

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
НЕЙРОХИРУРГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н. Н. БУРДЕНКО»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Сафронова Елизавета Игоревна

МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДИКИ В ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ
ХИРУРГИИ ОПУХОЛЕЙ ОСНОВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ:
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук Кушель Юрий Вадимович

Москва – 2022

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Обзор литературы.....	12
1.1 Опухоли основания головного мозга у пациентов детского возраста.....	12
1.2 Классификация, эпидемиология, клиническая картина, принципы диагностики и лечения	13
1.3 Принципы хирургического лечения объемных образований в области основания головного мозга	34
1.4 Возможности современной нейроэндоскопии	46
1.5 Эндоскопическая ассистенция в хирургии опухолей: проблемы и ограничения	50
1.6 Степень разработанности темы исследования.....	54
Глава 2 Материалы и методы.....	58
2.1 Характеристика пациентов.....	58
2.2 Хирургические keyhole-доступы	61
2.3 Методика эндоскопической ассистенции.....	67
2.4 Методика сравнения микроскопического и эндоскопического способов визуализации.....	68
2.5 Оценка результатов хирургического лечения опухолей основания головного мозга с применением keyhole-доступов.....	73
2.6 Статистический анализ	75
2.7 Эндоскопическая анатомия супраорбитального, птерионального и транскаллезного доступов	75
Глава 3 Ретроспективный анализ эффективности и исходов операций с использованием keyhole-доступов в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у детей.....	77
3.1 Клиническая картина	79
3.2 Анализ нейровизуализационных данных	84
3.3 Результаты хирургического лечения.....	88
3.4 Резюме	98
Глава 4 Результаты исследования эффективности эндоскопической ассистенции	100

4.1 Общие результаты	100
4.2 Количественная оценка эффективности эндоскопической ассистенции	104
4.3 Резюме	115
Глава 5 Эндоскопическая анатомия основных keyhole-доступов к объемным образованиям переднего основания головного мозга	118
5.1 Чресбровный супраорбитальный keyhole-доступ.....	118
5.2 Птериональный keyhole-доступ.....	121
5.3 Транскаллезный keyhole-доступ.....	127
Глава 6 Рекомендации по применению эндоскопической ассистенции	129
6.1 Выбор хирургического доступа к объемному образованию основания головного мозга	129
6.2 Применение эндоскопической ассистенции в доступах к опухолям основания головного мозга	132
6.3 Рекомендации по выбору оборудования	138
Глава 7 Возможности защиты ткани головного мозга при транскортикальных доступах – применение портов	142
7.1 Опухоли зрительного тракта, таламопедункулярные опухоли и транстемпоральный трансвентрикулярный доступ.....	142
7.2 Эффективность применения тубулярных ретракторов (портов) в транскортикальных доступах к опухолям основания головного мозга	147
7.3 Хирургический порт и эндоскопическая ассистенция.....	152
7.4 Резюме	157
Заключение	158
Выводы	165
Практические рекомендации.....	167
Список литературы	171
Приложение А	194
Приложение Б	197
Приложение В.....	199

Введение

Актуальность темы исследования

Минимально инвазивная хирургия в лечении опухолей головного мозга – это комплексный подход, направленный на минимизацию повреждения здоровых тканей и снижение общего воздействия на пациента при эффективном выполнении хирургической задачи.

Несмотря на то, что онкологические заболевания в детской популяции встречаются реже, чем у взрослой группы населения, значение этой проблемы нельзя переоценить. В структуре детской опухолевой патологии больше половины случаев составляют различные лейкозы (29%) и опухоли центральной нервной системы (26%). Опухоли ЦНС у онкологических пациентов детского возраста сохраняют за собой статус самых частых солидных опухолей являются ведущей причиной смертности этих больных [42, 135, 200]. Объемные образования основания головного мозга составляют значительную часть нейрохирургической патологии у пациентов детского возраста: до 30% всех доброкачественных глиом относятся к опухолям зрительных путей, до 6% опухолей головного мозга – краниофарингиомы, также встречаются требующие хирургического вмешательства дермоидные кисты и холестеатомы, менингиомы, герминомы и другие более редкие варианты.

В области переднего основания головного мозга сосредоточено много функционально значимых структур: зрительные нервы и хиазма, глазодвигательные, блоковые и отводящие нервы, сосуды переднего отдела Виллизиева круга, гипоталамо-гипофизарная система, части лимбической системы [74, 168]. Воздействие объемного процесса на эти критически важные структуры обуславливает специфическую клиническую картину этих заболеваний: зрительные и глазодвигательные, гормональные нарушения, гидроцефалия, нарушения развития и поведения. Выраженная и быстро прогрессирующая клиническая картина делает хирургическое лечение методом первой линии для

опухолевой патологии хиазмально-селлярной и прилежащих областей, а особенности анатомии технически усложняют такую хирургию.

Современные технологии анестезиологии и реанимации, эндокринологии, онкологии, восстановительного лечения улучшили исходы и прогнозы хирургического лечения пациентов со сложными опухолями головного мозга. Хирургические технологии, в свою очередь, продолжают развиваться с учетом потребности в сохранении качества жизни пациента, снижения риска осложнений, безопасного повышения степени радикальности операций и уменьшения агрессивности адьювантной терапии [188, 194]. В случаях, когда адьювантная терапия необходима, хорошее функциональное состояние пациента является значимым фактором для проведения лечения в полном объеме и благоприятного исхода [199]. Чем быстрее и лучше пациент восстановился после хирургического этапа лечения, тем более вероятно успешное проведение показанной химиотерапии или радиотерапии, что выводит актуальность концепции fast-track (концепции быстрого восстановления) на принципиально новый уровень значимости.

Исход хирургического лечения зависит от всех его этапов, начиная от полноценного предоперационного обследования и адекватной предоперационной подготовки, заканчивая оптимальным анестезиологическим пособием и адекватным ведением послеоперационного периода, включая достаточную анальгезию, разумно раннюю активизацию пациента и исключение избыточных процедур вроде использования центральных венозных доступов для коротких хирургических вмешательств. Роль хирурга в этом комплексе мероприятий – разумное снижение травматичности операции в том числе и за счет сокращения размеров раны, использование доступных технических средств для быстрого и эффективного выполнения хирургической задачи, отказ от избыточных, «традиционных» манипуляций. В этом смысле именно от хирурга зависит, насколько сильной будет так называемая «коллатеральная травма» – повреждение тканей на пути к патологическому процессу в ходе доступа и соседних с патологическим процессом функциональных структур и зон.

Степень разработанности темы

В настоящее время, когда функциональное состояние пациента в исходе лечения является определяющим фактором успешного хирургического лечения, много внимания уделяется способам минимизации травматичности нейрохирургических операций, в том числе и при новообразованиях основания головного мозга у детей. Так, во многом для снижения послеоперационной морбидности, постепенно уменьшились и стали менее травматичными транскраниальные доступы, вошла в рутинную практику концепция «keyhole-хирургии» (термин предложен А. Perneczky), предполагающая индивидуально спланированную «минимальную достаточную» краниотомию с коротким и максимально безопасным хирургическим коридором [92, 164, 167, 167]. Для пациентов детского возраста с опухолями хиазмально-селлярной и прилежащих областей идея минимально инвазивной транскраниальной хирургии особенно актуальна – там, где взрослому пациенту можно было бы предложить трансфеноидальную хирургию, у ребенка такой доступ часто невыполним или неадекватен хирургической ситуации. По этой причине часто методом выбора становятся минимально инвазивные транскраниальные доступы вдоль основания черепа. Стратегия keyhole вполне применима в детской нейрохирургической практике без снижения эффективности и безопасности хирургии, приведено в анализе L.S. Governale [94]. На сегодняшний день самое крупное описание результатов использования методики индивидуального планирования с применением keyhole-краниотомий у пациентов детского возраста в ретроспективной группе из 125 пациентов (M. Renovanz), включает в основном супратенториальные опухоли головного мозга [167]. В целом, серий из пациентов детского возраста с описанием мини-доступов в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга мало, вопрос возможности лечения больших и гигантских опухолей из keyhole-доступов не поднимается вовсе.

Кроме того, в структуре детской опухолевой патологии значительную часть представляют глиомы зрительных путей, для которых базальный доступ не всегда оказывается оптимальным вариантом: глиомы зрительных трактов могут иметь

анатомические особенности глиом подкорковых ядер и более коротким и безопасным путем для хирурга в такой ситуации становится транскортикальный транстемпоральный хирургический коридор. В этой связи одним из способов снижения коллатеральной травмы становится методика бережной тракции ткани мозга с помощью трубчатого ретрактора (хирургического порта) [34, 788, 136, 161, 163].

В развитии идеи keyhole-доступов особое место занимали способы улучшения качества визуализации операционного пространства и, как следствие, результатов хирургического лечения. Многие апологеты этой методики в той или иной степени переходят на эндоскопическую визуализацию операционного пространства, как в свое время эндоскоп целиком заменил микроскоп в эндоназальных трансфеноидальных доступах к внутреннему основанию черепа.

Одни исследователи действительно сообщают о возможности полноценной замены операционного микроскопа угловой эндоскопической оптикой, другие оставляют эндоскопу место дополнительного способа визуального контроля, принимая во внимание возможные сложности при использовании [59, 69, 933, 103, 196]. Существуют исследования, демонстрирующие применения эндоскопа в условиях keyhole-краниотомии, однако количественную оценку эндоскопической ассистенции в транскраниальной хирургии опухолей переднего основания головного мозга, сформулированные показания к ее применению попытались дать в очень ограниченном количестве публикаций [70, 833, 191, 209, 212]. Кроме того, почти все публикации на эту тему анализируют пациентов взрослого возраста, педиатрические пациенты описаны малыми группами в единичных публикациях.

В ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с 2016 года накоплен достаточный опыт применения keyhole-концепции в транскраниальной хирургии опухолей головного мозга у пациентов детского возраста, широко внедрена в практику эндоскопическая ассистенция при таких операциях, для транскортикальных доступов к основанию головного мозга опционально применяются порты. В этой связи актуальным и обоснованным

становится и изучение результатов применения этих методик, что и легло в основу данной диссертационной работы.

Цель исследования

Оценить эффективность и безопасность использования keyhole-доступов, эндоскопической ассистенции в keyhole-доступах, тубулярных порт-ретракторов для транскортикальных доступов в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у детей.

Задачи исследования

1. Оценить результаты хирургического лечения опухолей основания головного мозга у детей с применением keyhole-доступов.

2. Уточнить ограничения keyhole-доступов и показания к их использованию в зависимости от хирургической анатомии и типа опухоли основания головного мозга у детей.

3. Уточнить роль и место эндоскопической ассистенции в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у детей.

4. Выявить ограничения к применению эндоскопической ассистенции в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у детей и рассмотреть возможные варианты их преодоления.

5. Рассмотреть хирургический порт как возможный способ защиты тканей головного мозга от тракционной травмы при транскортикальных доступах к опухолям основания головного мозга у детей.

Научная новизна

Впервые проведен анализ результатов транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга вне зависимости от их размера и конфигурации с использованием keyhole-доступа у детей.

Впервые выполнен качественный и количественный анализ эндоскопического и микроскопического способов визуализации операционного

поля при транскраниальных доступах к опухолям основания головного мозга у детей.

Впервые определены показания и целесообразность применения эндоскопической ассистенции при транскраниальных доступах к опухолям основания головного мозга у детей.

Оценена эффективность применения тубулярных порт-ретракторов как способа уменьшения тракционной травмы головного мозга при keyhole-доступах к опухолям основания головного мозга у детей.

Впервые предложено устройство для совмещения возможностей эндоскопической ассистенции и защиты тканей головного мозга по ходу хирургического коридора и разработана методика его применения при транскраниальных доступах к опухолям основания головного мозга у детей.

Теоретическая и практическая значимость

Обоснование эффективности и безопасности применения keyhole-доступов позволило определить возможность их применения для транскраниального удаления опухолей основания головного мозга у детей вне зависимости от размера и конфигурации. Для снижения коллатеральной травмы при транскортикальных доступах к таким опухолям обоснована эффективность и безопасность использования портов (тубулярных ретракторов), создан прототип устройства, подходящего для использования совместно с эндоскопической оптикой. Разработанные показания и технические требования к проведению минимально-инвазивных эндоскопически-ассистированных операций в рамках лечения опухолей основания мозга позволили усовершенствовать подход к хирургическому лечению таких опухолей и стандартизировать методику, в настоящий момент относящуюся к высокотехнологичной медицинской помощи. Описанные методики внедрены в практическую деятельность 2 нейрохирургического отделения (детская нейрохирургия) НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко.

Методология и методы исследования

Работа носила характер наблюдательного аналитического ретроспективно-проспективного когортного исследования группы из 229 пациентов детского возраста с опухолями основания головного мозга. Выделена ретроспективная группа пациентов, оперированных из «классических» хирургических доступов, проспективная группа из пациентов, оперированных из keyhole-доступов для оценки эффективности и безопасности метода, с применением эндоскопической ассистенции, а также проспективная группа пациентов, для которых был выбран транскортикальный доступ с изучением метода безопасной тракции тканей головного мозга.

Основной метод исследования – клинический, вспомогательные – рентгенологический и статистический. Уровень доказательности III (доказательства, полученные в результате спланированного, не рандомизированного исследования, непрямых сравнительных, корреляционных исследований и анализа клинических случаев), степень доказательности – B (результаты клинического исследования без рандомизации).

Основные положения, выносимые на защиту

1. Keyhole-доступ является безопасным методом снижения коллатерального повреждения тканей головного мозга с сохранением эффективности транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у детей.

2. Эндоскопическая визуализация с помощью угловой оптики расширяет возможности для манипуляций в условиях keyhole-доступа и позволяет дополнительно контролировать безопасность вмешательства за счет лучшего качества визуализации.

3. Наибольшее преимущество визуализация угловой эндоскопической оптикой дает в условиях больших и гигантский опухолей неправильной формы или при доступе вдоль рельефа основания черепа (супраорбитальный, птериональный

хирургические коридоры). При транскаллезном доступе эндоскопическая визуализация сохранила только оптические преимущества.

4. Полностью эндоскопическое транскраниальное удаление опухоли не имеет преимуществ перед микрохирургическими вмешательствами, поскольку при аналогичной инвазивности имеет потенциальные риски, связанные с особенностями конструкции современного эндоскопа.

5. На современном этапе развития нейрохирургии метод эндоскопической визуализации в транскраниальной хирургии опухолей головного мозга у детей – дополнительный контроль степени радикальности удаления и гемостаза.

Степень достоверности исследования

Результаты диссертации и выводы являются достоверными и обоснованными в соответствии с принципами доказательной медицины, что обеспечено наличием репрезентативной выборки, отвечающей цели и задачам исследования, использованием актуальных методов статистического анализа (непрямые сравнительные, корреляционные) и анализа клинических случаев). Авторские данные сравнены с опубликованными ранее научными исследованиями по теме диссертации.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2021); V Всероссийском съезде по детской нейрохирургии (Москва 2021); Всероссийском нейрохирургическом форуме (Москва, 2022); расширенном заседании проблемной комиссии «Детская нейрохирургия» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 27.10.2022 г. (протокол № 5/22).

Личный вклад автора

Определение целей и задач исследования, анализ опубликованных ранее данных. Сбор и анализ представленного в диссертации материала. Разработка способа количественной оценки эндоскопической и микроскопической визуализации. Подробный анализ нейровизуализационных и клинических данных по ретроспективной и проспективной группам. Лечение пациентов, участие в операциях в качестве ассистента и выполнение этапов операций. Сбор и обработка графического материала как в ходе операций в проспективной группе, так и во время самостоятельной диссекции кадаверного материала. Выполнена статистическая обработка материала с подведением промежуточных и окончательных итогов исследовательской работы, сформулированных в виде основных положений диссертации. Автор непосредственно участвовал в подготовке публикаций результатов диссертационного исследования.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 3 публикации – в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 1 – в иностранном журнале (Chinese Neurosurgical Journal), 4 – в виде статей и тезисов в материалах отечественных конференций, конгрессов и съездов.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 201 странице машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, главы «материалы и методы», пяти глав собственного материала, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, приложения. Текст иллюстрирован 12 таблицами и 54 рисунками. Список литературы содержит 214 источников (23 отечественных и 191 зарубежный).

Глава 1 Обзор литературы

1.1 Опухоли основания головного мозга у пациентов детского возраста

Основание головного мозга – скорее хирургическое, чем анатомическое, понятие, объединяющее структуры, прилежащие к сложному рельефу основания черепа, включая сосуды Виллизиева круга, черепные нервы, базальные отделы больших полушарий. Впервые это собирательное хирургическое понятие (basal brain tumours) встречается в 1927 году в одноименной статье-обсуждении опыта Х. Кушинга (Harvey Cushing) и О. Хирша (Oskar Hirsch) в хирургическом лечении «опухолей, расположенных в передней черепной ямке, около хиазмы и зрительных нервов, в селлярной и параселлярной области», вызывающих схожие клинические симптомы, связанные с поражением крупных нервов передней и средней черепной ямки, гипофиза, крупных артерий [45]. Как было замечено, есть группа опухолей разного гистологического строения, объединенных анатомической локализацией и почти идентичной клинической симптоматикой. Именно общая клиническая картина, общие особенности расположения и взаимоотношения с окружающими анатомическими структурами диктуют хирургическую тактику лечения опухоли основания головного мозга независимо от ее гистологической структуры. Существующее также понятие «основание черепа» в меньшей степени подходит для обозначения топографии группы новообразований, включающих опухоли черепных нервов, гипоталамо-гипофизарной системы, зрительных путей, базальных отделов больших полушарий головного мозга. Под «основанием черепа» обычно подразумеваются костные структуры и покрывающая их твердая мозговая оболочка.

Опухоли переднего основания головного мозга – это опухоли, *поражающие структуры переднего основания головного мозга*, имеющие общую очаговую симптоматику, включающую зрительные, глазодвигательные, обонятельные, эндокринные нарушения, гипертензионную симптоматику.

Вопрос о хирургическом лечении как о первом этапе лечения возникает при

симптоматике, обусловленной масс-эффектом: внутричерепной гипертензии вследствие самого объемного процесса и обструкции ликворных путей, механическом воздействии на прилежащие структуры (черепные нервы, сосуды Виллизиева круга, гипоталамо-гипофизарная система, средний мозг); а также при необходимости верификации гистологического диагноза. В подавляющем большинстве случаев у ребенка сначала обнаруживается общемозговая гипертензионная симптоматика, иногда офтальмологическая, и только потом выявляется причина симптомов в виде внутричерепного объемного процесса, поэтому такие пациенты в первую очередь становятся кандидатами на хирургическое лечение, и только потом при необходимости – на адьювантную терапию. Тем не менее, существуют характерные для различных опухолей особенности, которые влияют на показания к хирургическому лечению, задачи операции и ожидаемые исходы. В этом разделе соотнесены особенности различных объемных образований, встречающихся в области основания головного мозга у детей, с принятыми в современной нейрохирургии подходами к их лечению.

С учетом современных эпидемиологических данных возможно выделить наиболее частые в педиатрической нейрохирургии опухоли основания мозга. К ним относятся: глиомы зрительных путей, краниофарингиомы, герминативно-клеточные опухоли, аденомы гипофиза, дермоидные и эпидермоидные кисты, менингиомы.

1.2 Классификация, эпидемиология, клиническая картина, принципы диагностики и лечения

1.2.1 Глиомы зрительных путей

Глиомы зрительных путей относятся к глиомам низкой степени злокачественности (чаще всего речь идет о пилоидной астроцитоме), составляющие 4–8% опухолей ЦНС и 20–30% всех глиом у детей [31; 200]. До 80% глиом зрительных путей диагностируется у пациентов до 10 лет, то есть заболевание в основном характерно для педиатрической нейрохирургической

практики [106; 145]. Часто (до 58% случаев) глиомы зрительных путей ассоциированы с нейрофиброматозом 1-го типа, то есть у пациента с выявленным НФ-1 с большой долей вероятности (30% и более) рано или поздно в ходе очередного контрольного исследования МРТ будет выявлена доброкачественная глиома какого-либо отдела зрительных путей [182]. Именно такие пациенты могут довольно длительно наблюдаться без развития симптомов глиомы в силу ее сравнительно медленного роста.

