение к клиническим и функциональным исходам мы оценивали субъективную удовлетворенность пациентов через год после оперативных вмешательств по визуальной аналоговой шкале после косметических операций CVAS (Cosmetic Visual Analogue Scale), где 0 – наименее удовлетворен и 100 – наиболее удовлетворен.

Техника оперативного вмешательства

Правильная укладка пациента и необходимая ротация головы обеспечивает оптимальный обзор и угол

атаки, а также снижает необходимость в избыточной ретракции мозговой ткани. Пациент укладывается на операционном столе на спину с возвышением головы над уровнем сердца, запрокидыванием головы книзу и поворотом на 15–30° в противоположную сторону в зависимости от локализации патологии. При этом область скулового отростка является наивысшей точкой. Такая позиция обеспечивает гравитационное отведение лобной доли от ПЧЯ, облегчая в последующем субфронтальный доступ.

При выборе СОК мы выполняли разрез непосредственно по брови. При этом бровь не сбрасывается. Предварительно укладывается антисептический офтальмологический гель субконъюнктивально. После обработки области брови антисептическими растворами осуществляется разрез кожи: от уровня зрачковой линии и далее латерально, в пределах брови, иногда распространяясь на несколько миллиметров латерально.

Несмотря на свои малые размеры СОК обеспечивает адекватный обзор параселлярного пространства, ПЧЯ и средней черепной ямки (СЧЯ) и возможность визуализации сосудов виллизиева круга и хиазмы.

После краниотомии важным этапом является достаточная экстрадуральная резекция бором костных выступов в пределах ПЧЯ. Степень резекции латерального крыла основной кости зависит от размеров, локализации и распространения опухоли. После вскрытия твердой мозговой оболочки использовалась традиционная микронейрохирургическая техника.

Принципиальным условием для дальнейшей работы через keyhole доступ является оптимальная релаксация мозга, которая достигается посредством широкого вскрытия базальных цистерн и диссекцией сильвиевой щели. В ряде случаев помимо дренирования ликвора применяется маннитол и дексаметазон. Опухоль удаляют, применяя стандартную микрохирургическую технику. При вне мозговых опухолях первоочередным маневром опухоль деваскуляризовали, сохраняя арахноидальную мембрану (рис. 1). При внутри мозговых опухолях важным подспорьем служит ультразвуковой аспиратор для прогрессивной циторедукции опухоли (рис. 2 и 3). В конце оперативного вмешательства твердая мозговая оболочка ушивается герметично. Костный лоскут фиксируется мини-пластинами. При необходимости в зоне пропила используются быстротвердеющие пластмассы, что может улучшать косметический эффект. Дренирование, учитывая малые размеры краниотомии, не проводится. Тщательно ушиваются мягкие ткани, кожа соединяется внутрикожным швом. Всем больным в раннем послеоперационном периоде проводится нативная КТ, перед выпиской – МРТ с контрастным усилением.