Существующие классификации зрительных глиом основаны на анатомических особенностях опухоли и степени выраженности неврологического дефицита. Широко известна классификация зрительных глиом по Dodge, основанная на расположении опухоли: Dodge I – глиома зрительного нерва, Dodge II – глиома хиазмы, Dodge III – глиома зрительного тракта, таламуса, гипоталамуса [72]. Такая классификация, нашедшая применение в рентгенологических описаниях зрительных глиом, была по мере развития МР-томографии модифицирована с учетом возможной лептоменингеальной диссеминации, рентгенологических особенностей, наличия нейрофиброматоза [195]. Более подходящей для клинической практики оказалась классификация McCullough&Epstein, предложенная в 1985 году. Учтены анатомические особенности опухоли в критерии T (tumour, опухоль): T1 – вовлечение одного зрительного нерва, T2 – обоих зрительных нервов, T3 – хиазмы, T4 – гипоталамуса/таламуса. Зрительные нарушения заложены в критерий V (vision, зрение): V0 – без нарушений, V1 – нарушена функция одного глаза, V2 – нарушена функция обоих глаз либо односторонняя слепота, V3 – слепота на один глаз с нарушением зрения с другой стороны, V4 – полная слепота [138]. Такая дифференцировка имеет значение для определения возможной тактики лечения.

Основными жалобами обычно являются различные нарушения зрения (46% пациентов) и общемозговая симптоматика (около 16% пациентов), причем эти довольно малые доли объясняются большим количеством пациентов с длительным бессимптомным течением при имеющемся диагнозе [31]. В случаях, когда нейровизуализация выполняется все же по причине неврологических симптомов,

клинические проявления глиомы зрительных путей зависят от места исходного роста и локализации основного объема [145]. На основании клинической картины и данных МРТ можно условно подразделить глиомы зрительных путей на «передние», поражающие хиазму и зрительный нерв (как правило, с одной стороны), и «задние», с вовлечением зрительных трактов, зрительных бугров гипоталамуса. Соответственно, от «передних» зрительных глиом ожидается выраженная офтальмологическая симптоматика: асимметричное снижение остроты зрения, отек диска зрительного нерва вплоть до признаков атрофии, парез (чаще асимметричный 3 и 4 черепных нервов, нистагм. «Задние» зрительные глиомы чаще вызывают эндокринные нарушения, в том числе соматотропная недостаточность, преждевременное половое созревание, дизэнцефальный синдром (до 21% пациентов с хиазмально-гипоталамическими глиомами), связанные с вовлечением в патологический процесс гипоталамуса [61]. Гидроцефалия, чаще свойственная «задним» зрительным глиомам по причине характерной обструкции третьего желудочка, становится одним из ведущих клинических проявлений в случае крупного размера глиомы независимо от места исходного роста [27, 31; 145]. Золотым стандартом диагностики зрительных глиом остается МРТ с внутривенным контрастированием [31; 44]. Как правило, это изоинтенсивные в режиме T1 и гиперинтенсивные в T2 образования, неравномерно накапливающие контрастное вещество как за счет кистозных компонентов, так и неконтрастирующихся солидных частей. Частой находкой также становится утолщение поврежденного зрительного нерва. Трактография может быть полезна в исследовательских целях, но на принятие решения относительно тактики лечения не повлияет [202]. Замечено, что размер и конфигурация опухоли не коррелирует с возникающими зрительными нарушениями: может наблюдаться как ухудшение зрительных функций при стабильной рентгенологической картине, так и прогрессирующий рост опухоли на серии МРТ у пациентов со стабильным зрением [109]. Кроме того, на принятие решения о тактике лечения и ожидаемый прогноз повлияют результаты офтальмологического осмотра и оценки функции эндокринной системы.

Морфологически глиомы зрительных путей обычно представляют собой пилоидные астроцитомы (более 54%), реже – пиломиксоидные астроцитомы (около 23%), олигодендроглиомы [31, 36, 44]. Более агрессивными считаются пиломиксоидные варианты и глиомы с повышенным индексом Ki-67 [877, 118, 182]. Имеются данные о редких случаях малигнизации глиом зрительных путей, чаще всего связанных с предшествующей лучевой терапией [214]. Молекулярно-генетический анализ помогает прогнозировать течение заболевания. Известно, что опухоли с выявленным химерным геном BRAF-KIAA1549 менее склонны к рецидивам и агрессивному росту. Такая мутация обнаруживается у 61% пациентов с несиндромальными глиомами зрительных путей и практически никогда у пациентов с глиомами зрительных путей и нейрофиброматозом 1-го типа [99].

Тактика ведения таких пациентов основывается на тяжести клинических проявлений и особенностях нейровизуализационных данных, исходя из главной задачи – обеспечить контроль над ростом опухоли, сохранив зрение. В случае выявления глиомы зрительных путей без нарушения зрения и других симптомов, что характерно для пациентов с нейрофиброматозом, регулярно проходящих обследование включая МРТ головного мозга, а также при выявлении зрительной глиомы в качестве случайной находки, лучшим решением будет наблюдение с регулярным МР-контролем и офтальмологическим осмотром, а какие-либо вмешательства планировать в случае выявления рентгенологических признаков прогрессии или ухудшения зрения [2, 87, 131, 182]. Биопсия опухоли выполняется для глиом, имеющих атипичные свойства: необычный сигнал на МРТ, несвойственный возраст пациентов (младше 1 года или старше 10 лет), неврологический дефицит, прогрессирующий быстрее нарушений зрения [31; 106]. В рутинной практике нашего Центра чаще речь идет о «расширенной» биопсии, когда выполняется максимально возможная безопасная резекция опухоли [2; 27].

В качестве терапии первой линии в большинстве случаев глиом зрительных путей применяется двухкомпонентная химиотерапия винкристином и карбоплатином [4, 153]. По данным некоторых исследований, бессобытийная пятилетняя выживаемость у пациентов, которым схема химиотерапии с

винкристином и карбоплатином была назначена при первичной диагностике глиом зрительных путей, не отличается от таковой при назначении того же протокола после хирургической резекции опухоли [4]. Хороший эффект в лечении рецидивных глиом хиазмы получен при назначении схемы с бевацизумабом и иринотеканом [154]. Для химиотерапии глиом в том числе у пациентов с нейрофиброматозом 1-го типа ведется разработка протоколов лечения на основе таргетной терапии ингибиторами mTOR: рапамицин, эверолимус, эрлотиниб [207]. В сравнении с лучевой терапией, химиотерапия кроме достижения контроля над заболеванием и уменьшения размера опухоли, позволяет сохранить когнитивные функции и снизить вероятность развития диэнцефального синдрома [4; 66; 123]. Однако есть данные об ухудшении зрительных функций на фоне неoadьювантной химиотерапии и химиотерапии для прогрессирующих глиом зрительных нервов, в большей степени касающиеся несиндромальных опухолей [21, 855, 186]. В том числе и по этой причине назначение неoadьювантной химиотерапии у пациентов с неподтвержденным нейрофиброматозом до сих пор спорно, многие исследователи придерживаются мнения о необходимости биопсии или частичной резекции доброкачественной глиомы [2, 31, 155].

Место лучевой терапии в лечении глиом зрительных путей – лечение метастазирующих, прогрессирующих на фоне химиотерапии, нерезектабельных опухолей у пациентов без нейрофиброматоза, в большинстве случаев лучевая терапия не применяется ввиду хороших результатов современных схем химиотерапии [2, 4, 87, 95]. Детям младше 3 лет лучевая терапия противопоказана по причине неприемлемо высокого риска когнитивной недостаточности, эндокринных нарушений [119]. Пациенты с нейрофиброматозом 1 типа также подвержены более высокому риску постлучевых осложнений: описаны частые постлучевые вторичные злокачественные новообразования, развитие сосудистой патологии (в основном речь о болезни мойя-мойя) [2, 48, 114, 119, 183]. Кроме того, после проведения лучевой терапии часто малигнизируются сами глиомы зрительных путей [71]. Несколько меньше осложнений вызывает стереотаксическая лучевая терапия, многообещающие данные в виде улучшения

результата лечения резистентных к химиотерапии опухолей получены при применении протонной терапии [80, 139, 140].

Хирургическое удаление глиомы зрительных путей повышает шансы на длительную безрецидивную выживаемость, однако оказывает негативное влияние на сохранение зрительных функций [844, 101, 129, 145]. Показания к хирургическому удалению зрительных глиом несколько отличаются в зависимости от расположения. Для глиом зрительного нерва необходимость в хирургической резекции наступает при появлении экзофтальма, локального болевого синдрома, сочетающихся с потерей зрения со стороны поражения [21, 31, 38]. Радикальность таких операций обычно ограничена глазным яблоком спереди (сохранение глазного яблока – важный аспект косметического исхода лечения) и хиазмой сзади – повреждение колена Уилбранда приводит к выпадению противоположного верхненаружного квадранта поля зрения. Хиазмально-гипоталамические глиомы чаще имеют показания на этапе выявления, поскольку обнаруживается большой объем опухоли и клинически выраженная гидроцефалия [101, 145, 200]. У пациентов со сколько-нибудь сохранными зрительными функциями радикальное удаление таких опухолей не рекомендуется в связи с неизбежным в таком случае ухудшением зрения, кроме того, радикальное удаление может привести к дисфункции вовлеченного в патологический процесс гипоталамуса с развитием тяжелого диэнцефального синдрома. Рекомендуется субтотальное удаление опухоли вне зрительных структур: из полости третьего желудочка, передних и боковых арахноидальных пространств [31; 44; 66; 101]. В зависимости от направления роста и распространенности опухоли, степени расширения боковых желудочков, расположения кистозных камер опухоли может быть выбран передний межполушарный транскаллезный доступ, птериональный, субфронтальный хирургические коридоры. Место эндоскопической ассистенции здесь – дополнительный контроль радикальности и гемостаза, сохранности функционально значимых структур, дополнительный визуальный контроль при необходимости стентирования ликворных пространств или имплантации шунтирующих систем.

В данном исследовании рассмотрены только впервые выявленные глиомы различных отделов зрительных путей, потребовавшие хирургического лечения по причине выраженной гидроцефалии, крупных размеров опухоли, прогрессирующего ухудшения зрительных функций.

1.2.2 Краниофарингиомы

На долю краниофарингиом приходится 6–9% всех опухолей ЦНС у детей [31; 151; 200]. При этом описано 2 возрастных пика заболеваемости: 6–10 лет и 11–15 лет. До 54% всех краниофарингиом диагностируются у пациентов младше 10 лет [31]. По-видимому, генетической предрасположенности к образованию краниофарингиом нет, как и признаков влияния пола на частоту заболеваемости.

Краниофарингиомы развиваются из эпителиальных клеток, являющихся остатками кармана Ратке и расположенных в области дна турецкого седла, стебля гипофиза, дна третьего желудочка – собственно, это и есть места исходного роста опухоли [205]. По мере развития заболевания краниофарингиома увеличивается за счет солидного и (в большей степени) кистозных компонентов, частично кальцифицируясь и распространяясь по пути наименьшего сопротивления по базальным цистернам и в третий желудочек, обычно разрушая его дно. Существует 3 гистологических подтипа краниофарингиом: адамантиноподобный, папиллярный и смешанный. Папиллярный тип встречается в основном у взрослых, такие краниофарингиомы обычно солидные, редко содержат кальцинаты и кистозные камеры. Для пациентов детского возраста более характерны адамантиноподобные и смешанные варианты с легко минерализующимися компонентами чешуйчатого эпителия, более мягким солидным компонентом и часто крупными и множественными кистами. Гистологическое строение само по себе опухоли не является фактором риска для рецидивов после лечения и не определяет эффективность лучевой терапии, однако оказывает влияние на выбор тактики лечения и его результаты [31; 151].

Особенности строения опухоли и потенциальные сложности течения заболевания и периода лечения можно предсказать уже по диагностическим

нейровизуализационным данным. Благодаря МРТ головного мозга можно получить важные данные о вовлечении в патологический процесс, смещении или разрушении соседних анатомических образований: зрительных нервов, хиазмы и зрительных трактов, гипоталамуса, третьего желудочка, сосудов Виллизиева круга. Сагиттальные изображения в режиме T1 могут дать представление о сохранности стебля гипофиза и ткани самого гипофиза. Режим T2 информативен для представления о жидкостных полостях опухоли, однако он должен рассматриваться вместе с режимом T1 – так можно сделать вывод о гетерогенности некоторых полостей за счет содержания белка, липидов, иногда – следов кровоизлияний. Солидный компонент краниофарингиомы и ее капсула, как правило, интенсивно и неравномерно накапливают контрастное вещество, четко отграничивая ткань опухоли от нормальной мозговой ткани. КТ является обязательным комплементарным методом диагностики, выявляющим наличие, размеры и конфигурацию кальцинатов, которые являются патогномоничным для краниофарингиомы признаком, облегчающим дифференциальный диагноз опухолей хиазмально-селлярной области у детей [81, 143, 151, 166].

Исходя из анатомических взаимоотношений краниофарингиомы и окружающих структур Ю.М. Штенъо предложена классификация краниофарингиом: эндосупраселлярные, супраселлярные внежелудочковые, внутрижелудочковые и интра-экстравентрикулярные [23]. Местом исходного роста интраэкстравентрикулярных и эндосупраселлярных, как правило, является стебель и воронка гипофиза. Такие стебельно-инфундибулярные краниофарингиомы чаще обнаруживаются у пациентов детского возраста. Клинические проявления обычно связаны с воздействием на прилежащие анатомические структуры. До 75% основных жалоб и поводов для обращения за медицинской помощью – головная боль, связанная с повышением внутричерепного давления и гидроцефалией. Офтальмологическая симптоматика является причиной обследования примерно в половине случаев и представлена, как правило, снижением остроты зрения. Эндокринные расстройства связаны с повреждением стебля гипофиза и гипоталамуса (задержка физического развития, несладкий диабет, резкий набор

массы тела или, наоборот, диэнцефальная кахексия) обычно не являются первостепенной причиной выполнения диагностической МРТ [31; 151; 205]. Доброкачественный гистологический паттерн краниофарингиомы с избытком компенсируется связанной с данной патологией морбидностью [157].

Задачей лечения краниофарингиом является достижение постоянного контроля над ростом опухоли с сохранением функционального статуса и качества жизни. Тактика лечения определяется размером, локализацией и анатомией опухоли. Существуют различные мнения насчет необходимости радикального хирургического удаления краниофарингиом и возможности первичной лучевой терапии, однако консенсус на сегодняшний день таков: максимально возможное уменьшение объема опухоли с сохранением окружающих структур (хирургическое удаление, аспирация содержимого кист) и в случае наличия остатка опухоли и его продолженного роста – проведение стереотаксической лучевой терапии. Для впервые выявленных краниофарингиом у детей методом выбора является хирургическое вмешательство с максимально радикальной резекцией опухолевой ткани. Успех такого лечения определяется уровнем подготовки специалистов, возможностью качественного послеоперационного ведения пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и клиническом отделении с пониманием послеоперационной эндокринной патологии и неврологического дефицита и ресурсами для компенсации состояния пациента. По крайней мере 60% случаев могут закончиться тотальным удалением краниофарингиомы независимо от размеров опухоли [132, 179, 180]. Назначение стереотаксической лучевой терапии после хирургической резекции краниофарингиомы дает преимущество в контроле над дальнейшим ростом опухоли, однако следует иметь в виду риски отсроченных осложнений, которые довольно трудно документировать, однако связь с проводившейся лучевой терапией доказана: отсроченные сосудистые осложнения включая болезнь мойя-мойя, задержка психомоторного развития, нарушение памяти, снижение памяти и интеллекта [31, 57, 755, 180].

Трансфеноидальный доступ в хирургии детских краниофарингиом применим реже, чем у взрослых пациентов. Во-первых, большинство

краниофарингиом у детей происходят из стебля гипофиза и выше, по мере роста распространяясь кверху от диафрагмы турецкого седла. В иных случаях (от 3 до 15%) краниофарингиома оказывается отделена диафрагмой турецкого седла от зрительных структур и артерий Виллизиева круга и потенциально доступна для трансфеноидального доступа [24, 65, 107]. Во-вторых, существуют связанные с детским возрастом анатомические сложности – малый размер костных и хрящевых структур, отсутствие пневматизированной клиновидной пазухи, являющиеся причиной критического сужения хирургического коридора для трансфеноидального доступа и затрудняющие выполнение хирургической задачи. Однако для краниофарингиом с крупнокистозной структурой это не критичные помехи, так что трансфеноидальные доступы в хирургии педиатрических краниофарингиом прочно заняли свое место и применяются регулярно, хотя и реже транскраниальных. В результате такого способа лечения радикальное удаление краниофарингиом возможно в 60–90% случаев с частотой рецидивов до 10–60%. Радикальность здесь в основном зависит от размера и структуры опухоли: чем больше опухоль, чем сложнее ее форма и чем больше плотной ткани, тем меньше шансов на тотальную резекцию [24, 31, 65]. В целом, такие пациенты в послеоперационном периоде реже развивают выраженные эндокринные нарушения, диэнцефальный синдром и офтальмологические симптомы, а также менее подвержены развитию гидроцефалии, но эти факты, очевидно, объясняются в основном меньшей вовлеченностью в патологический процесс функционально значимых структур (и, как следствие, трансфеноидальный хирургический коридор стал в принципе возможен) [33, 55, 65, 107, 122]. Кроме того, такой способ хирургического лечения несет риск развития назальной ликвореи и кровотечений в раннем послеоперационном периоде (гемостаз контролировать сложнее, чем при транскраниальных вмешательствах). Также в послеоперационном периоде как отдаленное последствие расширенных трансназальных доступов описываются anosmia, деформация носовой перегородки, стеноз носовых ходов и прочие дистрофические процессы, снижающие качество жизни пациентов [117, 127, 149].

Транскраниальные хирургические коридоры используются в лечении

детских краниофарингиом значительно чаще ввиду особенностей анатомии: краниофарингиомы, растущие из стебля гипофиза и дна третьего желудочка, легче и в первую очередь распространяются в третий желудочек и базальные цистерны, чем под диафрагму турецкого седла. Прямым показанием к транскраниальной хирургии впервые выявленной краниофарингиомы является именно расположение крупной кистозно-солидной опухоли в основном супраселлярно, возможно, с дополнительным распространением в стороны по арахноидальным пространствам. Сообщается о большей доле тотально удаленных краниофарингиом: от 80 до 100% по данным разных серий, что подтверждено контрольными рентгенологическими исследованиями и довольно низкой частотой рецидивов заболевания – от 0 до 20%. [31, 143, 151, 180]. Важно знать, что вслед за радикальным хирургическим лечением краниофарингиом развиваются нарушения, связанные с манипуляциями в области гипоталамуса, зрительных структур. Степень выраженности послеоперационного дизэнцефального синдрома, гипоталамо-гипофизарной недостаточности во многом зависит и от длительности и тяжести эндокринных нарушений до хирургического лечения. Офтальмологические нарушения, чаще связанные со снижением остроты и дефектами полей зрения, обусловлены не столько самим фактом хирургического вмешательства, сколько степенью компрессии хиазмы и зрительных нервов краниофарингиомой, их связью с опухолью и наличием общих сосудов.

Выбор хирургического коридора здесь зависит от основного направления роста краниофарингиомы, расположения кистозных камер, с учетом максимальной доступности всех частей опухоли по кратчайшему пути. Так, основными доступами становятся транскаллезный, субфронтальный, в том числе супраорбитальный, птериональный, подвисочный доступы [31, 799, 151]. Благодаря техническому прогрессу транскраниальные коридоры обеспечивают максимальное качество визуализации структур. Поскольку одним из определяющих факторов благоприятного исхода является радикальное удаление краниофарингиомы, имеет смысл применение эндоскопической ассистенции при микрохирургическом вмешательстве, особенно в случае сложной анатомии

опухоли [31, 46, 105].

1.2.3 Аденомы гипофиза

Аденомы гипофиза встречаются в 3–6% случаев первичных опухолей головного мозга у пациентов детского возраста. Из всех диагностированных опухолей гипофиза всего 3,5–8,5% выявлены у пациентов до 20 лет [31, 62, 200]. У пациентов допубертатного периода наиболее часто встречаются аденомы, секретирующие АКТГ и СТГ, для более старшего возраста типичны пролактиномы. 10%, приходящиеся на соматотропиномы, полностью представлены детьми младшего возраста (до 3 лет) [37, 62, 201]. Лишь 5% аденом гипофиза являются несекретирующими (у взрослых это порядка 1/3 всех аденом гипофиза). Совсем единичные случаи – ТТГ и ГТ-секретирующие аденомы, обычно связанные с множественной эндокринной неоплазией 1 типа, синдромом МакКьюна-Олбрайта, комплексом Карни и семейными изолированными аденомами гипофиза [37, 62, 111].

Клиническая картина аденом гипофиза зависит скорее от эндокринных нарушений и отличается в зависимости от пола и возраста пациентов. Наличие и степень выраженности общемозговой симптоматики и офтальмологических нарушений определяется размерами опухоли, степенью смещения и сдавления окружающих структур, наличием и выраженностью гидроцефалии. Собственно, для оценки показаний к тому или иному методу лечения необходимо включить в обследование ребенка МРТ с контрастным усилением (оценка размеров и конфигурации опухоли, взаимоотношения с прилежащими структурами, гидроцефалии), КТ (оценка костных структур основания черепа, дифференциальный диагноз с краниофарингиомой), офтальмологический осмотр (острота зрения, черепные нервы, поля зрения, состояние глазного дна), оценку эндокринного статуса (АКТГ, лютеинизирующий гормон, кортизол, соматотропин, ИФР-1, пролактин, ТТГ, тироксин, инсулин, электролиты крови и анализ мочи с учетом ее плотности) [62, 201].

Некоторые типы аденом гипофиза поддаются консервативной медикаментозной терапии. Так, для пролактином эффективно назначение

агонистов дофамина (бромкриптин, каберголин), нормализующих уровень пролактина и вызывающих уменьшение пролактиномы [32, 82]. Соматотропиномы могут быть взяты под контроль с помощью аналогов соматостатина (октреотид, ланреотид), однако опыт применения этих препаратов у пациентов детского возраста ограничен и чаще для детей с соматотропиномами методом выбора становится хирургическая резекция [62, 888, 193]. Для кортикотропином (этиологическая причина болезни Кушинга), тиреотропином, несекретирующих аденом гипофиза методом выбора является хирургическое вмешательство с удалением опухоли [112, 193, 201].

Кроме того, показанием к хирургическому вмешательству даже при потенциальной эффективности консервативной терапии является крупный размер аденомы, прогрессирующее ухудшение зрения, гидроцефалия [141, 192]. У взрослых пациентов предпочтительным способом хирургического вмешательства является эндоскопический трансфеноидальный доступ, однако у детей этот метод ограничен в применении ввиду отсутствия пневматизированной клиновидной пазухи и малых размеров лицевых структур (более подробно в п. 1.1.2.2) [169, 192]. Также при выявлении больших и гигантских аденом гипофиза разумной тактикой лечения может оказаться транскраниальное микрохирургическое удаление опухоли с последующей стереотаксической лучевой терапией при необходимости (для аденом с высоким индексом Ki67 или при невозможности безопасно выполнить радикальную операцию) [52, 64, 142].

1.2.4 Менингиомы

У пациентов до 20 лет до 5% опухолей головного мозга оказываются менингиомами [159]. Вероятность обнаружить, что опухоль головного мозга у пациента младше 14 лет является менингиомой, составляет менее 2%. В отличие от взрослых больных, для которых менингиома в 80,5% случаев оказывается доброкачественной (Grade I WHO), у пациентов детского возраста картина менее оптимистичная: менингиомы Grade I WHO описаны не более чем в 54% случаев с преобладанием менинготелиального (41%) и переходного (31%) подтипов,

соответственно более агрессивных менингиом до 34% Grade II WHO и 12% Grade III WHO [124]. Другими словами, в педиатрической нейрохирургической практике менингиомы сравнительно редки, а также сопровождаются более высоким риском рецидива и менее благоприятным исходом. Симптоматика зависит от локализации, для менингиом переднего основания головного мозга клиническая картина будет обусловлена объемом опухоли и масс-эффектом в хиазмально-селлярной и лобно-базальной области, соответственно ожидаемо снижение зрения, глазодвигательные нарушения, общемозговая и гипертензионная симптоматика, реже – судорожные приступы [8].

Известно, что менингиомы происходят из менинготелиальных клеток, в норме обнаруживающихся в пиальной, арахноидальной оболочках, сосудистых основах желудочков, мембранах субарахноидальных пространств. Менинготелиальные клетки покрывают мягкие мозговые оболочки, образуя тонкий слой с плотными и щелевыми межклеточными контактами, обеспечивая контакт между нейрональной тканью и ликвором, поддерживая гомеостаз системы [53, 148]. В свою очередь, менингиомы обычно образуются в местах более высокой концентрации менинготелиальных клеток – в области арахноидальных грануляций, дуральных синусов, корешков черепных нервов, сосудистых сплетений [104]. Также известно, что менинготелиальные клетки в различных локализациях имеют разное эмбриологическое происхождение: менинготелиальные клетки в области основания черепа происходят из мезодермы, расположенные конвексимально, соответственно, из нейроэктодермы. Это различие обуславливает гистологические подтипы менингиом и варианты соматических мутаций в опухолевых клетках [110].

Эпидемиология менингиом в детской популяции заметно отличается от «взрослых» менингиом. В то время как менингиомы составляют до 1/3 первичных опухолей ЦНС у взрослых, среди детей они довольно редки – менее 2% по данным различных источников. Также, в отличие от взрослой группы пациентов, менингиомы чаще встречаются у мальчиков, однако распределение по полу выравнивается к возрасту полового созревания, в основном благодаря

значительной роли прогестерона и эстрогена в патогенезе менингиом [91, 104, 120]. Наконец, в детской популяции большой вклад в развитие менингиом принадлежит нейрофиброматозу 2-го типа, а также ионизирующее излучение в анамнезе [91, 120].

«Детские» менингиомы также известны частым необычным расположением. Для взрослых пациентов типичны конвекситальные менингиомы (до 34%), парасагитальные (до 22%) и менингиомы области средней черепной ямки или малого крыла клиновидной кости (до 25%) [104, 148]. У пациентов детского возраста все еще наиболее вероятно обнаружить конвекситальную менингиому (28,9%), но второй по частоте локализацией оказались боковые желудочки – до 13,6%. Кроме того, в 1,8–4,4% случаев менингиом у детей обнаружены в супраселлярной и параселлярной области [120]. Одной из отличительных особенностей таких необычно расположенных менингиом является отсутствие дурального матрикса (прикрепления к твердой мозговой оболочке) – около 24% всех находок, включая внутрижелудочковые, интрапаренхимальные, конвекситальные менингиомы и менингиомы силвиевой щели [8, 38, 91].

Известные как преимущественно (до 80,5%) доброкачественные опухоли у взрослых, среди пациентов детского возраста менингиомы чаще имеют более высокую степень злокачественности. Возраст пациента младше трех лет скорее всего означает худший прогноз, поскольку ассоциирован с более высокой периперационной морбидностью у маленьких детей и весьма вероятным врожденным характером менингиомы, что обычно означает более агрессивную опухоль [120]. Пациенты 3–12 лет показывают лучшую выживаемость в связи с большей частотой менингиом Grade I WHO и лучшей переносимостью хирургического лечения. Менингиомы у детей старше 12 (по некоторым данным, 14) лет имеют характеристики и прогнозы, аналогичные таковым у взрослых пациентов [91, 120, 159].

Независимо от возраста пациента, вероятность рецидива зависит от степени радикальности хирургического лечения, степени злокачественности менингиомы, а также от наличия ассоциированных состояний – нейрофиброматоза 2-го типа или

других наследственных состояний, например, менингиоматоза, синдрома Горлина и т. Д. Тотальное удаление менингиомы с резекцией ее матрикса (измененной твердой мозговой оболочки, места исходного роста опухоли) является золотым стандартом лечения менингиомы как у взрослых, так и у детей, а также профилактикой рецидива заболевания. В случае, когда по причине сложной анатомии или гигантских размеров опухоли одномоментное безопасное радикальное удаление невозможно, разумным выбором может стать резекция в несколько этапов [91, 121]. Радиохирургическое лечение может быть вполне оправдано в качестве адьювантной терапии для достижения лучшего результата лечения у пациентов с менингиомами Grade II–III WHO, особенно при инвазивном росте в прилежащей мозговой ткани, на основании рекомендаций для взрослых пациентов. Однако в общей массе практика радиохирургии у детей, особенно младше 3 лет, очень ограничена в силу высокой частоты сопутствующих и отдаленных осложнений [121, 133]. Выбор хирургической тактики для срединных менингиом селлярного и супраселлярного расположения должен основываться на принципе достижения визуального контроля над глубоко расположенными структурами, избежании их повреждения и снижении связанных с ними послеоперационных осложнений. Трансфеноидальный доступ может быть полезен для таких опухолей с точки зрения деваскуляризации менингиомы до начала ее удаления, однако в случае широкой области прикрепления к твердой мозговой оболочке резекция Симпсон 1 может стать невозможной [130]. Однако такой доступ у пациентов детского возраста осложняется малыми размерами полости носа, незавершенным формированием воздушных синусов и возможностью деформации лицевых структур в ходе продолжения роста после хирургического вмешательства [43]. В этой связи методом выбора для менингиом переднего основания головного мозга становится транскраниальный доступ, причем для срединной и передней локализации может быть предпочтительным супраорбитальный доступ (смещение структур в этом случае произойдет кзади и вверх), либо мини-птериональный доступ для латерализованных менингиом [26, 130]. Такой подход исключает многие риски, связанные с трансфеноидальным

доступом, в том числе сводит к нулю вероятность назальной ликвореи и вообще снижает послеоперационную морбидность. При этом малый размер краниотомии не станет помехой для радикального удаления даже больших опухолей. Благодаря возможностям эндоскопической ассистенции, обеспечивающей лучшее освещение операционного пространства и более качественную визуализацию глубинных структур, недоступные операционному микроскопу, упрощается ориентация в операционной ране, возможен лучший контроль радикальности и гемостаза, что закономерно улучшает результат хирургического лечения менингиом сложной локализации из keyhole-доступов [115].

1.2.5 Герминативно-клеточные опухоли

Герминативно-клеточные опухоли (ГКО) составляют 3–5% первичных опухолей ЦНС у пациентов детского возраста согласно данным европейских исследователей, в азиатских странах частота немного выше: до 11%. В 30–40% случаев они обнаруживаются в супраселлярной области, до 50–60% обнаруживаются в пинеальной области, известны также бифокальные герминомы [50, 51, 200]. Герминативно-клеточные опухоли происходят из первичных половых клеток, в результате дифференцировки образуя различные по гистологической структуре и специфическим маркерам подтипы опухолей. Известны герминомы (до 70% случаев) и негерминомные опухоли: тератомы, хориокарциномы, эмбриональные карциномы. Тератомы в зависимости от степени дифференцировки клеток подразделяются на зрелые (считаются «доброкачественными»), незрелые и смешанные (содержащие негерминомную ткань с признаками злокачественной трансформации). Часто в одной опухоли присутствуют несколько компонентов (смешанные ГКО), в таком случае выбор протокола лечения и возможный прогноз будет зависеть от преобладающей опухолевой ткани. Чем меньше в ГКО «зрелого» клеточного компонента, тем более злокачественное течение заболевания наблюдается в этом случае и, соответственно, ухудшается прогноз. В зависимости от доли «незрелых» компонентов негерминомной опухоли 10-летняя выживаемость пациентов, прошедших комплексное лечение, варьирует от 60 до

80%. Самый благоприятный прогноз у «чистых» гермином – свыше 90% 10-летней выживаемости [108, 128, 137].

Клиническая картина зависит от локализации опухоли. Супраселлярные ГКО проявляются несхарным диабетом, задержкой физического и полового развития, либо, наоборот, преждевременным половым созреванием, а также в зависимости от размера новообразования – внутричерепной гипертензией. Соответственно, дифференциальный диагноз будет осуществляться с чаще встречаемыми патологиями хиазмально-селлярной области (ХСО) – аденомой гипофиза, краниофарингиомой, глиомой зрительных структур, менингиомой [50, 51, 777]. Соответственно, диагностика ГКО строится на клинической картине, нейровизуализации (МРТ), поиску опухолевых маркеров в сыворотке крови и ликворе. Для несекретирующих ГКО и в других сомнительных случаях необходима гистологическая верификация диагноза. Основными маркерами ГКО являются альфафетопротеин (АФП) и β -субъединица хорионического гонадотропина человека (β -ХГЧ). При выявлении типичного уровня того или иного протеина, например, для гермином характерно умеренное повышение ХГЧ, для зрелых тератом – АФП, для хориокарцином – при незначительном количестве АФП резкое повышение β -ХГЧ, а также в соответствии с нейровизуализационной картиной, верификация диагноза может не требоваться. Герминома, диагностированная по МР-картине и онкомаркерам, поддается лечению с отличным терапевтическим эффектом без хирургического вмешательства: применяются протоколы типа европейского SIOP GCT II, включающего химиотерапию карбоплатином и лучевую терапию в зависимости от степени распространения [144]. Рентгенологическая картина на основании МРТ также отличается в зависимости от подтипа: герминомы гомогенной структуры с равномерным накоплением контрастного вещества, изоинтенсивные на T1 и гиперинтенсивные на T2, тогда как негерминомные опухоли часто включают компоненты с высоким сигналом на T1 из-за наличия кист, следов кровоизлияний, причем самые разнородные по МР-сигналу тератомы. Перифокальный отек также более характерен для незрелых тератом, чем для гермином. Патогномичным для гермином будет обнаружение

бифокальной опухоли: супраселлярно и в пинеальной области. В этой связи на этапе диагностики есть смысл выполнять МР-визуализацию всего нейроаксиса для поиска очагов отсева в пределах ЦНС [166, 206].

Роль хирургического лечения также различна для известных подтипов ГКО. Показания для хирургического удаления супраселлярных гермином ограничены обструктивной гидроцефалией, остро возникшими или быстро прогрессирующими офтальмологическими симптомами, и в случае несекретирующей опухоли для верификации диагноза [50, 144]. Тератомы, зрелые и незрелые, считаются нечувствительными к лучевой и химиотерапии, поэтому первым шагом лечения является радикальное микрохирургическое удаление [144, 147]. В остальных случаях довольно агрессивная природа негерминомных опухолей диктует тактику лечения, включающую максимально возможное уменьшение объема опухоли и дальнейшую адъювантную терапию, подобранную на основании полученных данных биопсии (иммуногистохимический, молекулярно-генетический профиль) [31, 50].

1.2.6 Дермоидные и эпидермоидные кисты

Строго говоря, дермоидные и эпидермоидные кисты, не являясь опухолями, оказались в этом списке как довольно заметная составляющая интракраниальных объемных образований. На долю эпидермоидных кист приходится 0,2–1,8% от всех первичных внутричерепных опухолей, самая частая локализация – мостомозжечковый угол, а в хиазмально-селлярной области обнаруживается до 10–15% этих новообразований. Дермоидные кисты встречаются много реже (0,5%), имеют срединное расположение, в том числе 1/3 всех случаев – селлярная область. И те, и другие проявляются либо асептическим менингитом в результате разрыва (обычно у пациентов более старшего возраста), либо за счет масс-эффекта с соответствующей неврологической симптоматикой [54, 866, 205].

По-видимому, своим происхождением эти кисты обязаны неполному отделению нейроэпителлия от кожного листка дорсальной эктодермы и являются по сути эктодермальными мальформациями, которые могут встречаться на

протяжении всего нейроаксиса. Разница между дермоидными и эпидермоидными кистами в гистологическом строении: первые состоят из элементов мезодермального и эктодермального происхождения (поэтому дермоидные кисты часто плотные и кожистые, с включениями волос и кожных желез), вторые содержат только эктодермального происхождения чешуйчатый эпителий, то есть по структуре эпидермоидные кисты значительно проще дермоидных. В том числе и по этой причине эпидермальные кисты встречаются чаще, а растут в интрадуральном пространстве быстрее, распространяясь по арахноидальным пространствам [31, 86].

С течением времени дермоидные кисты накапливают эпителиальные клетки и производные кожи в пределах капсулы, по мере роста начиная вести себя как доброкачественные новообразования [208]. Иногда пролиферация клеток капсулы кисты происходит настолько быстро, что воспроизводится паттерн роста злокачественного новообразования. Есть сообщения и о малигнизации остатков дермоидных кист – рецидив после хирургического удаления. Риск рецидива для таких кист сохраняется при неполном удалении, поскольку капсула является «живой» тканью, способной продолжить пролиферацию. Поэтому целью хирургического лечения здесь является тотальное удаление кисты вместе с иссечением капсулы [25]. Капсула эпидермоидных кист, состоящая из клеток чешуйчатого эпителия, при субтотальном удалении также может стать причиной рецидива кисты, в том числе и с возможностью малигнизации. Кроме того, при неполном удалении эпидермоидной кисты сохраняется риск возникновения рецидивирующих асептических менингитов [134, 184].

Тактика лечения таких новообразований подразумевает по возможности тотальное удаление кисты включая все фрагменты капсулы. Это выполнимо с учетом неинвазивного роста новообразования, основную сложность представляют кисты больших размеров, распространяющиеся по арахноидальным пространствам, окружая черепные нервы и сосудистые структуры: здесь требуется не только удаление всех фрагментов кисты, но и сохранение функционально значимых структур. Радикальное удаление дермоидных и эпидермоидных кист

позволяет достичь полного контроля над заболеванием, а возникающие дефициты со стороны черепных нервов являются, как правило, транзиторными, то есть в длительной перспективе пациент оказывается в хорошем функциональном статусе [54, 98, 184]. Для безопасного и радикального удаления новообразования, легко распространяющегося по арахноидальным пространствам вдоль черепных нервов целесообразно использовать интраоперационный нейрофизиологический контроль для мониторинга функциональных структур и эндоскопическую ассистенцию как дополнительный способ визуализации недоступных операционному микроскопу пространств [25, 184, 187].

При анализе современных подходов к лечению опухолей головного мозга становится очевидно, что хирургическое вмешательство остается методом выбора в большинстве случаев и едва ли что-то изменится в ближайшее время. По-видимому, в детской нейрохирургической практике показания к хирургическому лечению даже шире, чем для взрослых пациентов. В первую очередь, в педиатрической популяции нейрохирургических пациентов, особенно у младшей возрастной группы, своевременный диагноз затруднен неспецифической клинической картиной и относительно длительным периодом компенсации, что приводит к обнаружению опухоли внушительных размеров и принятию решения об уменьшении объема даже при потенциальной эффективности неoadьювантной терапии. Также для пациентов детского возраста до сих пор ограничено применение лучевой терапии и некоторых химиотерапевтических препаратов, что снова сводит планирование лечения к резекции опухоли.

Кроме того, в современной практике удается достигнуть высоких показателей длительной безрецидивной выживаемости. Практически это означает появление нового приоритета в лечении – качество жизни в долгосрочной перспективе. Пациент, перенесший операцию удаления интрааксиальной опухоли головного мозга и живущий без рецидивов, должен сохранить нормальный функциональный статус – сегодня это скорее аксиома. Для опухолей переднего основания головного мозга безопасное хирургическое удаление означает сохранение (предотвращение дальнейшего ухудшения) зрительных функций,

диэнцефальной зоны, гипоталамо-гипофизарной системы, а также необходимость мультидисциплинарного подхода с подбором соответствующей терапии. С точки зрения комплексного лечения некоторых опухолей, требующих адъювантного лечения, огромное значение имеет функциональное состояние пациента после операции: чем лучше функциональный исход и чем быстрее удастся восстановить соматический и неврологический статус, тем благоприятнее будет переносимость химиотерапевтического и радиохирургического лечения.

В этих контекстах особое значение приобретает тенденция к развитию fast-track хирургии, в том числе за счет внедрения в практику предмета представленной работы – минимально-инвазивных методик, хотя само понятие «fast-track» включает, разумеется, и другие периоперационные вопросы, являющиеся предметом обсуждения в данной работе лишь косвенно.

1.3 Принципы хирургического лечения объемных образований в области основания головного мозга

1.3.1 Предпосылки для уменьшения краниотомии при хирургическом лечении новообразований головного мозга

Эффективное хирургическое лечение опухоли с минимальной травматизацией здоровых тканей и минимальным влиянием на качество жизни пациента – вот, пожалуй, определение «минимально инвазивной хирургии». Для нивелирования сопутствующей травматизации во время транскраниального удаления опухоли хирург может сделать несколько вещей: 1) использовать более физиологичное положение пациента на столе – лежа, снизив тем самым анестезиологические риски включая воздушную эмболию и дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему, а также избавив пациента от выраженной послеоперационной пневмоцефалии; 2) сократить время удаления патологической ткани, используя современные инструменты, в том числе электрические и ультразвуковые; 3) уменьшить тракцию и рассечение, а также исключить резекцию здоровых тканей головного мозга; 4) уменьшить размер

краниотомии и в целом хирургического доступа.

Последний пункт выглядит наиболее очевидным и выполнимым, поэтому идее уменьшения транскраниальных хирургических доступов посвящено множество публикаций за последние несколько десятков лет. Вполне характерно, что для каждого специалиста минимально достаточная краниотомия имеет свой собственный размер: главная идея – не сделать краниотомию размером с монету, но в конкретных руках минимизировать взаимодействие со здоровыми тканями головного мозга, костями черепа и мягкими тканями [167, 197, 198].