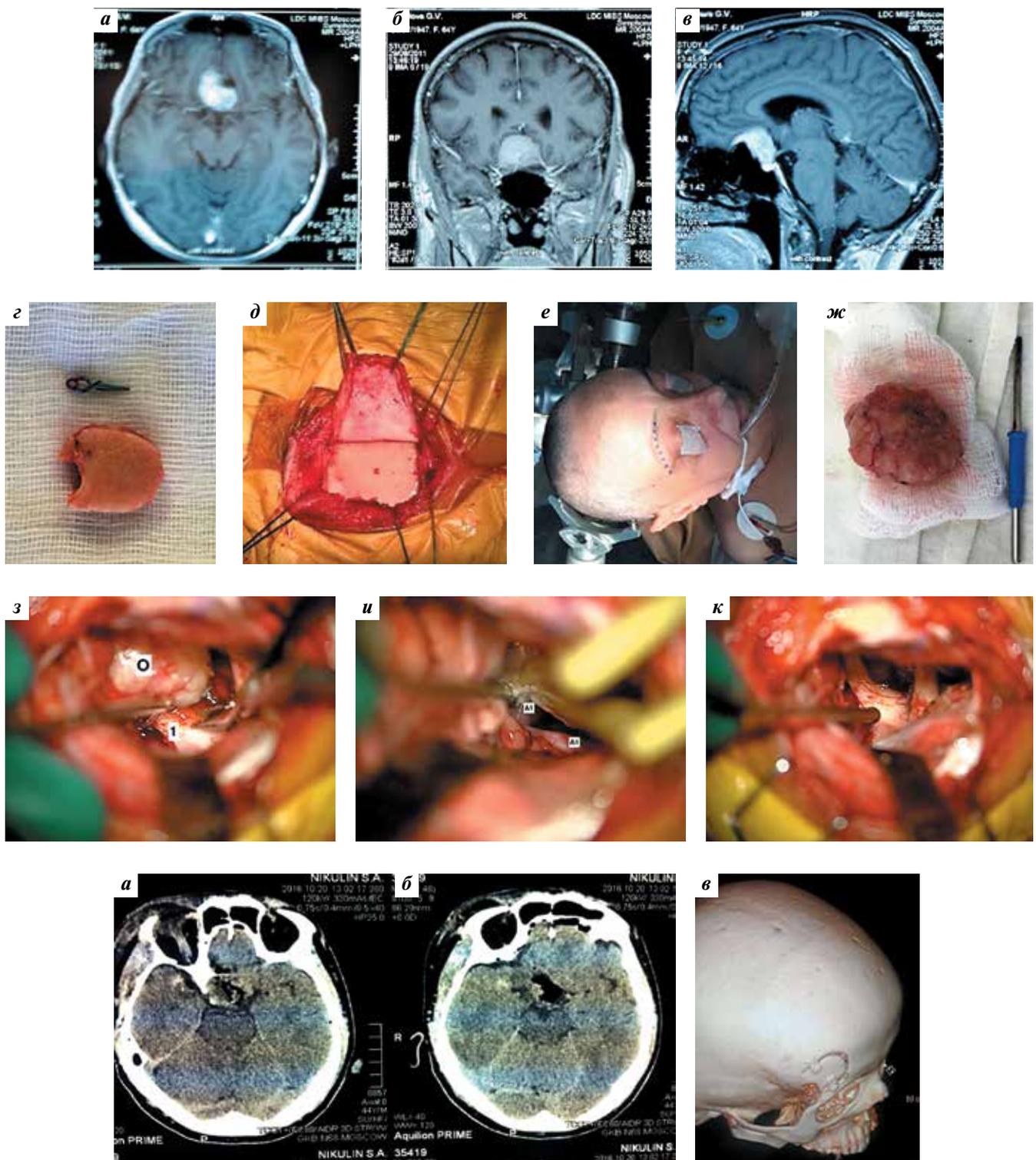


Рис. 1. Клинический пример 1: а, б, в – МРТ головного мозга: менигиома бугорка турецкого седла; г – интраоперационный вид, планируется разрез по брови; д – интраоперационный вид, лобная мышца сведена книзу; е – вид костного лоскута после keyhole краниотомии; ж – вид удаленной опухоли; з – интраоперационная микрохирургическая картина: левый зрительный (I) нерв и опухоль (O); и – интраоперационная микрохирургическая картина: опухоль отделена от сегментов А1 передней мозговой артерии; к – интраоперационная микрохирургическая картина: опухоль удалена, визуализируется хиазма; л, м – послеоперационное КТ; н – КТ-реконструкция: визуализируется область мини-краниотомии