На сегодняшний день известно, что уменьшение размеров краниотомии и, как следствие, разреза мягких тканей приводит в целом к улучшению результатов хирургического лечения, сокращая связанную с доступом морбидность [92, 164, 167]. Снижается степень и частота неврологического дефицита, связанного с манипуляциями на здоровых тканях мозга, в том числе ассоциированных с кортикотомией судорожных приступов [164]. Уменьшение хирургического доступа приводит к сокращению количества послеоперационных ликворей и псевдоменингоцеле (подкожного скопления жидкости в области хирургического доступа), следовательно – риска инфекционных осложнений. Кроме очевидного более предпочтительного косметического результата, минимальный возможный для конкретного случая размер хирургического разреза и трепанации означает для пациента более легкий болевой синдром в послеоперационном периоде и возможность быстрее покинуть стационар в удовлетворительном состоянии. Также минимизация доступа в разумных пределах выглядит как минимизация временных и трудовых затрат хирурга на выполнение значительных этапов операции: открытия и закрытия раны, позволяя сократить время вмешательства, а значит и общее время наркоза для пациента, что, в свою очередь, дополнительно облегчает течение послеоперационного периода. Таким образом, восстановление после хирургического этапа лечения опухоли происходит быстрее и сокращается время пребывания в стационаре, а также вероятность повторного обращения в связи с нивелированием риска определенных групп осложнений [164, 167].

Что касается хирургического лечения пациентов детского возраста – все

перечисленные закономерности без исключения распространяются и на педиатрическую группу больных с опухолями головного мозга [167].

Идея снижения травматичности неизбежного инвазивного хирургического этапа лечения интракраниальных опухолей толкает специалистов на преодоление сопутствующих экономному доступу сложностей: применение навигации для ориентирования в ране при ограниченном количестве анатомических ориентиров, постоянное улучшение операционных микроскопов и внедрение эндоскопической ассистенции в силу недостатка освещения в глубине раны, совершенствование инструментария для комфортной работы [165, 190].

1.3.2 Идея «keyhole-краниотомии»

Критерием успеха хирургического лечения опухолей головного мозга сегодня становится уже не только выживаемость после операции, но качество жизни пациента, определяемое неврологическим статусом, функциональным и косметическим эффектом. Он, как и степень послеоперационной морбидности, зависит от адекватного транскраниального доступа. Использование «минимальной достаточной» краниотомии в этой связи – один из векторов развития хирургических методик. Концепция keyhole в хирургии опухолей головного мозга подразумевает не только краниотомию малых размеров, это комплексный подход к планированию операции с учетом ее целей и задач, технических возможностей операционной бригады включая инструментарий и навигационные устройства. Эти принципы, однажды изложенные Акселем Пернецки (Axel Perneczky), во многом определили вектор развития keyhole-хирургии [160].

К сегодняшнему дню keyhole-доступы уверенно заняли свое место в арсенале нейрохирургов, но так было не всегда. В 1971 году Вилсон (Donald H. Wilson) предложил минимизировать кожный разрез и ограничить размер краниотомии до 6 см в диаметре при определенных небольших опухолях конвексительной локализации. Он же и предложил термин «keyhole» [204]. В те годы идея не вызвала большого энтузиазма и была забыта вплоть до 1985 года. Тогда Аксель Пернецки (Axel Perneczky) предложил чресбровный супраорбитальный мини-доступ для

различной патологии области хиазмальной и каротидной цистерн (аневризмы, опухоли). Он же и стал апологетом новой идеологии «keyhole-хирургии», отмечая, что краеугольный камень этой концепции не маленькая трепанация, а многофакторное планирование хода всей операции. Понимание природы патологии и хирургической задачи, хода операции, окружающей анатомии позволяет запланировать и реализовать минимально достаточный доступ, уменьшив размер краниотомии и кожного разреза [11, 12, 158, 197].

Обзор большого пространства (комнаты) через замочную скважину объясняется просто. Чем дальше от отверстия, через которое смотрит наблюдатель, тем шире его угол обзора. На практике хирург должен не только видеть, но и иметь возможность целенаправленно и безопасно манипулировать на деликатных структурах мозга. Большую роль здесь играют углы, под которыми возможно хирургическое действие, а также заполнение хирургического коридора тканями мозга, сосудами, черепными нервами и хирургическим инструментом. Если продолжить аналогию, то в процессе операции хирургу часто приходится работать «через замочную скважину» со вставленным в нее ключом. Современные модификации инструментов, высокое качество визуализации операционного пространства как с помощью микроскопов, так и с помощью эндоскопической техники, в последние годы выигрывающей у операционных микроскопов по качеству освещения и глубине резкости, позволяют уменьшить ключ и включить в комнату дополнительный свет. Другими словами, именно развитие технологий сделало keyhole-концепцию из довольно эксклюзивной и маргинальной идеи методом, применяемым в рутинной практике.

Развитие keyhole-концепции происходило в рамках общей нейрохирургической практики и почти не затрагивало «детскую нейрохирургию». В последний десяток лет увеличилось количество сообщений о сериях пациентов детского возраста, оперированных из keyhole-доступов, с анализом исходов и осложнений, однако большинство из них ретроспективные, либо сводятся к применению эндоскопических технологий, либо же объединяют большое количество различных клинических случаев, по которым сложно сделать какие-

либо обоснованные выводы. Поскольку существуют данные о возможных осложнениях стандартных краниотомий, таких как раневая ликворея, послеоперационная гематома, раневая инфекция, неврологический дефицит, необходимы аналогичные данные по мини-доступам у пациентов детского возраста. По этим параметрам педиатрические серии схожи с сериями взрослых пациентов: меньшая продолжительность госпитализации, меньшее количество раневых ликворей и раневых инфекций, точно такая же картина неврологических осложнений и госпитальной смертности, что и в случаях со стандартными доступами. Сообщений о сколько-нибудь значимом снижении радикальности хирургического лечения не опубликовано. Таким образом, стратегия keyhole вполне применима в детской нейрохирургической практике без снижения эффективности и безопасности хирургии, приведено в анализе L.S. Governale [94].

Из опубликованных на сегодняшний день самое крупное ретроспективное исследование результатов использования методики индивидуального планирования с применением keyhole-доступов у пациентов детского возраста включает 125 клинических случаев. Эта серия, описанная M. Renovanz, включает в основном опухоли супратенториальной локализации, с радикальным удалением в качестве задачи хирургического лечения [167]. Расчет траектории доступа и его планирование производились на основании дооперационной МРТ, практически в половине случаев применялась какая-либо интраоперационная навигация, в четверти – поисковый ультразвук. Авторы также обращают внимание на возникшую в 29,6% случаев необходимость применения эндоскопической ассистенции либо эндоскопического контроля радикальности удаления опухоли. Результаты исследования сопоставимы с данными подобных исследований во взрослых группах пациентов.

На русском языке опубликованы сообщения о минимально инвазивных методиках в хирургическом лечении детских опухолей основания черепа (С.К. Горельшев), где речь шла в основном о применении супраорбитального доступа в хирургии небольших супраселлярных опухолей [6, 7]. В рассмотренных случаях мини-краниотомия не ограничила хирургов в достижении запланированного

объема лечения, привела к более благоприятному косметическому результату, описана польза эндоскопической ассистенции в визуализации операционного поля.

1.3.3 Основные варианты keyhole-доступов к новообразованиям основания головного мозга

Доступы по «естественным» хирургическим коридорам

Как было рассмотрено выше, от природы новообразования зависит место его исходного роста и взаимоотношение с окружающими структурами. Например, краниофарингиома будет разрушать дно третьего желудочка и с большей вероятностью распространяться в его пределах в ростральном направлении, а глиома зрительного нерва и хиазмы будет, деформируя и разрушая нерв, смещать прилежащие сосуды и дно третьего желудочка кзади и вверх.

В большинстве случаев рост новообразования, прилежащего к основанию черепа даже без вовлечения в патологический процесс оболочек мозга, происходит не инвазивно, а в пределах существующих анатомических пространств. Распространение в пределах арахноидальных пространств, ликворных путей и полостей создает, во-первых, хорошо различимую плоскость диссекции, во-вторых, особенно при близком расположении жестких структур вроде основания черепа или выростов твердой мозговой оболочки, – «естественный» коридор для хирургического вмешательства.

Например, транскаллезный хирургический коридор станет оптимальным коротким маршрутом к объемному образованию супраселлярной локализации, вызывающему расширение желудочковой системы, другими словами – к новообразованию, примерно совпадающему своим наибольшим размером с осью «дно третьего желудочка – свод мозга». В этом случае коллатеральное повреждение здоровых тканей мозга сведется к небольшой каллезотомии и минимальной необходимой тракцией ипсилатеральной гемисферы мозга. Свободу действий хирурга в глубине раны при таком доступе лимитирует размер отверстия Монро и размер каллезотомии, размер трепанации имеет меньшее значение [158]. По мере развития МР-диагностики планирование доступа стало более точным и

появилась возможность уменьшить размеры краниотомии, при необходимости сместив ее в соответствии с направлением роста опухоли, расположением отверстия Монро и поверхностных вен мозга.

Что касается доступов к патологическим процессам основания головного мозга и сосудов Виллизиева круга, на начальных этапах развития нейрохирургии применялись обширные субфронтальные и фронто-латеральные доступы в различных модификациях, на что был спектр причин от невозможности обеспечить освещение глубины раны и без высокоинформативных методов визуализации представить патологический процесс в деталях до отсутствия микрохирургического инструментария и анестезиологических возможностей релаксации мозга во время операции [12]. В задачу доступа входило обнажение лобной и височной долей для возможности широкой препаровки боковой щели и максимальной тракции мозга с созданием достаточного пространства между ним и внутренним основанием черепа. По мере расширения технологических возможностей, в том числе за счет эволюции микрохирургической оптики и инструментария, появления навигации, но в особенности – возможности планирования операции на основании детализированных сведений об индивидуальной анатомии пациента и особенностях патологического процесса, необходимости в так называемых «классических» субфронтальных и фронто-латеральных краниотомиях не осталось. В соответствии с особенностями конкретного случая стало возможным подобрать подходящую небольшую модификацию субфронтального доступа от мини-супраорбитальной до малой птериональной краниотомии, являющихся по сути минимальными достаточными вариантами «классического» широкого доступа [40, 58].

Благодаря тщательному изучению анатомии параселлярной области, доступных из того или иного хирургического коридора, а также опыту коллег в микрохирургическом лечении аневризм сосудов Виллизиева круга из мини-краниотомий получено представление о показаниях к тому или иному варианту keyhole-доступа. Такие рекомендации подробно изложены в диссертации Р.С. Джинджихадзе, где рассмотрен опыт лечения большой группы больных с

аневризмами различной сложности и конфигурации, отмечено улучшение исхода лечения с использованием минимально инвазивного подхода [10]. Имеются также работы с подробным описанием микрохирургической и эндоскопической картины сосудов Виллизиева круга, полученных из мини-доступов [13, 209]. Понимание сосудистых анатомических ориентиров и предоперационная оценка их расположения относительно патологического процесса дает возможность применить keyhole-концепцию и для хирургического лечения опухолей основания головного мозга [26, 152]. Исключение из оси доступа к опухоли зрительного нерва и хиазмы или менингиоме переднего наклоненного отростка смещенных вверх передних отделов Виллизиева круга диктует необходимость использовать крайний медиальный участок фронто-латерального доступа, а именно – его модификацию в супраорбитальную мини-краниотомию, где будет достаточно лишь немного вскрыть передние отделы Сильвиевой щели для релаксации мозга [18, 26, 164]. Если же предполагается использовать пространство с обеих сторон от большого крыла, иметь визуальный контроль над средней мозговой артерией и передними отделами Виллизиева круга одновременно, необходимо распрепарировать переднюю треть боковой щели – адекватным выбором станет обнажение именно передних отделов Сильвиевой щели с помощью птериональной краниотомии [40]. При этом необходимости в широкой диссекции нет – по мере эвакуации ликвора мозг релаксируется в достаточной степени, чтобы обеспечить свободу манипуляций в области сосудов Виллизиева круга, через оптико-каротидный треугольник, в области большого крыла клиновидной кости [11, 40, 58].

В большинстве доступов к структурам основания головного мозга дополнительные инструменты для тракции мозговой ткани не нужны: как правило, одна из сторон хирургического коридора является жесткой структурой – костью или отростком твердой мозговой оболочки. В таком случае чаще всего оказывается достаточно придать голове пациента на операционном столе такое положение, при котором после выполнения краниотомии и вскрытия ТМО по мере эвакуации ликвора ткани мозга будут смещаться под воздействием гравитации. В некоторых публикациях этому методу дали название «gravity-assisted», объясняя способы

использования хирургом силы тяжести в своих интересах [210]. Так, для супраорбитального доступа пассивная тракция лобной доли вниз обеспечивается при разгибании головы и небольшом ее повороте в противоположную сторону [18]. Для птерионального доступа небольшое разгибание головы также поможет обеспечить тракцию лобной доли вниз, а поворот головы регулируется в зависимости от необходимости диссекции силвиевой щели [11]. Максимальный эффект от «гравитационной тракции» в случае транскаллезного доступа может быть получен при положении пациента на боку либо повороте головы в сторону на 90°, что обеспечит значительное смещение вниз как гемисферы, оказавшейся внизу, так и противоположных срединных структур [158]. Однако это преимущество используется, как правило, для доступа к противоположному боковому желудочку или таламусу, что в данной работе не рассматривалось.

Транскортикальные доступы

Известно, что до 33–60% глиом зрительных путей у пациентов детского возраста поражают ретрохиазмальную их часть, то есть местом исходного роста таких опухолей является зрительный тракт с вовлечением третьего желудочка, гипоталамуса, а также ипсилатерального зрительного бугра. Похожими выглядят таламические опухоли, берущие начало из подкорковой зоны, поражающие зрительный тракт, гипоталамус, иногда – ножку среднего мозга. Опухоли таламической локализации составляют до 1–5% внутричерепных новообразований у детей. В основном эти опухоли представлены доброкачественными глиомами, растущими из зрительного тракта [156].

Логика выбора хирургического доступа к опухоли основания головного мозга с вовлечением таламуса определяется направлением основного распространения роста [15]:

- 1) Доступ через среднюю височную извилину и нижний рог бокового желудочка оптимален для опухолей, располагающихся преимущественно в задней и заднемедиальной части таламуса, зрительного тракта (при смещении его медиально), с распространением в ножку мозга [14].

- 2) Транскаллезный доступ предпочтителен для опухолей в передней и

медиальной области таламуса, поражающих гипоталамус и деформирующих третий желудочек. Опционально при переднем и ростральном распространении опухоли транскаллезный доступ может быть заменен на фронтальный транскортикальный коридор через боковой желудочек, однако в нашей практике транскаллезного доступа, в том числе контрлатерального, оказалось достаточно для опухоли с таким характером роста [29].

3) Транссильвиевый доступ с широкой птериональной краниотомией для диссекции боковой щели и кортикотомии в области перешейка островка исторически использовался для подхода к латерально и кзади распространяющимся опухолям таламуса, однако в настоящее время оказался практически полностью заменен чрезвисочным трансвентрикулярным хирургическим коридором. Исключение составляют случаи, когда опухолью оказывается поражен и островок при достаточно латеральном ее распространении [14, 15].

Большая часть опухолей зрительного тракта с вовлечением среднего мозга или гипоталамуса могут быть оперированы из трансстемпорального трансхороидального доступа, подразумевающего выполнение кортикотомии [60]. В силу особенностей роста таких опухолей происходит смещение базальных ядер вверх, а также во многих случаях – расширение височного рога ипсилатерального бокового желудочка, что позволяет рассматривать трансстемпоральный доступ как кратчайший и безопасный [60, 156]. Также в отдельных случаях к кортикотомии приходится прибегнуть в случае, когда в результате смещения основной оси доступа вместо транскаллезного хирургического коридора выбирается фронтальный трансфораминальный доступ, например, при необходимости визуального контроля не только над супраселлярной областью, но и над задними отделами третьего желудочка [212]. В настоящей работе эти доступы представляют интерес с точки зрения поиска способа минимизировать размер трепанации и раны мягких тканей, а также степени тракционной травмы тканей мозга при выполнении энцефалотомии.

1.3.4 Защита тканей головного мозга от тракционной травмы

Современный уровень развития нейровизуализации позволяет в деталях изучить анатомию опухоли и ее взаимоотношения со структурами головного мозга, спланировать хирургическое вмешательство. Благодаря возможностям операционного микроскопа и микрохирургических инструментов, интраоперационной навигации, нейрохирургические вмешательства стали безопаснее и эффективнее, удалось снизить травматичность доступа за счет уменьшения размеров доступа и более щадящих методов работы с тканями.

Возможность «открыть» микроскопу как патологические, так и нормальные глубоко расположенные структуры головного мозга с помощью системы ретракторов упростила жизнь нейрохирургов. Первая система крепления шпательных ретракторов была предложена Гринбергом в 1981 году. С тех пор мозговые шпатели в различных конфигурациях креплений (например, Leyla-Yasargil) широко используются в нейрохирургических операциях. Вместе с описанием преимуществ инструментария проводилось и изучение побочных явлений, главное из которых – тракционная травма головного мозга. Rosenorn и Diemer в серии статей описали результаты экспериментальных работ на животных [172, 173]. Было установлено, что необратимые изменения в коре головного мозга наступают спустя 15 минут тракции с давлением 20 мм рт. ст. При превышении этого значения нарушение регионарного мозгового кровотока возникало и в более глубоких структурах, что приводило к функционально значимым ишемическим изменениям в них. Показано, что эти данные можно экстраполировать и на человеческий мозг [744, 174]. На степень повреждения тканей могут влиять также системные факторы типа артериальной гипотензии, ацидоза, временных метаболических нарушений, однако в педиатрической практике интраоперационно подобные ситуации сравнительно редки. Снизить степень тракционного повреждения можно, периодически ослабляя давление на ткани, однако это условие невыполнимо в случае длительного удаления крупной, глубоко расположенной опухоли со сложной анатомией. Как возможное решение предложена бесшпательная техника, подразумевающая ретракцию тканей мозга

рабочими инструментами одновременно с манипуляциями на глубине [189]. Эта методика оправдана, когда нет необходимости в длительной неизменной визуализации глубины раны или в кортикотомии (трансильвиевый доступ).

С помощью тубулярного ретрактора удастся обеспечить длительную визуализацию глубинных структур с равномерным распределением давления ретрактора по периметру транскортикального хирургического коридора, что позволяет смягчить тракционную травму головного мозга в таких доступах.

Впервые о таком опыте сообщено в 1987 г Kelly с соавт. – хирургический коридор создан с помощью металлической трубки, неподвижно размещенной на стереотаксической раме Лекселла, траектория задавалась по расчетам на основании предоперационной КТ с контрастным усилением или МРТ [113]. Методика имела очевидные недостатки: предполагалась лишь одна траектория, которую в ходе операции изменить было невозможно, а диаметр металлического тубуса для хирургического коридора составлял 2–3,8 см. Важно отметить, что задачей изобретения была безошибочная навигация доступа к глубоко расположенной опухоли и сохранение выбранной траектории на протяжении всего вмешательства, а вопрос сохранности тканей был вторичен. Ввиду неудобства применения, малого количества хирургов, владеющих методикой, недостаточного качества исходных изображений (первый МР-томограф появился в 1983) методика не получила распространения. Позже, когда в употребление вошла безрамная стереотаксическая навигация, а предоперационное планирование по качественным изображениям МРТ стало привычным, стремление сделать интракраниальное вмешательство как можно менее травматичным привело к уменьшению размеров трепанаций и к возвращению идеи применения тубусов, но не для интраоперационной навигации, а для обеспечения сохранности интактных тканей мозга. Появились различные модификации тубулярных ретракторов [34, 788, 136, 161, 163], объединенных одной задачей – снизить тракционное повреждение тканей. В современной литературе описано применение различных вариантов заводских трубчатых ретракторов, рассмотрены преимущества и недостатки существующих вариантов инструмента. Главные общие свойства – прозрачный

материал для изготовления самого тубуса, относительно небольшой диаметр, предусмотрена возможность регистрации в навигационных системах, предполагается подвижное крепление тубуса для коррекции траектории по необходимости. Этот тип инструментов отчасти решил проблему тракционной травмы при транскраниальных доступах к глубинным отделам головного мозга, включающих кортикотомию. В этом убедились и мы в своей рутинной практике: было выполнено исследование с анализом хода и результатов хирургического лечения пациентов с глубинными полушарными опухолями из порталных доступов с МР-визуализацией для оценки тракционной травмы тканей мозга в послеоперационном периоде [20].