Fig. 1. Clinical example 1: а, б, в – brain MRI: meningioma of the tuberculum sellae; г – intraoperative view, eyebrow incision is planned; д – intraoperative view, frontal muscle brought down; е – view of the bone flap after keyhole craniotomy; ж – removed tumor; з – intraoperative microsurgery picture: left ocular nerve (I) and tumor (O); и – intraoperative microsurgery picture: the tumor separated from A1 segments of the anterior cerebral artery; к – intraoperative microsurgery picture: tumor removed, chiasma is visualized; л, м – postoperative CT; н – CT image reconstruction: minicraniotomy area is visualized

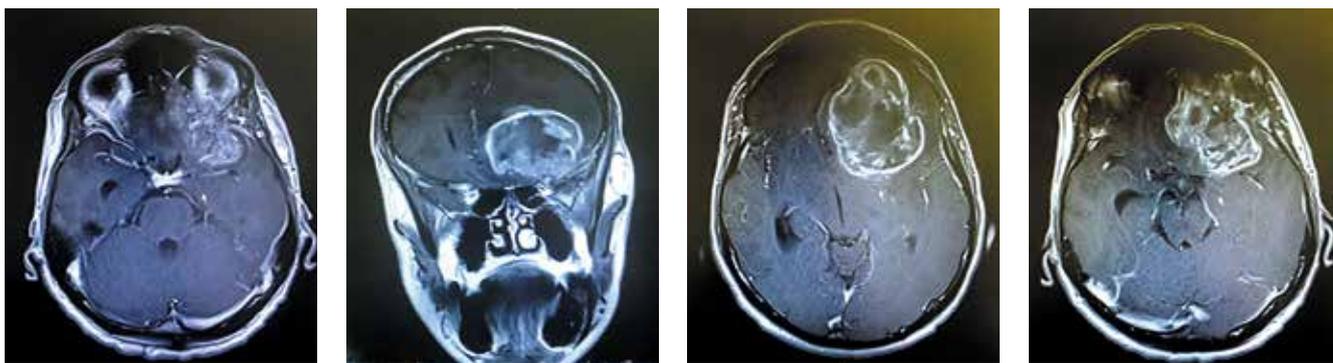


Рис. 2. Клинический пример 2: глиобластома левой лобной доли (МРТ головного мозга с контрастированием)

Fig. 2. Clinical example 2: glioblastoma of the left frontal lobe (brain MRI with contrast)

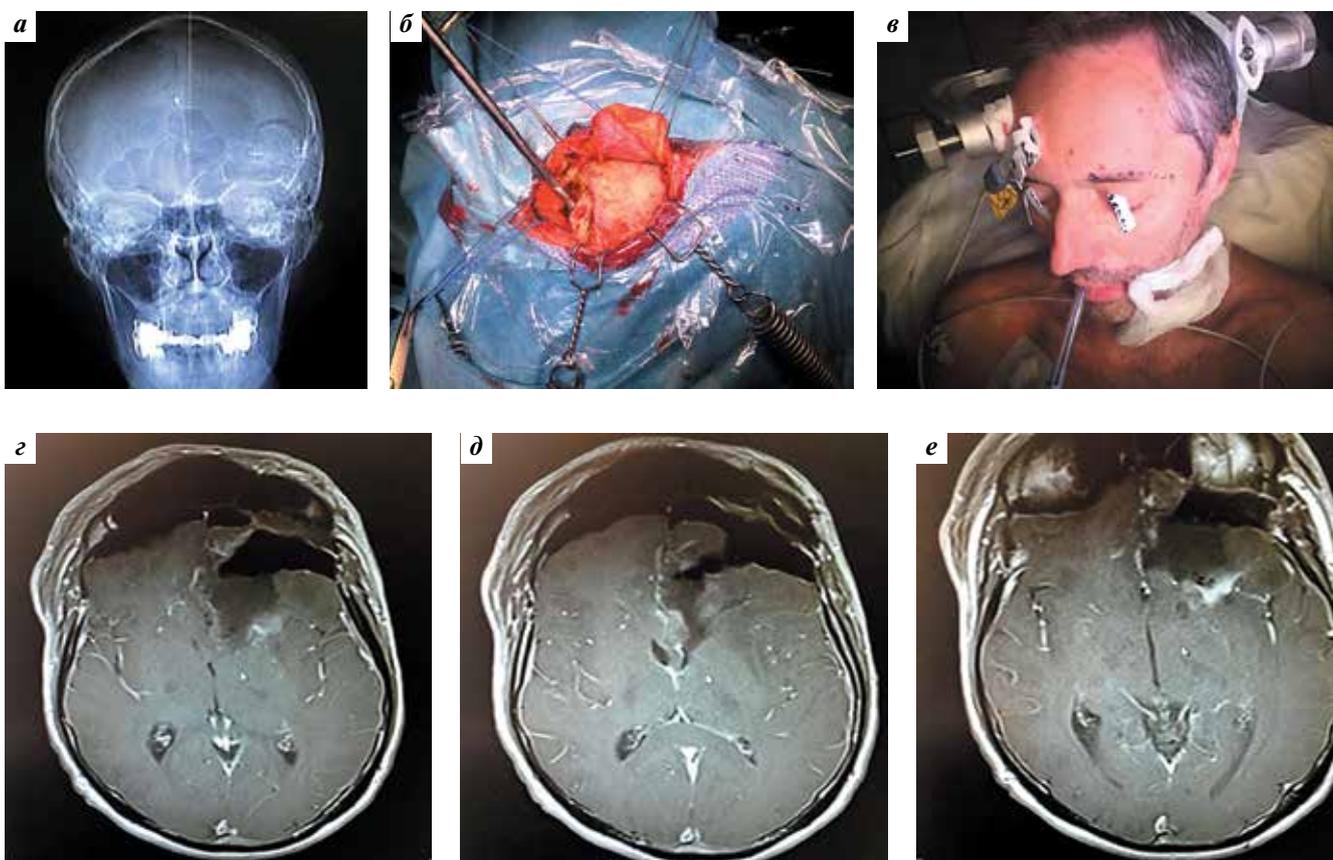


Рис. 3. Клинический пример 2: а – интраоперационный вид: планируется разрез по брови, в неврологическом статусе – сенсомоторные речевые нарушения, поэтому использование нейрофизиологического мониторинга и интраоперационного пробуждения не планировалось; б – осуществлено скелетирование супраорбитального региона, лобная мышца сведена к орбите, в ключевой точке наложено фрезевое отверстие; в – краниография после операции: визуализируется область супраорбитальной мини-краниотомии слева; г, д, е – послеоперационный МРТ-контроль с контрастным усилением через 10 дней после операции: удалено более 90 % опухоли

Fig. 3. Clinical example 2: a – intraoperative view: eyebrow incision is planned, neurological status contained sensorimotor speech disorder, therefore neurophysiological monitoring and intraoperative awakening weren't planned; б – skeletization of the supraorbital region was performed, frontal muscle moved to the orbit, windowing performed at the keyhole; в – craniography after the surgery: area of left supraorbital minicraniotomy is visualized; г, д, е – postoperative MRI control with contrast performed 10 days after the surgery: more than 90 % of the tumor removed

Результаты

Принятие решения о выборе keyhole доступа и его вида диктовалось размером и локализацией опухоли, а также ее распространением на ПЧЯ и СЧЯ. (Следует

отметить, что критерии выбора пациентов под конкретный доступ изменились с развитием мини-инвазивной хирургии.) В нашей группе не отмечено летальности, инвалидизации или серьезных перманентных

осложнений, ассоциированных с доступом. Ни в одном случае не потребовался переход к классической краниотомии. Ретракционных изменений паренхимы мозга в виде отека или геморрагии при контрольной томографии не выявлено. Эндоскопическая ассистенция для контроля удаления опухоли выполнена 28 (58,33 %) больным. В ряде случаев ее проводили при удалении менингиом бугорка для визуализации заднего полюса опухоли и ветвей А2 сегмента передних мозговых артерий. У 1 больного возникла назальная ликворея (2 %), что потребовало наружного люмбального дренирования в течение 5 дней. Повторных вмешательств по этому поводу не выполнялось. Перiorбитальная отечность и транзиторная гипестезия отмечена у всех больных. Перманентная гипестезия лобной области со стороны вмешательства сохранялась до полугода у 3 (4 %) пациентов.