1.4 Возможности современной нейроэндоскопии

Уменьшение размеров краниотомии иногда ограничивает свободу движений инструментов и освещенность/видимость глубинных структур. Хорошая видимость и освещенность операционного пространства, расположенного в глубине головного мозга, стала возможной благодаря появлению оптоволокон и камер с высоким разрешением, объединенных в эндоскоп. Проблема защиты структур головного от повреждения при доступе к глубинным анатомическим и патологическим образованиям решена благодаря различным модификациям интродьюсеров. Одной из главных проблем в видеоэндоскопии с самого начала являлась утрата хирургом ощущения глубины и трехмерности пространства за счет трансляции видео на плоский экран, что приводит к ухудшению зрительной координации рук и появлению лишних либо ошибочных движений. Успешный вариант решения этой проблемы – добавление в видеоэндоскоп второй камеры, что позволяет получать объемное изображение с высоким разрешением, причем проблема с размерами такой оптики со временем решилась и нейрохирургам доступны эндоскопические камеры с двумя оптическими каналами [146]. При этом большинство хирургов до сих пор отдает предпочтение ригидному эндоскопу, так как гибкие эндоскопы уступают в качестве изображения [68, 69].

По мере развития эндоскопической техники расширяются возможности ее

применения и, соответственно, показания к использованию эндоскопа в нейрохирургической практике. Некоторые авторы предлагают для удобства разделить манипуляции на «интраэндоскопические» и «экстраэндоскопические» [69]. В первом случае речь идет об операциях, выполняемых исключительно через эндоскоп: тривентрикулостомии, фенестрация различных кист, коагуляция сосудистых сплетений – хирургия гидроцефалии; биопсия опухолей, имеющих анатомическое отношение к желудочковой системе, хирургия коллоидных кист третьего желудочка, то есть, в основном хирургия в области крупных ликворных пространств головного мозга [56]. В хирургии патологии ликвородинамики с применением эндоскопической техники определились достаточно давно – широко известны методики нейроэндоскопических доступов к любым отделам желудочковой системы головного мозга [899, 181]. В течение последнего десятилетия практически исчерпывающе описаны возможности интравентрикулярного эндоскопического удаления опухолей [30, 100, 116, 171, 175, 178]. Все авторы сообщают о более низкой послеоперационной морбидности при неизменной эффективности хирургического лечения. Необходимо уточнить, что транскраниальное эндоскопическое удаление опухоли в действительности возможно в редких случаях: кроме интравентрикулярных доступов к опухолям, имеющим прямое анатомическое отношение к желудочковой системе, эндоскопическая техника хирургу ничего предложить не может.

«Экстраэндоскопические» операции подразумевают применение эндоскопа как основного или дополнительного (ассистенция) метода визуализации при нейрохирургическом вмешательстве [68, 69]. Преимущество эндоскопической визуализации при эндоназальном доступе к области основания черепа уже не обсуждается. Исторически сложилось, что первая «экстраэндоскопическая» операция – трансфеноидальная ригидная эндоскопия области турецкого седла, [97] позволившая отказаться от более сложных и травматичных микрохирургических доступов; теми же авторами описана методика вентрикулоскопии [96]. В дальнейшем эндоскопическая ассистенция начинает применяться в хирургии задней черепной ямки, особенно парастволовых зон, в

спинальной нейрохирургии.

Было бы несправедливо забыть о широком применении экзоскопов. Оптика типа Vitom успешно находит свое место в спинальной нейрохирургии и в хирургии некоторых областей головного мозга, в том числе и пинеальной области [49]. Так совмещаются эргономичность микроскопа (он не занимает места внутри зоны операции) и качество изображения эндоскопической камеры с недостижимой пока для операционного микроскопа глубиной резкости и степенью освещенности операционного поля. Эндоскопическая визуализация дополняет минимально инвазивные хирургические доступы к глубоким структурам черепа, давая хирургу некоторые преимущества. Впервые понятие «эндоскопически ассистированные микрохирургические вмешательства» встречается в 1998 году у А.Пернецкы [160]. Тогда впервые описано применение эндоскопа как дополнительного способа визуализации операционного поля при использовании keyhole-краниотомии, особенно в области внутреннего основания черепа. Ч. Тео в своих работах приводит большое количество примеров дополнения эндоскопом keyhole-доступов к различным анатомическим структурам головного мозга, позволяя увидеть больше и добиться более безопасного и радикального удаления опухоли [933, 103, 196]. В ходе операции предполагается переключение с микроскопа на эндоскоп для осмотра т. н. «слепых зон». До сих пор не существует сформулированного перечня показаний к использованию эндоскопической ассистенции, методических указаний к ее применению. На данный момент единственное исследование, которое позволяет представить объективное, т. е. количественное, преимущество эндоскопической визуализации при транскраниальной хирургии – это исследование Ding Z с соавт. от 2019 года, где авторы при доступе к вентролатеральным отделам ствола по Kawase измерили пространство, открывающееся хирургу с использованием эндоскопа и микроскопа, получив значительное преимущество эндоскопической визуализации [933]. Кроме того, что авторы сообщают о применении угловой оптики 30°, находя ее более удобной, чем 45°. Объясняется незначительным преимуществом большего угла наклона при значительном неудобстве манипуляций, по мнению авторов исследования. Здесь

следует отметить, что рекомендовать использование какой-либо методики можно только при наличии объективных данных о ее преимуществах.

На фоне отсутствия четкого представления о преимуществах эндоскопической ассистенции оперирующие хирурги прекрасно знают о возможных неудобствах. Так, применение полностью эндоскопической визуализации предполагает безопасную фиксацию оптики, отказываясь от необходимости использовать для этого руки ассистента. Имеющиеся устройства («холдеры» или держатели) в основном требуют непосредственного контроля хирурга при смене положения, начиная от простых механических, заканчивая держателями со сложной электроникой, в том числе с дистанционным управлением. Для смены положения оптики в ране хирургу необходимо прекратить манипуляции, переместить оптику с держателем и только тогда продолжать работу. Многим это видится неудобством, затягивающим время операции, и проблема действительно еще не решена. Кроме того, для работы в условиях эндоскопической визуализации требуются модифицированные инструменты. Для получения преимущества в визуализации наверняка будет применяться угловая оптика 30°, при этом в полученном поле зрения прямые инструменты, очевидно, использоваться не могут и нужны инструменты с изогнутыми по плоскости браншами.

В современной литературе уделено мало внимания минимально инвазивным методикам в хирургическом лечении детских интракраниальных патологий. Отчасти это может быть связано с возможностью экстраполировать методики, применяемые в лечении взрослых пациентов, либо с небольшой заинтересованностью коллег, занимающихся детской нейрохирургией. Так или иначе, современные публикации по поводу эндоскопических технологий в нейрохирургии сводились к обсуждению хирургического лечения гидроцефалии, арахноидальных кист и краниосиностозов вплоть до недавнего времени [94]. В 2021 году появилось сообщение о сравнительно крупной серии (106) пациентов детского возраста, оперированных по поводу различных интракраниальных опухолей [46]. Авторы уделяют много внимания организации работы при

эндоскопической ассистенции во время микрохирургического вмешательства, отсутствию большой разницы в клиническом исходе при наличии технических преимуществ.

1.5 Эндоскопическая ассистенция в хирургии опухолей: проблемы и ограничения

Эндоскопическая визуализация дополняет минимально инвазивные хирургические доступы к глубоким структурам черепа, давая хирургу некоторые преимущества. Ч. Тео в книге «Principles and Practice of Keyhole Surgery» приводит множество примеров дополнения эндоскопом keyhole-доступов к различным анатомическим структурам головного мозга, позволяя увидеть больше и добиться более безопасного и радикального удаления опухоли. Предполагается, что время от времени в ходе операции происходит переключение с микроскопа на эндоскоп для осмотра т. н. «слепых зон».

Частный случай удачного применения эндоскопической ассистенции – хирургия новообразований мостомозжечкового угла, как правило, невриноом 8-го нерва. В хирургии таких опухолей эндоскопическая ассистенция потенциально решает две проблемы: контроль радикальности операции и гемостаза, а также состояния костных структур (обнаружение вскрытых ячеек сосцевидного лабиринта, например). В работе Corrivetti, F. с соавт. (2018) продемонстрировано использование гибкого нейроэндоскопа для улучшения визуального контроля при удалении вестибулярных шванном [63]. С помощью фиброскопа визуализировали самую латеральную часть опухоли в «слепой зоне» внутреннего слухового прохода, достигая большей радикальности лечения. Ригидная эндоскопическая ассистенция в хирургии новообразований мостомозжечкового угла (вестибулярные шванномы, дермоидные кисты, менингиомы ЗППВК) оценена в работе В.К. Пошатаева (2013) с точки зрения эффективности и целесообразности [19]. На основе исследования сформулированы показания к применению технологии и алгоритм применения, что дало возможность внедрить ассистенцию в рутинную хирургическую практику. Существуют описания эндоскопически

ассистированных микроваскулярных декомпрессий, выполнявшихся через ретросигмовидный keyhole-доступ. Использование ригидного нейроэндоскопа позволяет улучшить видимость мелких сосудистых структур и обеспечить более прецизионную работу в условиях сложной анатомии парастволовой области (Шиманский В.Н. с соавт.; Lei, T., Belykh, E. с соавт.) [22, 126].

Полностью эндоскопическая визуализация (без использования микроскопа) для хирургии пинеальной области предложена Choque-Velasquez, J. с соавт. (2018) [59]. Диссекция анатомических структур пинеальной области на кадаверном материале из срединного затылочного доступа в положении «конкорд» без использования микроскопа. Использовались длинные микрохирургические инструменты, а для обеспечения обзора операционного поля использовался бороскоп – промышленный аналог нейроэндоскопа по всем характеристикам. Авторам удалось добиться отличного визуального контроля важнейших структур пинеальной области, особенно сосудистых структур, находящихся в «слепых зонах» поля зрения микроскопа.

Опыт применения экзоскопа Vitom-90 (Karl Storz) для хирургии объемных образований пинеальной области опубликован K. Birch с соавт. (2016) [49]. В серии представлены операции, выполненные как в положении пациента сидя, так и в положении «конкорд», микроскоп в ходе операций не использован. Экзоскоп был фиксирован над операционным полем в пневматическом держателе, управляемом вручную. Радикальность и функциональные исходы аналогичны таковым при использовании операционного микроскопа, при этом операционные бригады отметили лучшее качество изображения и удобство использования предложенной техники, а хирурги обратили внимание на эргономичность работы и комфорт лично для себя при неизменной эффективности операции.

Преимущества эндоскопической ассистенции в хирургии опухолей показаны в исследовании Д.А. Гольбина (2012) на примере хирургии краниофациальных опухолей [5]. Анатомически и клинически обосновано уменьшение травматичности транскраниальной части доступа за счет сохранения функционально значимых структур, которыми обычно приходилось жертвовать.

Кроме того, детально прописана технология применения эндоскопической ассистенции, что позволило внедрить методику в текущую клиническую практику института. В диссертации Р.Л. Камбиева (2016) детально рассмотрена эндоскопическая анатомия при опухолях и аневризмах труднодоступной локализации, изучено большое количество клинических случаев применения эндоскопической ассистенции для работы в глубинных структурах мозга, однако сравнение исследуемой и контрольной групп в основном проводилось по клиническим параметрам (исход лечения) [13]. Автор уделяет много внимания эндоскопической ассистенции в хирургии церебральных аневризм, что является достаточно редкой, но актуальной темой для обсуждения. При этом в работе отсутствует описание технических проблем применения эндоскопической ассистенции и путей их решения.

Эндоскопическая ассистенция в хирургии опухолей основания черепа у детей описана в контексте расширения показаний для супраорбитального доступа к небольшим опухолям супраселлярной локализации у детей (С.К. Горелышев) [6]. Эндоскопическая ассистенция при удалении опухолей ХСО из супраорбитального доступа рассмотрена и в диссертации А.А. Абдилатипова (2021) [1]. Также отмечено лучшее качество визуализации операционного пространства в этой области. Эти наблюдения позволяют предположить возможную эффективность эндоскопической ассистенции и в других доступах к опухолям основания головного мозга, вновь возвращая к вопросу количественной оценки эффективности этой методики.

Растущая потребность в эндоскопической ассистенции как дополнении транскраниальных микрохирургических вмешательств стала поводом для исследований эффективности метода. На самом деле, методика сравнительного анализа микроскопической и эндоскопической визуализации не зависит от анатомической области и применяемого транскраниального доступа. Главная задача любого такого исследования – выявить, какие именно преимущества может дать эндоскопическая ассистенция, и по возможности выразить эти преимущества количественно. Большая часть качественных и количественных сравнений

эндоскопической и микроскопической визуализации операционного поля выполнены на кадаверном материале, что логично – наиболее полные анатомические данные могут быть получены только с помощью кадаверного материала [70, 833, 177, 191, 209]. В клинической практике, когда речь идет о хирургии в условиях измененной анатомии, например, при удалении новообразований, данные о нормальной анатомии помогают ориентироваться в операционном поле. При этом едва ли можно сравнить степень хирургической свободы при удалении объемного процесса из хиазмально-селлярной области и при диссекции этих же анатомических структур без смещения и деформации на кадаверном материале: в первом случае, очевидно, хирург располагает гораздо большим пространством для маневра. Разницу отмечают все без исключения авторы подобных исследований.

Описаны различные методики измерения зоны видимости и хирургической свободы. Многие авторы, как, например, Y. Takemura с соавт. в сравнении микроскопа и углового эндоскопа в доступе к мостомозжечковому углу, сравнивают изображения интуитивно, основываясь на впечатлении оперирующего хирурга от качества визуализации [191]. Существуют и количественные сравнения. Так, в работах A. Salma с соавт. [177, 209] предложена шкала видимости структур в операционном поле от 0 до 5, где 0 – отсутствие видимости, 1 – структура видна, но недоступна для манипуляций, 2 – на видимой структуре возможно ограниченное количество манипуляций, 3 – структура может быть осмотрена с нескольких ракурсов, но парная ей (при наличии) контралатеральная структура не видна, 4 – видны обе парные структуры, но свободно манипулировать можно только в области ипсилатеральной, 5 – парная структура может быть осмотрена с разных углов и возможны безопасные манипуляции на парной структуре с обеих сторон. Такая шкала подходит для оценки экспозиции структур в условиях нормальной анатомии, но очень ограничена для применения на измененной анатомии, например, при разрушении или смещении анатомических ориентиров опухолью. В описанных исследованиях основной интерес представляли доступы к сосудам Виллизиева круга для клипирования аневризм. В сравнительном анализе

микрохирургической и эндоскопической визуализации в орбито-зигоматическом, супраорбитальном и птериональном доступах к комплексу передней соединительной артерии V. Filipce с соавт. [833] использована методика вычисления объема рабочего операционного пространства с помощью навигационной системы. Такой способ применим в условиях нормальной анатомии, но при хирургическом удалении опухоли объем рабочего пространства зависит в значительной степени от размеров опухоли. Объективным способом измерения эффективности эндоскопической визуализации представляется вариант, выбранный Ding Z. с соавт. для оценки эффективности эндоскопической ассистенции для экстрадурального подвисочного (по Kawase) доступа к петроклиивальной области, в частности – вендролатеральной области ствола мозга [70]. Авторы выполнили количественное сравнение микроскопического и эндоскопического контроля, измерив область визуализации и зону хирургической свободы в 4 направлениях (ростральном и каудальном, медиальном и латеральном) по вендролатеральной поверхности ствола головного мозга. Описанный доступ ограничивает свободу манипуляций не только за счет размеров краниотомии, но и за счет переменного рельефа основания черепа, так что длина зоны хирургической свободы вдоль ствола головного мозга остается довольно простым и вместе с тем наглядным показателем.

1.6 Степень разработанности темы исследования

По мере развития методов адьювантного лечения, расширения возможностей реанимации, обновления данных о морфологических особенностях опухолей и естественном течении заболеваний существенно возросли шансы пациентов с опухолями головного мозга не только на длительное выживание, но и на сохранение качества жизни после хирургического лечения. Изменились и представления об успешном лечении опухолевой патологии ЦНС: сегодня это послеоперационный неврологический статус, функциональное состояние организма и косметический эффект. Степень послеоперационной морбидности зависит не только от особенностей опухоли, но и от адекватной хирургической

тактики, включающей в себя принятие решения об объеме операции, выбор хирургического доступа и методик, потенциально улучшающих результат. Концепция keyhole («минимального достаточного доступа») в хирургии опухолей головного мозга подразумевает не только краниотомию малых размеров, это комплексный подход к планированию операции с учетом ее целей и задач, технических возможностей операционной бригады включая инструментарий и навигационные устройства. В том числе обсуждается вопрос и об избежании тракционной травмы головного мозга при доступе через толщу здоровой ткани к патологическому процессу глубинной локализации. Со времен первых сообщений о keyhole-концепции рядом с уменьшенной краниотомией часто упоминается эндоскопическая ассистенция – в условиях ограниченной визуализации операционного микроскопа эндоскопическая оптика имеет большой потенциал за счет лучшего освещения операционного пространства и с каждым годом прогрессирующего качества получаемого цифрового изображения.

В структуре детской заболеваемости опухолями ЦНС значительную долю занимают опухоли основания головного мозга. Из обзора видов этих опухолей и имеющихся рекомендаций по их лечению понятно, что за редким исключением первичной мерой является хирургическая резекция новообразования. Поскольку основная часть этих опухолей доброкачественные либо поддаются адьювантной терапии с хорошим эффектом, ожидаемая продолжительность жизни у таких детей увеличивается и большее значение приобретает функциональный исход лечения, включая аспекты от неврологических до косметических. В хирургии опухолей основания головного мозга у детей трансфеноидальный доступ неприменим в силу возрастных анатомических особенностей. При этом исследования, посвященные эффективности и безопасности транскраниальных keyhole-доступов в лечении опухолей головного мозга у детей, единичные, в русскоязычной литературе практически отсутствуют. Современные требования к лечению опухолей основания головного мозга диктуют необходимость проведения подобных исследований для анализа эффективности и безопасности применения минимально инвазивных доступов. В частности, большой интерес представляют

опухоли основания головного мозга: сложность анатомии области, частое выявление у детей опухолей большого размера, высокие риски повреждения функционально значимых структур вызывают критику и скепсис в отношении применения малых транскраниальных доступов. Отчасти это объясняет запаздывание во внедрении keyhole-концепции в педиатрическую нейрохирургическую практику.

Эндоскопическая ассистенция может стать важным дополнением к keyhole-доступам при хирургическом лечении наиболее сложных и труднодоступных опухолей основания головного мозга в детской нейрохирургии. Существующие рекомендации по применению методики, оценки ее эффективности сложно назвать исчерпывающими, в имеющейся литературе таких данных практически нет.

Некоторые опухоли основания головного мозга не всегда оказываются доступны хирургу из базальных доступов – глиомы зрительных трактов имеют особенности роста, характерные для опухолей подкорковых ядер. В таких ситуациях кратчайшим и наиболее безопасным путем к патологическому процессу является транскортикальный доступ через среднюю височную извилину и нижний рога бокового желудочка. Подобные доступы часто характеризуются тракционной травмой тканей мозга по ходу хирургического коридора, что актуализирует вопрос о возможных механизмах предотвращения этих повреждений. Одним из доступных вариантов является тубулярный ретрактор (порт), исследований эффективности и безопасности метода в группах пациентов детского возраста также немного.

Таким образом, с учетом современных ожиданий от хирургического лечения опухолей основания головного мозга у детей, есть потребность в оценке эффективности и безопасности минимально инвазивных хирургических методик, включая малые (keyhole) доступы в базальных транскраниальных доступах, эндоскопическую ассистенцию для таких случаев, механизм защиты головного мозга от тракционной травмы при выборе транскортикального доступа. Настоящая работа призвана ответить на некоторые имеющиеся вопросы и сформулировать рекомендации для применения минимально инвазивных методик в хирургическом лечении опухолей основания головного мозга у детей.

Глава 2 Материалы и методы

2.1 Характеристика пациентов

В данной работе выполнялось исследование проблемы возможностей применения уменьшенных краниотомий как способа снизить травматичность лечения, проблемы применения эндоскопической ассистенции для преодоления некоторых сложностей keyhole-доступов, а также проблемы защиты тканей головного мозга в случае необходимости применить транскортикальный доступ. Во всех случаях рассматривались пациенты с опухолями основания головного мозга, то есть в смысле клинической картины и гистологических диагнозов эти пациенты похожи. Однако для части доступов проблема тракции тканей головного мозга в нашем представлении неактуальна – она решается условно естественным способом с помощью гравитации при правильном положении пациента на столе после эвакуации ликвора. Это работает в случаях, когда хирургический коридор проходит вдоль жесткой структуры: серповидного отростка (транскаллезный), основания черепа (супраорбитальный, птериональный и другие базальные доступы). В свою очередь, для транскортикальных доступов независимо от размера краниотомии сохраняется вопрос максимально бережной тракции тканей головного мозга. В связи с этим клинические случаи подбирались для двух категорий: применение keyhole-доступов и эндоскопической ассистенции в этих доступах, применение метода щадящей тракции в тех случаях, когда базальный доступ к опухоли основания головного мозга не является оптимальным и необходим доступ с энцефалотомией.