Всем больным к моменту выписки из стационара выполнена послеоперационная МРТ. По ее результатам, в группе внутримозговых опухолей у 8 (47 %) пациентов отмечено тотальное удаление, у 9 (53 %) пациентов резецировано более 90 % опухоли. В группе менингиом всем 28 пациентам выполнено полное удаление (по Simpson II).

Косметический результат по шкале CVAS оценен у 40 пациентов. Подавляющее большинство (97,5 %) были полностью удовлетворены послеоперационным рубцом (CVAS > 90). Один пациент отмечал жжение в области рубца (CVAS = 70).

Обсуждение

Популярность использования минимально инвазивной хирургии за последние 15–20 лет объясняется удовлетворенностью как нейрохирургов, так и их пациентов. Удовлетворенность первых объясняется снижением травматизации, уменьшением времени операции и числа койко/дней. Удовлетворенность пациентов, помимо вышеуказанных факторов, объясняется уменьшением послеоперационного болевого синдрома и лучшим косметическим эффектом.

Наши результаты, а также публикации других авторов, свидетельствуют о том, что супраорбитальная keyhole краниотомия может выполняться при самой различной внутричерепной патологии, включая опухоли ПЧЯ и аневризмы, как в остром периоде кровоизлияния, так и при аневризме без разрыва [8–11, 16–23]. При правильном подходе к выбору кандидатов на keyhole доступ супраорбитальная краниотомия через кожный разрез по брови обеспечивает более прямолинейный доступ к новообразованиям ПЧЯ, а при достижении достаточного опыта выполнение доступа занимает 12–15 мин.

Современные диагностические технологии играют определяющую роль, потому что позволяют с точностью оценить нормальную анатомию и индивидуаль-

ную патанатомическую картину. Это позволяет смоделировать элегантный keyhole доступ и спланировать детальную нейрохирургическую концепцию. Параллельно, несмотря на наличие высокоинформативных данных нейровизуализации, чрезвычайно важно и позволяет избежать опасных осложнений знание основных анатомических ориентиров, тем более что данный доступ фактически располагается на лице и считается косметическим. Слабость лобной мышцы, поражение супраорбитального или супратрохлеарного нервов могут инвалидизировать пациентов. I. Pitanguy и S. Ramos схематически изобразили ход лобной ветви лицевого нерва как линию, начинающуюся от точки на 0,5 см ниже козелка и проходящую выше уровня латерального края брови примерно на 15 мм (рис. 4).

В целом количество доступ-ассоциированных осложнений в нашем исследовании минимально, что коррелирует с данными других авторов. Однако негативные эффекты возможны, и знание мер их профилактики обязательно. Среди наиболее распространенных недостатков мини-доступа через бровь рассматриваются:

1) анестезия, связанная с пересечением и/или растяжением супраорбитального и/или супратрохлеарного нервов; мерой профилактики для которой является правильно спланированный кожный разрез;

2) образование грубого рубца, ведущее к асимметрии бровей, и алопеция в области брови; мерами профилактики в этой ситуации определены также адекватно спланированный кожный разрез, отказ от выбора транцилиарного доступа при склонности к образованию келоида и/или использование транспальпебрального разреза [2];



Рис. 4. Схематическое изображение курса лобной ветви лицевого нерва (показан красным пунктиром) и дистанция (в среднем 15 мм) до латерального края брови (показана короткой белой линией) (адаптировано из [24])

Fig. 4. Schematic presentation of the course of the frontal branch of the facial nerve (red dashed line) and distance (15 mm on average) to the lateral edge of the eyebrow (short white line) (adapted from [24])

3) ограниченная маневренность для стандартных микроинструментов/ретрактора, ограничение освещения; поэтому миниинвазивная хирургия требует использования keyhole инструментария динамической ретракции и устройств для манипуляции микроскопом без помощи рук хирурга, таких как ротовой переключатель mouth-switch (Carl Zeiss, Германия) либо «МАРИ» (ООО «ТОЛИКЕТИ», Россия). Использование эндоскопической ассистенции особенно показано в глубокой и узкой ране, когда в условиях ограниченного освещения необходимо приблизить нейроваскулярные структуры [8–13, 16–23, 25].

С другой стороны, даже несмотря на малую краниотомию, ранняя релаксация мозга позволяет значительно увеличить свободные пространства для манипуляции микроинструментами, что дает возможность удалять образования, сопровождающиеся выраженным перифокальным отеком. Значительную роль играют адекватное обеспечение анестезиологического пособия, использование осмотических диуретиков.

По нашему мнению, супраорбитальный keyhole доступ показан при образованиях полюса лобной доли, ограниченных опухолях полюса височной доли (до 3 см), ПЧЯ и параселлярного пространства. При крупных (5 см и более) и гигантских опухолях показаны доступы традиционные, в ряде случаев – минимальный орбитозигматический [3, 4, 16].

В хирургии внутримозговых объемных образований, как глиом, так и метастазов, очень важен детальный предоперационный анализ данных МРТ [7]. В первую очередь важно оценивать, какой тип резекции планируется. При крупных глиомах лобной доли при планировании лобэктомии дополнительное пространство для работы создается после внутренней декомпрессии лобной доли, и появляется возможность работы практически в любом отделе лобной доли посредством изменения угла микроскопа. Остатки коры сводятся

в область визуализации и при необходимости резецируются. Таким образом, в противоположность традиционным принципам нет необходимости в широкой визуализации коры всей лобной доли, особенно при планировании ее резекции. Если же радикальная лобэктомия не планируется, тактика определяется локализацией и размером образования. Расположение опухоли в полюсе лобной доли с выходом на кору делает супраорбитальный доступ наиболее оптимальным, позволяющим нивелировать негативные эффекты больших трепанаций. В ряде случаев могут использоваться транскортикальные/трансфронтальные доступы.

Безопасность и эффективность хирургии не должна быть скомпрометирована стремлением к минимизации доступа. Для того чтобы степень резекции опухоли через мини-доступ была адекватной, необходим критичный подбор кандидатов. Поэтому в нашем исследовании для создания короткого эффективного сфокусированного маршрута через супраорбитальный доступ предпочтение отдавалось пациентам с опухолями в области полюсных отделов лобных долей. Немаловажно, что глубинные опухоли лобной доли и, в частности, доминантного полушария зачастую требуют более широкой трепанации для интраоперационного нейрофизиологического мониторинга.