Анализ категории пациентов с опухолями основания головного мозга, оперированных из доступов, проходящих вдоль основания черепа или фалькса, позволил оценить эффективность и безопасность применения keyhole-доступов, а также эффективность применения в них эндоскопической ассистенции. В исследуемую группу включены 100 пациентов, оперированных в 2019–2021 гг. по поводу опухолей основания головного мозга из часто применяемых для этого

keyhole-доступов: транскаллезного, мини-птерионального и чресбровного супраорбитального. Дополнительно отобрана группа из 33 детей, оперированных через keyhole-доступы с применением эндоскопической ассистенции как минимум для инспекции области вмешательства: контроля гемостаза, радикальности, визуального контроля за манипуляциями в «слепых» для микроскопа зонах. Проанализированы ключевые параметры хирургического этапа лечения: динамика состояния пациента, длительность операции, количество послеоперационных койко-дней с учетом лечения в условиях отделения реанимации, хирургические и неврологические осложнения.

Критерии включения для исследуемой и контрольной групп были следующие: ребенок с впервые диагностированным объемным образованием переднего основания головного мозга, не выполнялось ни биопсий, ни адьювантной терапии, за исключением ликворошунтирующей операции по жизненным показаниям. Для всех пациентов необходимы были данные об исходном неврологическом, соматическом, эндокринологическом, офтальмологическом статусе и течении послеоперационного периода. Также имелись либо могли быть получены контрольные клинические и рентгенологические (контрольная МРТ) данные, по крайней мере, в пределах хотя бы одного года.

По указанным критериям для контрольной группы были отобраны 80 пациентов, оперированных в 2015–2017 годах во 2 отделении НМИЦ нейрохирургии по стандартной методике из «классических» доступов. Возраст пациентов обеих групп в диапазоне от 1 до 17 лет, в основном это дети 4–12 лет. Соотношение полов примерно равное 1:1 во всех группах (Таблица 2.1). Распределение диагнозов в целом совпадает с эпидемиологическими данными из литературы, подробнее рассмотрено в главе 3.

Таблица 2.1 – Общая характеристика пациентов, оперированных из keyhole-доступа и контрольной группы

Группа	Keyhole (N=100)	Keyhole + эндоскопическая ассистенция (N=33)	Контрольная («классические» доступы) (N=80)
Средний возраст (p=0,3)	8,44 лет ± 4,22	8,5 лет ± 4	8,45 лет ± 4,75
Соотношение полов ж:м	50:50	16:17	39:41
Период лечения	2019–2021 гг.	2020–2021 гг.	2015–2017 гг.

Для анализа эффективности и безопасности применения тубулярного ретрактора (порта) как способа щадящей тракции тканей рассмотрена группа пациентов с опухолями основания головного мозга, для которых оптимальным доступом оказывался транскортикальный. Проанализирована группа из 45 пациентов с опухолями мезенцефало-таламической локализации, прооперированных во 2 нейрохирургическом отделении (детская нейрохирургия) НМИЦ нейрохирургии первый этап лечения по поводу и в 2019–2021 гг.. Рассмотрена клиническая картина заболевания, особенности выбора хирургического доступа, результаты хирургического лечения, течение послеоперационного периода. Среди таламо-педункулярных опухолей 16 оказались глиомами зрительного тракта – опухолями, действительно относящимися к основанию головного мозга. Эти пациенты были отобраны для анализа эффективности и безопасности применения тубулярного порт-ретрактора в транстемпоральном хирургическом доступе, выявлены описаны преимущества такой методики тракции тканей. Выполнена оценка послеоперационной МР-картины тракционной травмы в сравнении с серией пациентов, оперированных с применением стандартных тракционных инструментов (шпатели, динамическая тракция).

2.2 Хирургические keyhole-доступы

Супраорбитальный доступ

Голова пациента фиксируется в положении разгибания с поворотом в противоположную сторону так, чтобы после вскрытия ликворных пространств и релаксации мозга выиграть пространство за счет естественной тракции лобной доли вниз и облегчения диссекции передних отделов Сильвиевой щели при необходимости. Поскольку разрез кожи располагается по верхней границе брови (достаточно близко к глазу), есть смысл защитить роговицу, закрепив закрытое верхнее веко. Разрез кожи выполняется в пределах надглазничной вырезки и латерального края брови. Лобная мышца и надкостница разрезаются немного выше, так, чтобы сформировался лоскут, откидывающийся вниз до обнажения верхнего края глазницы. Латеральнее от скулового отростка лобной кости при выделении надкостничного лоскута мобилизуется небольшой участок прикрепления височной мышцы, открывая ключевую точку для трепанации (Рисунок 2.1).

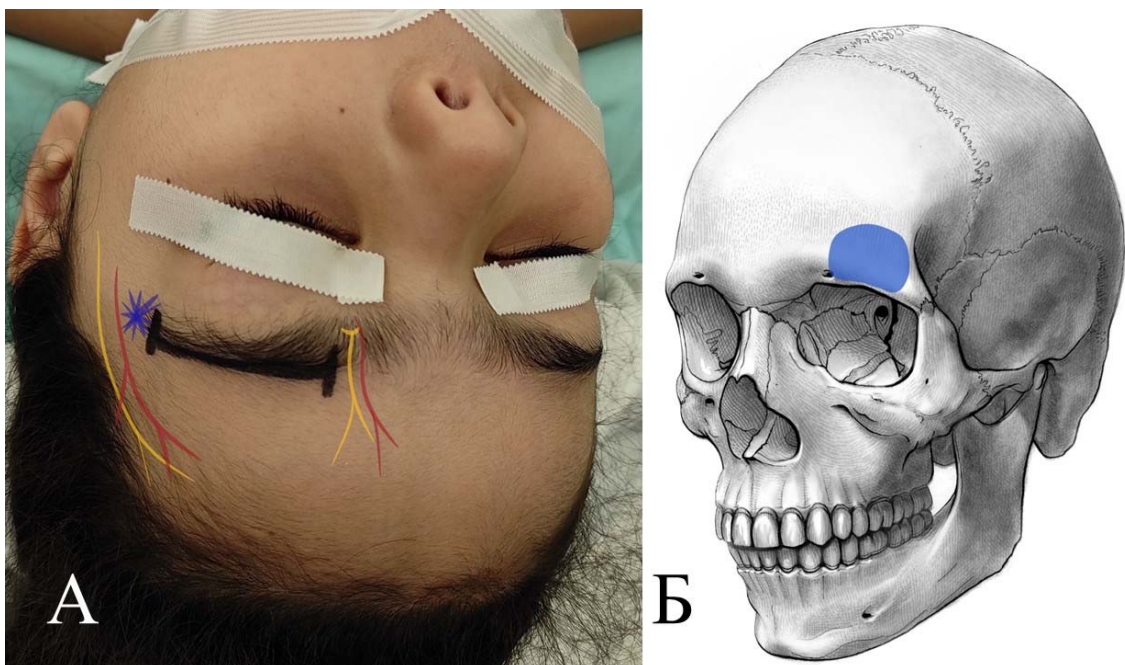


Рисунок 2.1 – Разметка разреза для супраорбитального keyhole-доступа (А) и схема расположения трепанации (Б). Изображены проекции значимых нервов (надглазничный и лобная ветвь лицевого) и артерий данной зоны (знаком «*» отмечена ключевая точка)

Диссекция мягких тканей в стороны не нужна: медиальнее располагается надглазничная ветвь тройничного нерва, латеральнее есть риск повреждения лобной ветви лицевого нерва. В ключевой точке накладывается небольшое трефинационное отверстие, как правило, одного достаточно. Трепанация выполняется, в общем, в пределах обнажившегося участка кости: не медиальнее надглазничной вырезки, над верхним краем глазницы, по возможности параллельно крыше глазницы, как правило, высота костного лоскута не больше 3 см. У пациентов младшего возраста риск вскрыть лобную пазуху минимален в силу ее недоразвития, однако стоит помнить о такой возможности у более старших детей и планировать трепанацию с учетом границ пазухи по исходным нейровизуализационным данным. Если не вскрыть лобный синус невозможно, дефект необходимо будет герметизировать при завершении операции с помощью жировой ткани и клея, либо с применением искусственных материалов.

После выполнения трепанации от крыши орбиты тупым способом отделяется твердая мозговая оболочка. Чтобы получить больше пространства для маневра, полезно выровнять нижний край трепанации с крышей орбиты, не оставляя «порога». Затем твердая мозговая оболочка вскрывается полукруглым разрезом основанием к глазнице.

Закрытие такого доступа мало чем отличается от закрытия любого другого конвексимального доступа: герметичное ушивание твердой мозговой оболочки, фиксация костного лоскута и послойное сопоставление мягких тканей. Стоит обратить внимание на некоторые нюансы: верхний край костного лоскута должен плотно прилегать к лобной кости, позволяя спрятать несоответствие размеру трепанационного окна под бровью. Для фиксации кости можно использовать как шелк, так и металлический фиксатор – обычно достаточно одного фиксатора, расположенного в области ключевой точки, благодаря чему он будет хорошо прикрыт височной мышцей. Мышечно-надкостничный лоскут после фиксации закрывает всю область краниотомии. Помня о необходимости хорошего косметического результата, при ушивании мягких тканей стоит сделать выбор в пользу резорбируемых лигатур, а для кожи над бровью – внутрикожный

монофиламентный шов [170].

При супраорбитальном чресбровном доступе удастся хорошо визуализировать хиазмальный комплекс, внутренние сонные артерии, переднюю соединительную и офтальмическую артерии, стебель гипофиза, гипоталамус, через терминальную пластинку – частично третий желудочек. Соответственно, это оптимальный доступ к объемным образованиям супраселлярной, антероселлярной и латероселлярной (со стороны доступа) локализацией. Дополнительное пространство можно выиграть за счет препаровки передних отделов Сильвиевой щели.

Супраорбитальный доступ подходит для удаления объемных образований, распространяющихся субфронтально, антероселлярно, в нижние отделы третьего желудочка, латерализованно со стороны доступа. В целом значительно облегчает выбор в пользу супраселлярного доступа необходимость оперировать, например, одностороннюю глиому зрительного нерва и хиазмы (меньше опасений повредить уже нефункционирующий зрительный нерв), распространяющуюся кпереди и латерально стебельную краниофарингиому. При этом важно знать структуры, которые ограничат поле зрения микроскопа, но смещению не подлежат: передний наклоненный отросток, возвышение и спинка турецкого седла, диафрагма; некоторые неудобства доставит малое крыло клиновидной кости [35, 164].

Здесь определенно станет полезна угловая эндоскопическая оптика для обеспечения визуального контроля пространства под диафрагмой турецкого седла, ретроселлярно, позади малого крыла, за контрлатеральной внутренней сонной артерией, в пределах третьего желудочка, на базальной поверхности лобной доли – в общем, везде, где может распространиться объемный процесс для достижения радикальности, безопасности работы с критическими структурами и качественного гемостаза, не теряя ватников.

Мини-птериональный доступ

Речь идет о модификации одного из классических нейрохирургических доступов – птерионального, привычного способа эффективно открыть для обзора и манипуляций Виллизиев круг и прилегающие структуры. Основной недостаток

стандартного птерионального доступа – травматичность: необходимо целиком выделить височную мышцу, при диссекции мягких тканей возможно повреждение лобной ветви лицевого нерва. Впоследствии у пациента развивается атрофия височной мышцы, заметно и отсутствие движений брови, долго сохраняются жалобы на боли при движении нижней челюсти, иногда возникают стоматологические проблемы (нарушение прикуса зубов). Доступ вполне оправдан при микрохирургическом клипировании аневризмы в условиях произошедшего субарахноидального кровоизлияния, когда не приходится рассчитывать на свободные базальные цистерны и легкую диссекцию Сильвиевой щели, зато необходимо иметь в виду возможность расширения трепанации при интраоперационных сосудистых осложнениях (Рисунок 2.2). В отсутствие подобных обстоятельств размер краниотомии можно уменьшить, вписав ее в пределы височной мышцы и переместив в зависимости от необходимой траектории доступа к основанию головного мозга.

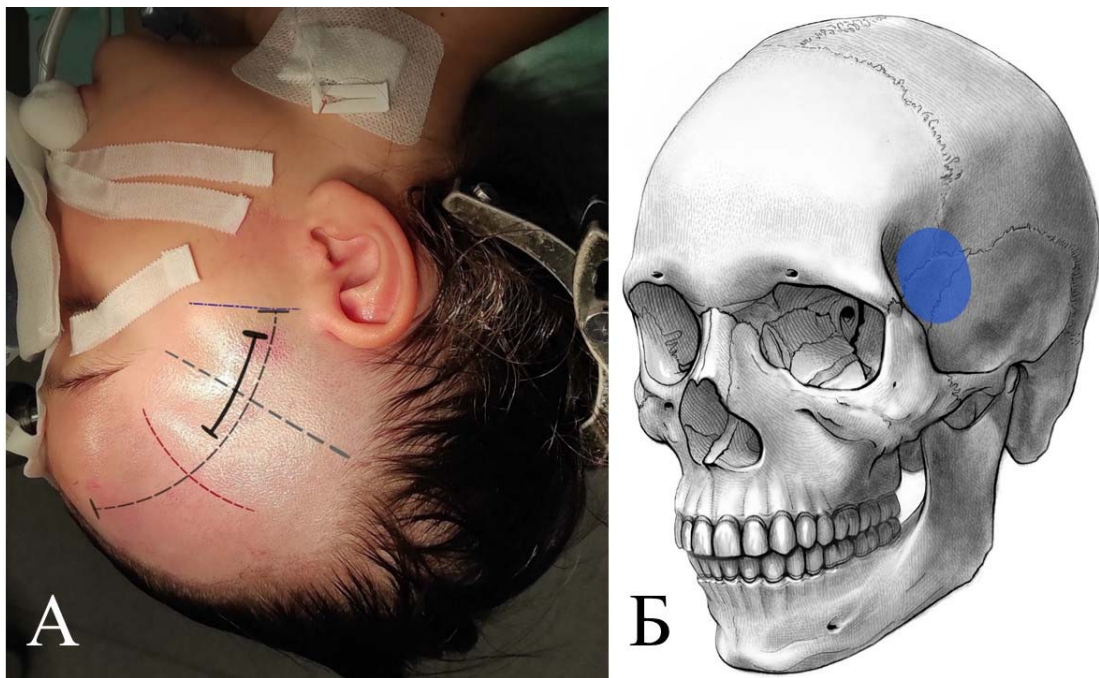


Рисунок 2.2 – Разметка птерионального keyhole-доступа (А), где черная линия – разрез для мини-птерионального доступа, черная пунктир – разметка разреза для стандартного птерионального доступа, синий пунктир – проекция скуловой дуги, серый пунктир – проекция Сильвиевой щели, красный пунктир – и схема расположения трепанации (В)

Так, дугообразный разрез кожи в височной области в зависимости от расположения поверхностной височной артерии, по линии роста волос. Фасция и височная мышца рассекаются так же дугообразно, большой лоскут отводится в сторону глазницы и остается только зафиксировать мягкие ткани ранорасширителем. Нет смысла производить диссекцию тканей над собственной фасцией больше, чем на сантиметр в обе стороны – большей мобилизации мягких тканей добиться не удастся, при этом можно повредить лобную ветвь лицевого нерва. Также нет необходимости скелетировать кость шире планируемой краниотомии. Размер трепанационного окна составит 2–3 см в диаметре, расположить ее следует по центру сильвиевой щели, после чего останется лишь немного резецировать большое крыло клиновидной кости. При необходимости получить подвисочную траекторию доступа разрез кожи и мягких тканей сместится книзу вплоть до скуловой дуги (передний подвисочный доступ), по мере необходимости – кзади, вплоть до синусного угла. При планировании модификации птерионального и подвисочного доступа необходимо учитывать траекторию расположения большей части опухоли либо самой длинной ее оси, необходимо обеспечить визуализацию поверхностной части опухоли (если такая есть) сразу же после вскрытия твердой мозговой оболочки. Также придется выбрать оптимальное положение головы пациента: голова, очевидно, повернута на 60° в противоположную от доступа сторону, при этом угол поворота будет увеличиваться по мере отдаления наружной точки траектории от полюса височной доли кзади, а наклон головы книзу позволит легче отделить височную долю от основания черепа для более базальной траектории.

Даже в уменьшенном исполнении птериональный доступ позволит безопасно визуализировать с ипсилатеральной стороны сосуды Виллизиева круга, хиазму, зрительный и глазодвигательный нервы, а по мере уменьшения объема патологического процесса – аналогичные структуры с противоположной стороны. С этой точки зрения мини-птериональный доступ станет оптимальным выбором для хирургического лечения латерализованных объемных процессов основания головного мозга, распространяющихся в области средней черепной ямки. В какой-

то степени применение эндоскопической ассистенции расширит показания, позволяя заглянуть за противоположную внутреннюю сонную артерию, ретроселлярно, в третий желудочек.

Транскаллезный доступ

Транскаллезный доступ также известен как классический способ визуализировать патологический процесс, распространяющийся из хиазмально-селлярной области в пределах третьего желудочка до отверстия Монро. Краниотомия обычно располагается парасагиттально справа в коронарной области с неперменной визуализацией верхнего сагиттального синуса, выполняется из линейного парасагиттального разреза кожи и мягких тканей. Классическая версия границ краниотомии – 1 сантиметр кзади от коронарного шва и 3 сантиметра кпереди, ширина костного лоскута 3 сантиметра (Рисунок 2.3).

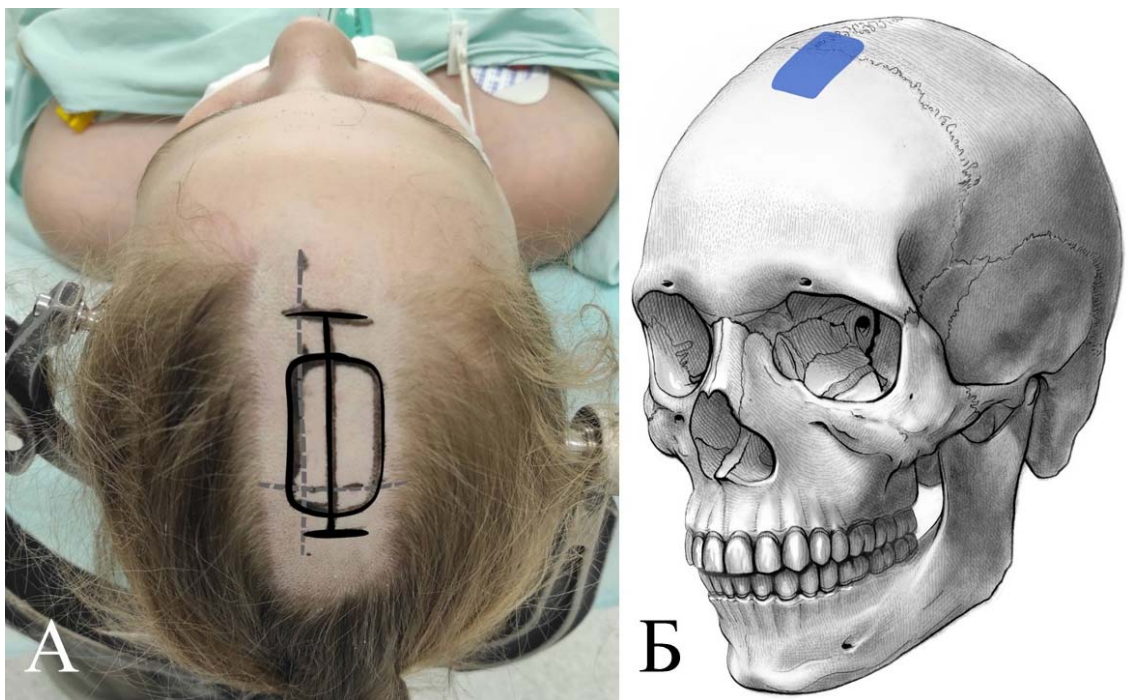


Рисунок 2.3 – Разметка разреза для выполнения транскаллезного доступа с указанием средней линии и коронарного шва серым пунктиром (А) и схема расположения трепанации (В)

Часто обнаруживается, что разрез твердой мозговой оболочки ограничен венозными лакунами, особенно выраженными при внутричерепной гипертензии в случае окклюзионной гидроцефалии. Учитывая эту особенность, выявляемую на

исходных изображениях МРТ, а также необходимую траекторию доступа к патологическому процессу (нужно ли будет видеть задние отделы третьего желудочка или, напротив, работать в пределах супраселлярной зоны, планируется ли выполнить тривентрикулоцистерностомию) можно сместить и даже уменьшить краниотомию, чаще не продолжая ее кзади от коронарного шва. После вскрытия твердой мозговой оболочки выполняется диссекция межполушарной щели, рассечение мозолистого тела, приводящее в боковой желудочек. В большинстве случаев исходное условие – расширенные боковые желудочки и, соответственно, отверстие Монро, пройдя которое достигается свободная визуализация дна и передних отделов третьего желудочка. В случае предпочтения доступа не через боковой желудочек, а через прозрачную перегородку или ее полость необходимо придерживаться средней линии для избежания повреждения сводов.