Заключение

Супраорбитальная краниотомия может быть эффективной и безопасной альтернативой классическим расширенным доступам при внутримозговых опухолях ПЧЯ и супраорбитальных опухолях лобной доли. Необходимо подчеркнуть, что подобный минимально инвазивный доступ технически сложен и требует значительного опыта работы в ограниченном трепанационном окне. Поэтому необходим очень тщательный отбор пациентов, индивидуализация доступа и дальнейшая критичная оценка keyhole хирургии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и внешнего и дополнительного финансирования.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest and absence of external and additional funding.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Алексеев А.Г., Пичугин А.А., Шаяхметов Н.Г. и др. Чрезбровная (транскилиарная) супраорбитальная краниотомия по типу «keyhole» в хирургии опухолей черепной ямки и аневризм и аневризм передней циркуляции Виллизиева круга: первый опыт нейрохирургического отделения. Российский нейрохирургический журнал им. А.Л. Поленова 2014; VI(2):15–21. [Alekseev A.G., Pichugin A.A., Shayakhmetov N.G. et al. Transciliary supraorbital “keyhole” type craniotomy in the surgery of tumors of precranal fossa and aneurysms of Willis’ artery anterior circulation: the first experience of neurosurgery department. Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal imeni A.L. Polenova = Russian Neurosurgical Journal named after professor A.L. Polenov 2014; VI(2):15–21. (In Russ.).]
2. Andaluz N., Romano A., Reddy L.V., Zuccarello M. Eyelid approach to the anterior cranial base. J Neurosurg 2008;109(2):341–6. DOI: 10.3171/JNS/2008/109/8/0341. PMID: 18671651.
3. Chen H.S., Tzaan W.C. Microsurgical supraorbital keyhole approach

- to the anterior cranial base. *J Clin Neurosci* 2010;17(12):1510–4. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.04.025. PMID: 20817469.
4. Fernandes Y.B., Maitrot D., Kehrli P. et al. Supraorbital eyebrow approach to skull base lesions. *Arqde Neuropsiquiatr* 2002;60(2-A): 246–50. PMID: 12068354
 5. Fries G., Perneczky A. Endoscope-assisted brain surgery: part 2 – analysis of 380 procedures. *Neurosurgery* 1998;4(2):226–32. PMID: 12068354.
 6. Garrett M., Consiglieri G., Nakaji P. Transcranial minimally invasive neurosurgery for tumors. *Neurosurg Clin N Am* 2010;21(4):595–605. DOI: 10.1016/j.nec.2010.07.002. PMID: 20947029.
 7. Gazzeri R., Nishiyama Y., Teo C. Endoscopic supraorbital eyebrow approach for the surgical treatment of extraaxial and intraaxial tumors; *Neurosurg Focus* 2014;37(4) E20. DOI: 10.3171/2014.7.FOCUS14203. PMID: 25270140.
 8. Perneczky A., Fries G. Endoscope-assisted brain surgery: part 1 – evolution, basic concept, and current technique. *Neurosurgery* 1998;42(2):219–25. PMID: 9482171.
 9. Perneczky A. Planning strategies for the suprasellar region: Philosophy of approaches. *Neurosurgery* 1992;11;343–8. PMID: 16234671.
 10. Perneczky A., Reusch R. Keyhole approaches in neurosurgery. Vol. 1. Concept and surgical technique. New York: SpringerWien, 2008. ISBN 978-3-211-83885-3.
 11. Reisch R., Perneczky A. Ten-year experience with the supraorbital subfrontal approach through an eyebrow skin incision. *Neurosurgery* 2005;57(4):242–55. PMID: 16234671.
 12. Teo C., Sugrue M. Principles and practice of keyhole brain surgery. Georg Thieme Verlag, 2015. eISBN 978-3-13-175861-3. Available at: <https://www.amazon.com/Principles-Practice-Keyhole-Brain-Surgery/dp/3131758511>.
 13. van Lindert E., Perneczky A., Fries G., Pierangeli E. The supraorbital keyhole approach to supratentorial aneurysms: concept and technique. *Surg Neurol* 1998;49(5):481–90. PMID: 9586924.
 14. McGirt M. J., Chaichana K.L., Gathinji M. et al. Independent association of extent of resection with survival in patients with malignant brain astrocytoma. *J Neurosurg* 2009;110(1):156–62. PMID: 9586924.
 15. Simpson D. The recurrence of intracranial meningiomas after surgical treatment. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1957;20(1):22–39. PMID: 13406590.
 16. Джинджихадзе Р.С., Древал О.Н., Лазарев В.А. и др. Минимальная орбитозигоматическая краниотомия в хирургии супратенториальных аневризм и образований передней и средней черепных ямок. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко* 2016;80 (4):40–7. [Dzhindzhikhadze R.S., Dreval O.N., Lazarev V.A., Kambiev R.L. Mini-orbitozygomatic craniotomy in surgery for supratentorial aneurysms and tumors of the anterior and middle cranial fossae. *Voprosy neirohirurgii = Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2016;80 (4):40–47. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201680440–47. PMID: 27500773.
 17. Джинджихадзе Р.С., Древал О.Н., Лазарев В.А. и др. Супра- и трансорбитальный доступы в остром периоде субарахноидального аневризматического кровоизлияния. Показания и противопоказания. *Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова* 2016; VIII(4):18–24. [Dzhindzhikhadze R.S., Dreval O.N., Lazarev V.A. et al. Supra-transorbital keyhole approach for the treatment in the acute aneurysmal subarachnoid hemorrhage period. Indications and contraindications. *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal imeni A.L. Polenova = Russian Neurosurgical Journal named after professor A.L. Polenov* 2016; VIII(4):18–24. (In Russ.)].
 18. Джинджихадзе Р.С., Древал О.Н., Лазарев В.А. и др. Концепция keyhole в хирургии аневризм. *Нейрохирургия и неврология Казахстана* 2016;43(2):16–23. [Dzhindzhikhadze R.S., Dreval O.N., Lazarev V.A. et al. The keyhole concept in neurosurgery of aneurysms. *Neyrokhirurgiya i nevrologiya Kazakhastana = Neurosurgery and Neurology of Kazakhstan* 2016;43(2):16–23. (In Russ.)].
 19. Джинджихадзе Р.С., Древал О.Н., Лазарев В.А. и др. Супраорбитальная keyhole краниотомия в хирургии аневризм переднего отдела виллизиева круга. *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко* 2016;80(5):78–84. [Dzhindzhikhadze R.S., Dreval O.N., Lazarev V.A. et al. Supraorbital keyhole craniotomy in surgery of anterior circle of Willis aneurysms. *Voprosy neyrokhirurgii imeni N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2016;80(5):78–84. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201680578–84.
 20. Pitshelauri D., Konovalov A., Shekutev G. et al. A novel device for hands-free positioning and adjustment of the surgical microscope. *Technical note. J Neurosurg* 2014;121(1):161–4. DOI: 10.3171/2014.3.JNS12578. PMID: 24766103.
 21. Radovanovic I., Abou-Hamden A., Basigaluppi S., Tymianski M. A safety, length of stay, and cost analysis of minimally invasive microsurgery for anterior circulation aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 2014;156(3):493–503. DOI: 10.1007/s00701-013-1980-x. PMID: 24395051.
 22. Reisch R., Marcus H., Hugelshofer M. et al. Patients' cosmetic satisfaction, pain, and functional outcomes after supraorbital craniotomy through an eyebrow incision. *J Neurosurg* 2014;121(3):730–4. DOI: 10.3171/2014.4.JNS13787. PMID: 24878288.
 23. Reisch R., Stadie A., Kockro R., Hopf N. Keyhole concept in neurosurgery. *World Neurosurg* 2013;79(2):S17.e9–13. DOI: 10.1016/j.wneu.2012.02.024. PMID: 22381839.
 24. Pitanguy I., Ramos S. The frontal branch of the facial nerve: the importance of its variations in face lifting. *Plast Reconstr Surg* 1966;38(4):352–6. PMID: 5926990.
 25. Telera S., Carapella C.M., Caroli F. et al. Supraorbital keyhole approach for removal of midline anterior cranial fossa meningiomas: a series of 20 consecutive cases. *Neurosurg Rev* 2012;35(1):67–83. DOI: 10.1007/s10143-011-0340-7. PMID: 21800054.

Статья поступила: 31.05.2017. Принята в печать: 24.06.2017.

Article received: 31.05.2017. Accepted for publication: 24.06.2017.