По мере уменьшения объема патологического образования обзору открывается фактически вся хиазмально-селлярная область и большая часть третьего желудочка. Эндоскопическая ассистенция может быть полезна только при распространении патологического процесса далеко за внутренние сонные артерии, либо кпереди от турецкого седла.

Эндоскопическая картина всех трех доступов представлена в главе 7.

2.3 Методика эндоскопической ассистенции

Эндоскопическая ассистенция являлась вспомогательным методом визуализации и в большинстве случаев применялась уже после удаления основного объема. Основной задачей метода была инспекция «слепых» для микроскопа зон: обнаружение остатков новообразования, контроль гемостаза и наличия временных гемостатических материалов. Для осмотра операционного пространства и выполнения возможных при таком методе обзора манипуляций применялась хирургическая ассистентская оптика Hopkins II 30° (Aesculap, Karl Storz). Угловая оптика 45° также может применяться для эндоскопического визуального контроля, однако манипуляции микрохирургическим инструментом в таких условиях практически невозможны, а основной интерес для данного исследования

представляет именно расширение возможностей микрохирургического вмешательства с помощью эндоскопической ассистенции.

2.4 Методика сравнения микроскопического и эндоскопического способов визуализации

В изучаемой серии клинических наблюдений заметно варьируются как размеры и конфигурация новообразований, так и возраст, а значит и размер пациентов. Было бы странно считать постоянной, например, длину интракраниальной части зрительного нерва у ребенка в возрасте 6 месяцев и 12 лет, хотя она точно пропорциональна другим размерам и большинство этих пропорций не меняются по мере роста и развития. Размер краниотомии, выполняемой по анатомическим ориентирам, в свою очередь пропорционален размерам черепа и интракраниальных структур. Кроме того, в рассматриваемых трех доступах рельеф основания черепа играет не такую большую роль, как в том же подвисочном доступе, а формирующееся рабочее пространство в основном имеет неправильную форму. С учетом неизменных анатомических соотношений между костным рельефом основания черепа, прилежащими сосудами и структурами головного мозга, для исключения влияния разных размеров головы на результат измерения ширины зоны визуализации логично использовать углы, которые для подобных фигур одинаковы независимо от коэффициента подобия. В этой связи метод, использованный Ding Z. в оценке эффективности эндоскопической ассистенции для экстрадурального подвисочного доступа Kawase к петроклиивальной области [70], был взят за основу с некоторыми изменениями: было принято решение измерять не длину и ширину операционного поля, а максимальный угол отклонения от центральной оси краниотомии, в пределах которого была достигнута качественная визуализация и были возможны хирургические манипуляции. Измерение проводилось по дооперационным изображениям МРТ, на которых с помощью DICOM-редактора отмечались видимые структуры и доступные для манипуляций зоны под контролем микроскопа и эндоскопа. Показателем размера рабочего пространства стал угол возможного отклонения от центральной оси

краниотомии. Для проведения расчетов были совмещены изображения исходной МРТ с контрольной послеоперационной КТ, на которой видны границы трепанационного окна (Рисунок 2.4).

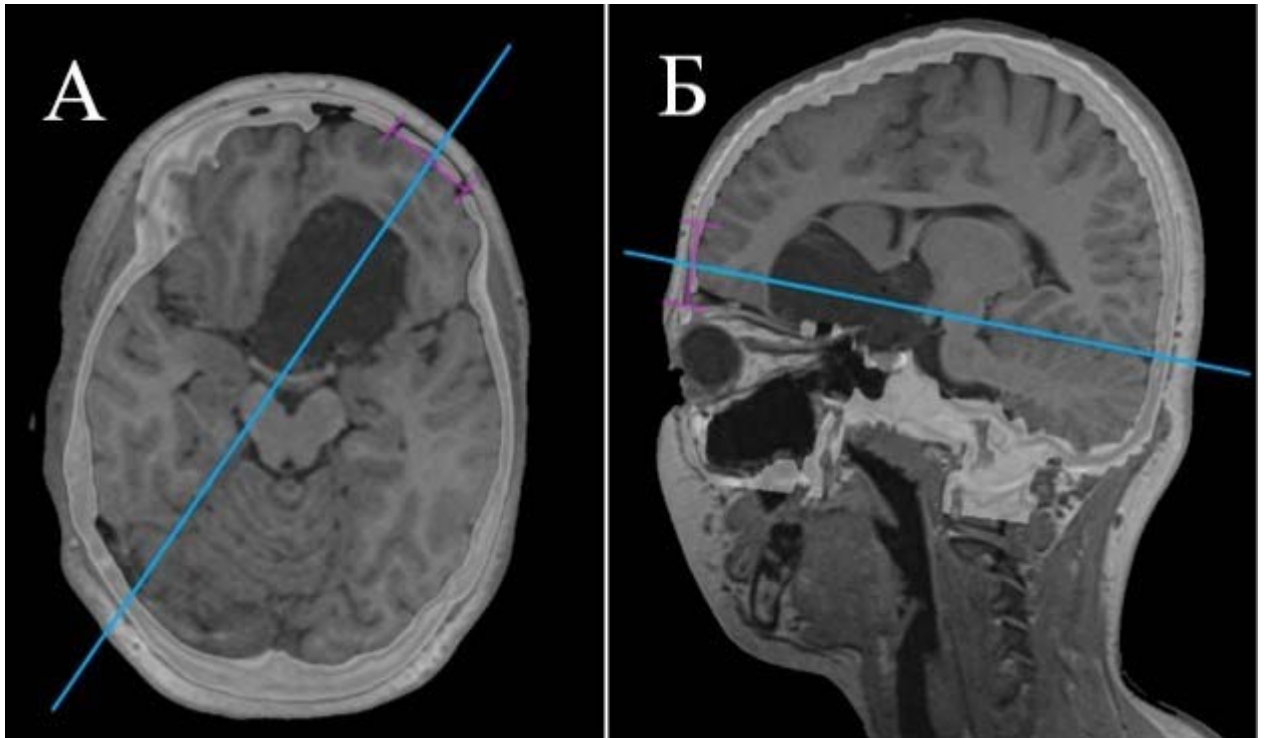


Рисунок 2.4 – На совмещенных в редакторе DICOM дооперационной МРТ в режиме T1 и контрольной КТ розовыми отрезками отмечены два наибольших размера краниотомии (А – аксиальная, Б – смещённая сагиттальная проекция) и построена центральная ось краниотомии (голубая линия)

Центральная ось краниотомии – перпендикуляр к плоскости краниотомии, проходящий на пересечении двух максимальных размеров краниотомии. От центральной оси в четырех направлениях измерены углы, в пределах которых было возможно обеспечить: а) визуализацию операционного поля и б) свободно и безопасно манипулировать микрохирургическим инструментом.

Для каждого из трех рассматриваемых доступов (мини-птериональный, транскаллезный, мини-супраорбитальный) была обозначена плоскость краниотомии и выделены линиями два максимальных размера краниотомии. Через эти линии и центральную ось построены перпендикулярные друг другу плоскости. На представленных ниже иллюстрациях схематически изображена геометрия измерений. Синим контуром обозначена плоскость краниотомии, черным пунктиром – максимальные размеры краниотомии в двух перпендикулярных

направлениях. Плоскость голубого цвета проходит через один из этих размеров и центральную ось, соответственно перпендикулярно к плоскости краниотомии. Ось a – центральная ось краниотомии, от которой в разных направлениях отсчитываются углы обзора (Рисунок 2.5).

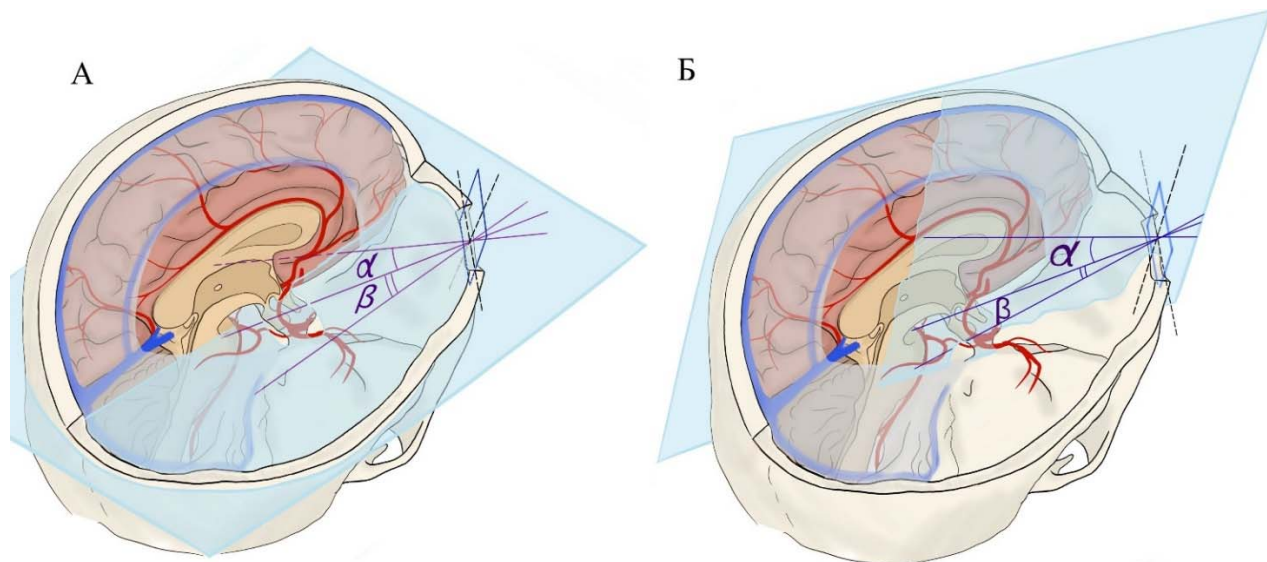


Рисунок 2.5 – Супраорбитальный keyhole-доступ: А – аксиальная плоскость, Б – смещенная сагиттальная плоскость

По каждому из четырех направлений получена угловая мера зоны видимости и зоны возможных хирургических манипуляций, однако по отдельности эти измерения не позволяют сделать значимых выводов. Поэтому для каждого направления вычислена разница между показателем визуализации эндоскопа и аналогичным показателем для микроскопа по формуле:

$$A^{\circ}_1 - A^{\circ}_2, \quad (2.1)$$

где A°_1 – угол между центральной осью и пределом зоны видимости или хирургической свободы эндоскопа, а A°_2 – тот же показатель для микроскопа.

Для супраорбитального доступа строились аксиальная и смещенная сагиттальная плоскости, схематически изображенные на рисунке 2.5. По аксиальной плоскости зона видимости и хирургической свободы измерены в медиальном (угол α) и латеральном (угол β) направлениях. В пределах смещенной сагиттальной плоскости – в ростральном (угол α) и каудальном (угол β) направлениях. Пример построения этих смещенных плоскостей по МРТ приведен на рисунке 2.6.

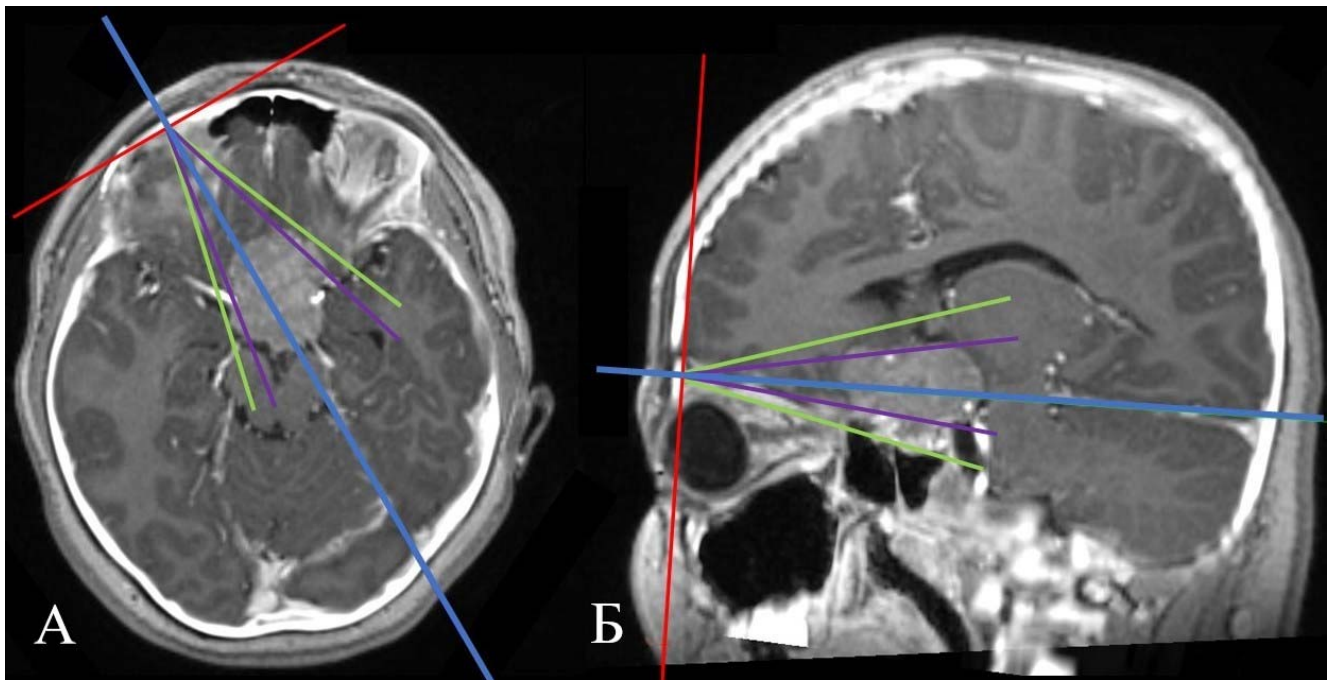


Рисунок 2.6 – Построение искомым смещенных плоскостей по данным исходной МРТ. Синяя ось А – центральная ось краниотомии, а ее плоскость обозначена красной линией. Фиолетовые линии – границы области визуализации микроскопом, зеленые – области эндоскопической визуализации.

Для мини-птерионального доступа построены, соответственно, похожая аксиальная и смещенная коронарная плоскость. По аксиальной плоскости зона видимости и хирургической свободы измерены в переднем (угол α) и заднем (угол β) направлениях. По смещенной коронарной плоскости – в ростральном (угол α) и каудальном (угол β) направлениях.

В каждом транскаллезном доступе были построены сагиттальная и коронарная плоскости. В пределах сагиттальной плоскости измерение проводилось в переднем (угол α) и заднем (угол β) направлениях. В коронарной плоскости – в латеральном (угол α) и медиальном (угол β) направлениях.

Кроме зон видимости в операционном поле и зоны хирургической свободы для каждого клинического случая было отмечено, в каком направлении и на какое расстояние смещены дно третьего желудочка, хиазма, сосуды виллизиева круга, а также отмечены структуры, которые располагались внутри объемного образования.

На основании полученных данных возможно:

- 1) Количественно оценить преимущество эндоскопической ассистенции

для визуализации в разных направлениях;

- 2) Количественно оценить преимущество эндоскопической ассистенции для расширения возможностей микрохирургических манипуляций;
- 3) Выявить ограничения исследуемых доступов для операций по поводу объемных образований переднего основания головного мозга;
- 4) Сформулировать алгоритм выбора транскраниального keyhole-доступа к объемным образованиям переднего основания головного мозга.

2.4.1 Дополнительные измерения

Объем новообразования – вычисление по данным исходной МРТ головного мозга путем волюметрии с помощью программного обеспечения «Инобитек Профессиональная редакция V2.4», ООО «ИНОБИТЕК», РФ.

Для вычисления объема опухоли, как и для любой другой структуры, выполнялась сегментация (Рисунок 2.7) изображений по уровню сигнала (с учетом неравномерного сигнала от опухоли это может быть несколько этапов). После выделения необходимых структур их объем вычислялся автоматически.

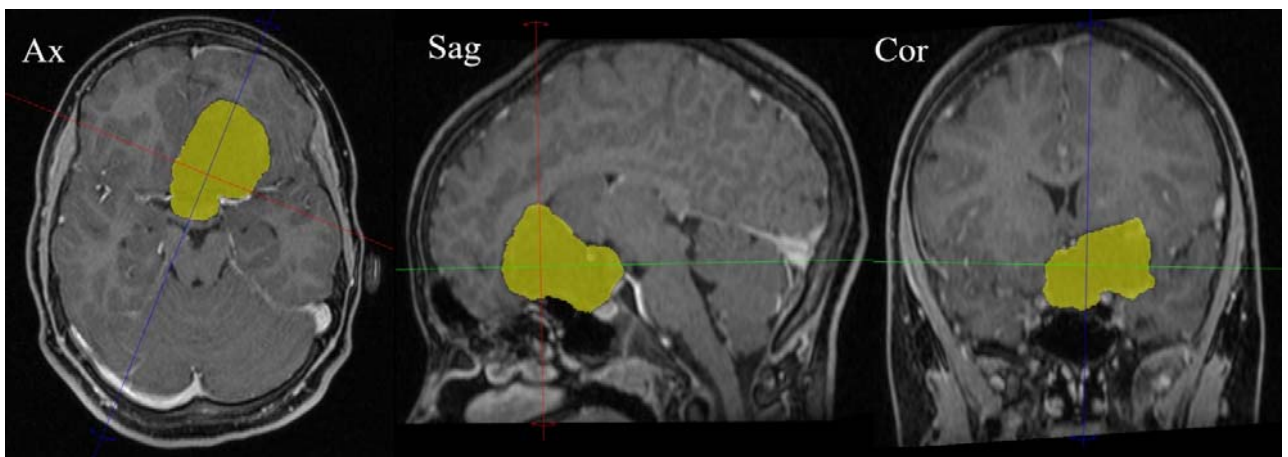


Рисунок 2.7 – Сегментация структур по исходным изображениям МРТ (режим T1 с контрастным усилением). Желтым цветом выделена холестеатома, вычисление объема выделенной (сегментированной) структуры осуществляется автоматически

Размеры краниотомии – максимальная длина и ширина, а также площадь краниотомии вычислялись изображениям контрольной КТ головного мозга после операции с помощью того же программного обеспечения. Знание этих параметров

позволит выявить корреляцию между размерами краниотомии и эффективностью эндоскопической ассистенции.

2.5 Оценка результатов хирургического лечения опухолей основания головного мозга с применением keyhole-доступов

2.5.1 Оценка клинической картины в исходе хирургического лечения

Клиническая картина при локализации объемного процесса в области переднего основания черепа может включать гипертензионно-гидроцефальную симптоматику, эндокринные нарушения в зависимости от степени вовлеченности гипоталамо-гипофизарной системы, офтальмологическую симптоматику (острота зрения, изменение полей зрения, глазодвигательные нарушения). Эти показатели, особенно эндокринные расстройства – несахарный диабет, диэнцефальный синдром – определяют тяжесть течения послеоперационного периода.

С точки зрения эффективности хирургического вмешательства оценивалась степень радикальности удаления объемного образования, время выполнения операции, продолжительность необходимого послеоперационного наблюдения в стационаре. Для понимания безопасности методики необходимо оценить не только частоту и степень тяжести хирургических осложнений (инфекционные, геморрагические, ишемические), но и неврологический исход. В оценке результатов лечения использованы параметры, отражающие изменение состояния пациента после хирургического вмешательства в соответствии с особенностями локализации и природы вошедших в исследование нозологий. Так, до операции и после были оценены зрительные функции включая остроту зрения, поле зрения, глазодвигательные нарушения, эндокринный статус, регресс или усугубление обструктивной гидроцефалии, нарушения со стороны двигательной системы.

При анализе данных учитывалось, что некоторые симптомы после операции возникают в силу особенностей заболевания и самого факта хирургического лечения, а не способа удаления опухоли. К неизбежным эндокринологическим нарушениям относится возникновение гипопитуитаризма при радикальном

удалении стебельной краниофарингиомы, приводящее к разрушению стебля гипофиза, обычно полностью поврежденной опухолью, либо несхаранный диабет при повреждении опухолью стенок третьего желудочка головного мозга. Выпадение полей зрения может быть битемпоральным при возникновении либо усугублении хиазмального синдрома в случае с краниофарингиомой, гомонимным при повреждении одной стороны хиазмы или выпадением квадранта поля зрения при повреждении зрительного тракта – в случае с глиомой зрительных путей.

При оценке результатов хирургического лечения с применением эндоскопической ассистенции учитывали радикальность операции (либо степень достижения запланированного результата), особенности течения послеоперационного периода, связанные непосредственно с природой заболевания, осложнения, связанные с особенностями хирургического доступа, осложнения, как вызванные применением эндоскопической ассистенции, так и не зависящие от нее.

Для группы пациентов с опухолями задних отделов зрительных путей, оперированных из транскортикального доступа (через височную долю) кроме перечисленных параметров оценки послеоперационного статуса выполнялись контрольные исследования МРТ на 1-е сутки после операции с целью зафиксировать признаки коллатеральной травмы ткани головного мозга по ходу хирургического коридора в режиме DWI и T2 FLAIR, что позволило сравнить степень тракционной травмы и соотнести рентгенологическую картину с изменениями в неврологическом статусе при наличии таковых изменений.

2.5.2 Оценка «технических» показателей хирургического лечения

Кроме того, оценивались «технические» показатели проведенного лечения, такие, как продолжительность хирургического вмешательства в корреляции с выбранным доступом, объемом опухоли и длительностью этапа эндоскопической ассистенции, количество послеоперационных койко-дней, в том числе с учетом периода наблюдения в условиях реанимации. Все данные получены из стандартной медицинской документации, в том числе стационарных карт о ходе хирургического

этапа лечения и записей об амбулаторных приемах в рамках оценки катамнеза.

2.6 Статистический анализ

Анализ данных произведен при помощи программного обеспечения «STATISTICA (version 6.0)» StatSoft@ Inc., USA. Достоверность различий оценивали с помощью непараметрических критериев: t-критерия Стьюдента (t-test), точного критерия Фишера (Fisher`s exact test), χ^2 – критерия Пирсона. Для исследования корреляционных взаимосвязей использовали коэффициент корреляции Пирсона. Вероятность $p < 0,05$ считали достаточной для вывода о достоверности различий, при $p > 0,05$ разница между величинами расценивалась как статистически незначимая.

2.7 Эндоскопическая анатомия супраорбитального, птерионального и транскаллезного доступов

Как уже обсуждалось ранее, есть существенное отличие нормальной анатомии, которую можно наблюдать при кадаверной диссекции или микрохирургических вмешательствах по поводу сосудистой патологии, от анатомии, которая обнаруживается при хирургическом вмешательстве по поводу объемного образования. Для безошибочного ориентирования в операционном поле даже в условиях выраженной деформации необходимо знание нормального расположения структур. Структуры, с которыми приходится иметь дело в хиазмально-селлярной области из транскаллезного, супраорбитального и птерионального доступов, хорошо описаны в анатомических атласах, но проблема keyhole-доступа и изображения эндоскопа в непривычном ракурсе и ограниченном поле для расширенной диссекции. Поэтому более полное представление об эндоскопической ассистенции в контексте keyhole-хирургии может сложиться благодаря сопоставлению изображения с привычного операционного микроскопа и менее привычной угловой оптики, а также сопоставлению эндоскопического изображения измененной анатомии (интраоперационная картина) и нормальной анатомии (кадаверный материал и лабораторная диссекция).

В качестве изображения с операционного микроскопа и угловой эндоскопической оптики использованы видеозаписи, полученные во время хирургических вмешательств в исследуемой группе.

Для получения изображения с нормальной анатомией использована эндоскопическая оптика Hopkins II 30°. В лабораторных условиях на 4 кадаверных головах с наливкой сосудов последовательно выполнены чресбровный супраорбитальный и миниптериональный доступы, из которых под контролем эндоскопа выполнена диссекция структур хиазмально-селлярной области. Работа с кадаверными материалами выполнена на базе и при поддержке ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России (г. Новосибирск) и лаборатории NovoNexus (г. Москва).

Глава 3 Ретроспективный анализ эффективности и исходов операций с использованием keyhole-доступов в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у детей

В исследуемую группу включены 100 пациентов, оперированных из транскраниального keyhole-доступа в 2018–2020 гг.

Распределение пациентов по гистологическому диагнозу было следующим: глиомы зрительных путей (пилоидные астроцитомы) - 46%, краниофарингиомы – 41%, герминативно-клеточные опухоли (ГКО) – 5%, холестеатомы – 4%, дизэмбриопластические нейроэпителиальные опухоли основания лобных долей – 2% (Рисунок 3.1). Среди ГКО выявлены 4 герминомы и 1 незрелая тератома.

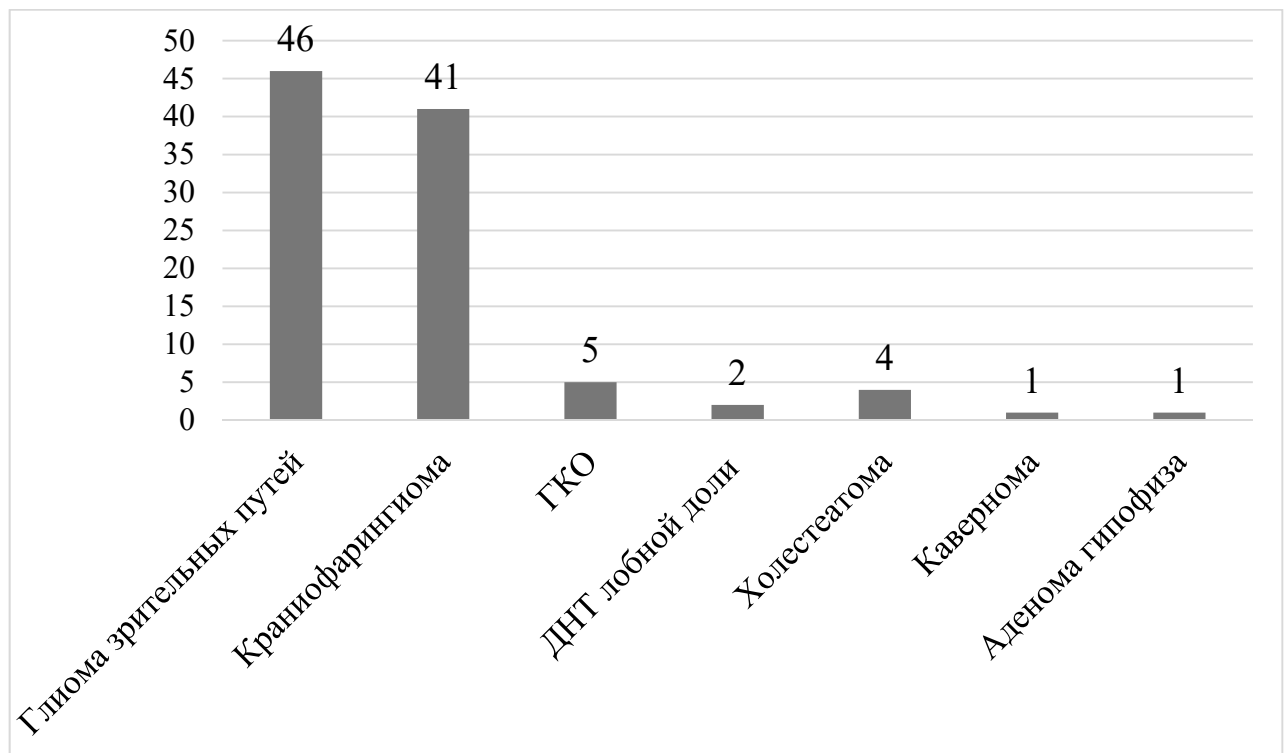


Рисунок 3.1 – Распределение пациентов по гистологическому диагнозу в исследуемой группе

Среди остальных опухолей встречались: кавернома, рентгенологически неотличимая от глиомы хиазмы с кровоизлиянием в опухоль (1 наблюдение);

аденома гипофиза, не проявившиеся соответствующими маркерами и требовавшие хирургического лечения в силу выраженного масс-эффекта (1 наблюдение).

В 56 наблюдениях был выбран транскаллезный доступ (в 37 из них - краниофарингиома), мини-птериональный – в 18, супраорбитальный - в 26.

Похожая эпидемиологическая картина и в контрольной группе: с 2015 по 2017 гг. во 2 нейрохирургическом отделении НМИЦ нейрохирургии оперировано 80 детей с опухолями основания головного мозга, распределение диагнозов представлено на рисунке 3.2. В контрольной группе основные элементы структуры заболеваемости: глиомы зрительных путей (51,25%); краниофарингиомы (37,5%), ГКО (5%); анапластическая эпендимома (АЭ) третьего желудочка (2,5%); менингиомы (1,25%), дермоидной кисты (1,25%); пинеоцитомы дна третьего желудочка (1,25%).

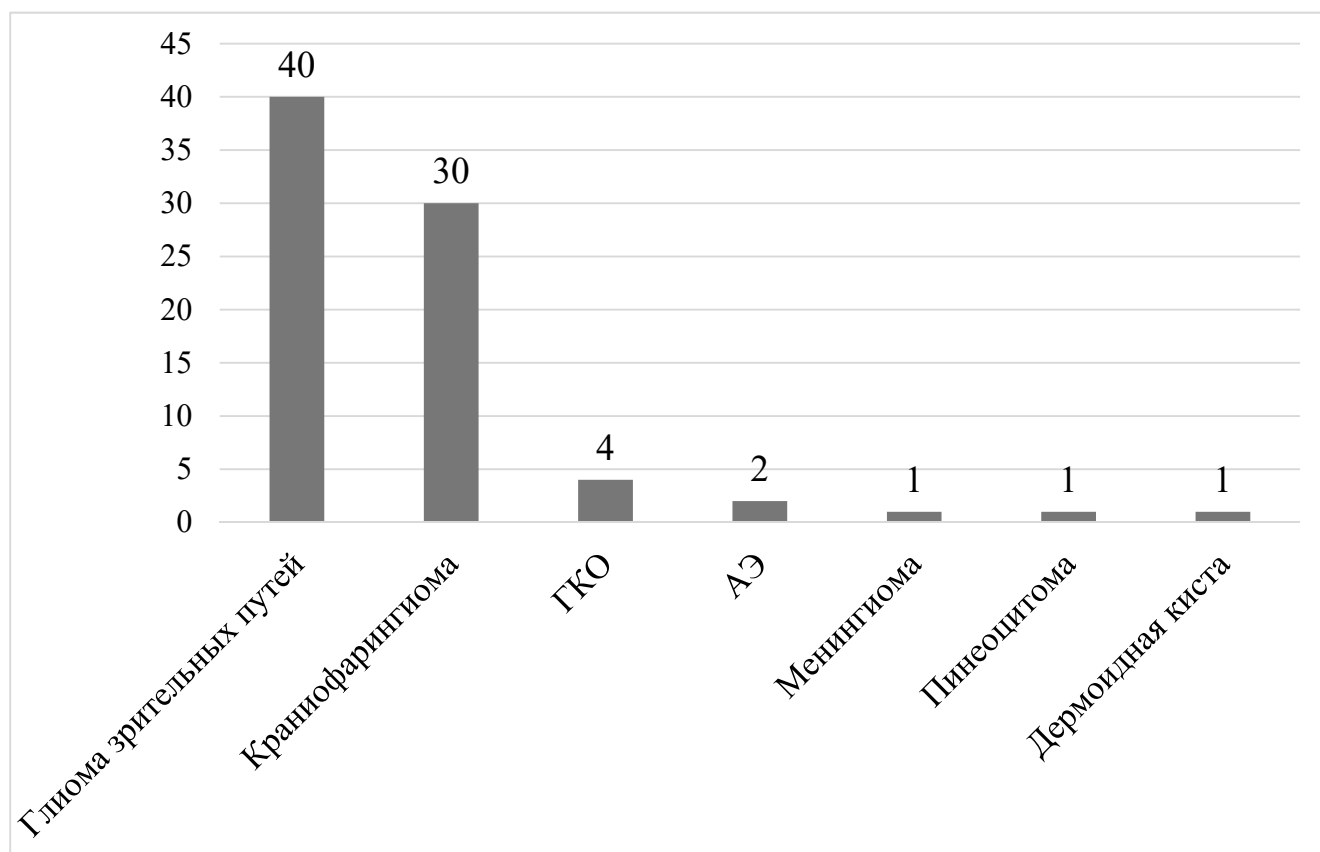


Рисунок 3.2 – Распределение пациентов по гистологическому диагнозу в контрольной группе

Сохраняется превалирование глиом переднего зрительного пути и краниофарингиом. Согласно критериям включения, все пациенты поступали для первичного хирургического лечения, на момент выполнения операции диагноз не был верифицирован и показания к хирургическому вмешательству определялись в основном клинической картиной. Микрохирургическое удаление производилось из стандартного транскаллезного доступа в 52 (65%) наблюдений, стандартного птерионального – в 9 (11,25%), фронто-латерального – в 7 (8,75%), субфронтального – в 3 (3,75%).

В данной серии наблюдений фронто-латеральный доступ представлял собой промежуточный хирургический коридор между субфронтальным (над крышей глазницы) и птериональным (вдоль большого крыла клиновидной кости). Отдельно стоит отметить использование в 5 случаях трансфронтального доступа – смещение оси транскаллезного хирургического коридора латеральнее и впереди для лучшего визуального контроля задних отделов третьего желудочка, а также дополнение стандартного транскаллезного хирургического коридора базальным доступом (фронто-латеральным либо субфронтальным) в трех случаях, когда кроме удаления значительной части новообразования из третьего желудочка, оставался фрагмент, недоступный из-за расположения сосудов Виллизиева круга или значительного распространения в переднюю черепную ямку.

3.1 Клиническая картина

Исходная симптоматика, как и полагается при опухолевых поражениях хиазмально-селлярной области и прилежащих зон, включала в себя в основном офтальмологическую симптоматику, гормональные нарушения, гипертензионную симптоматику и некоторые очаговые поражения, обусловленные распространением опухоли из ХСО в соседние анатомические области.

У 78% пациентов из исследуемой группы и у 87,5% – из контрольной одной из основных причин для обращения за врачебной помощью была гипертензионная симптоматика: головные боли, слабость, снижение аппетита, тошнота, утренние рвоты. Как правило, это самое частое клиническое проявление интракраниального

объемного образования у детей.

Так, у 69% пациентов исследуемой выявлено исходное снижение остроты зрения, у 11% со слепотой на один глаз, у 6 – до полной слепоты. Пять из шести пациентов с полной утратой зрения – пациенты с крупной глиомой хиазмы зрительных нервов. Клинические наблюдения глиомы хиазмы с различным распространением представлены на рисунке 3.3.

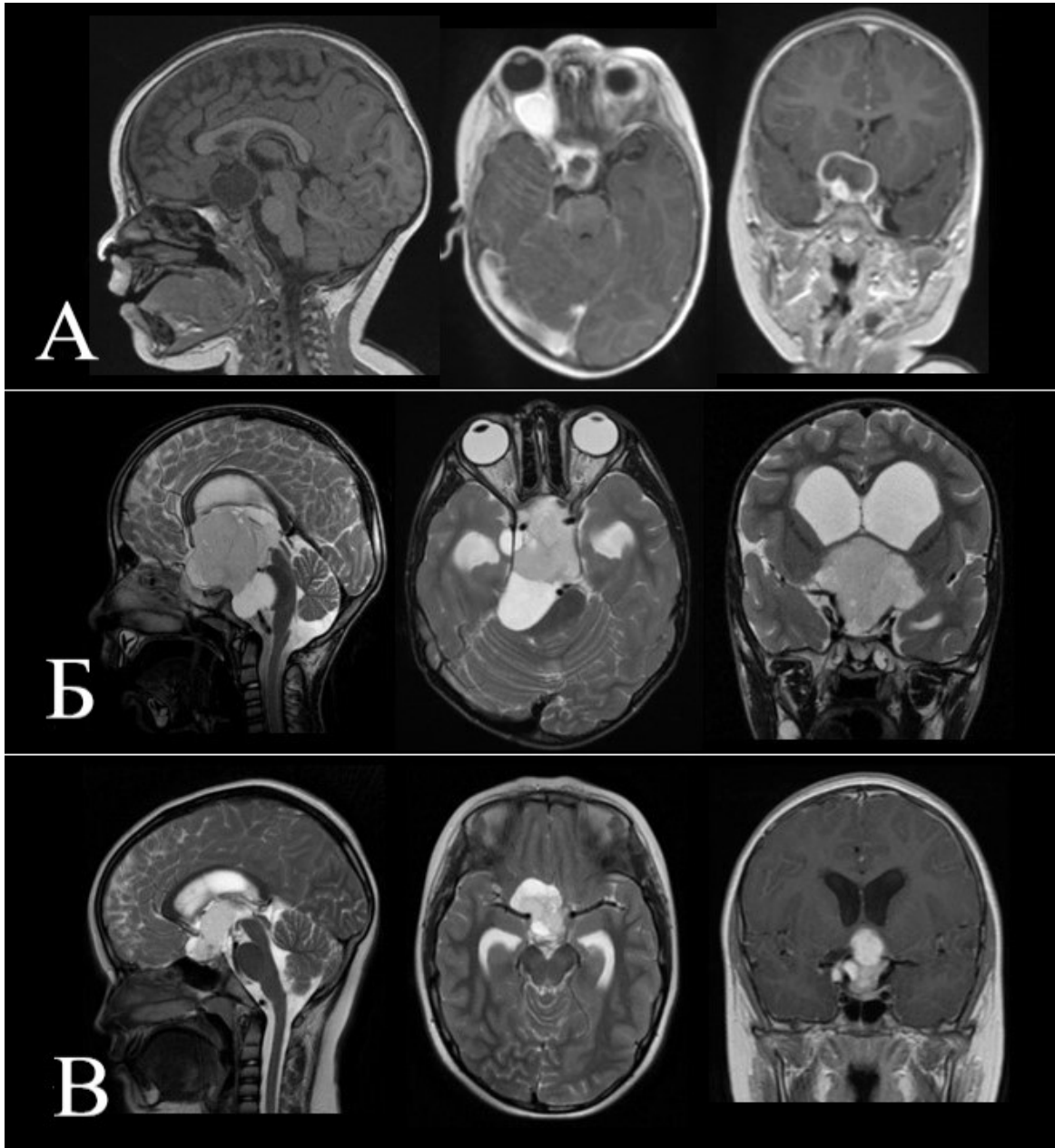


Рисунок 3.3 – Данные МРТ головного мозга клинических наблюдений глиом хиазмы с вовлечением: А – левого зрительного нерва, Б – зрительного тракта с распространением в ЗЧЯ, В – зрительного тракта и гипоталамуса

Также обращает на себя внимание частое выявление выраженной асимметрии снижения остроты зрения – 69,5% пациентов со сниженной остротой зрения (48) имели явную асимметрию, причем у большинства из них (39%, 27 пациентов) диагностирована глиома зрительных путей и сторона с худшей зрительной функцией указывала на сторону исходного роста опухоли, чуть меньше пациентов (21,7%, 15 пациентов) с краниофарингиомами имели асимметрию по причине латерализации краниофарингиомы и большего воздействия на одну половину зрительных путей.

По этой же причине асимметричный хиазмальный синдром имелся у остальных 6 пациентов (1 тератома, 2 дермоидные кисты, 3 герминомы).

Схожие пропорции отмечались и в контрольной группе: снижение остроты зрения – у 58,75%, в том числе асимметричное (в основном – глиомы хрительного нерва и хиазмы) у 26,25% пациентов вплоть до односторонней слепоты у 6 (7,5%). Исходно слепота обоих глаз выявлена у 4 пациентов: 2 глиомы хиазмы, 1 краниофарингиома и 1 гигантская тератома.

Гемианопсия, закономерная для пациентов с опухолевой патологией хиазмально-селлярной области, описана при поступлении у 32 (32%) пациентов из исследуемой и 27 (33,75%) из контрольной группы ($p=0,45$).

Тип гемианопсии соответствовал локализации опухоли. Для краниофарингиом и аденом гипофиза более характерна битемпоральная гемианопсия. При глиомах зрительных путей изменения поля зрения зависели от места исходного роста опухоли: при повреждении зрительного нерва выявлялись грубые дефекты поля зрения на один глаз (12), при вовлечении хиазмы – битемпоральная гемианопсия (11), при вовлечении зрительного тракта – преимущественно полная гомонимная гемианопсия (15), верхне- или нижнеквадрантная гомонимная гемианопсия (2). У 7 пациентов из исследуемой и 4 из контрольной группы была слепота или снижение зрения до светоощущения. Непосредственное повреждение опухолью зрительных структур связано не только с глиомами зрительных путей, ГКО также могут вовлекать в патологический процесс хиазму и зрительные тракты (Рисунок 3.4).

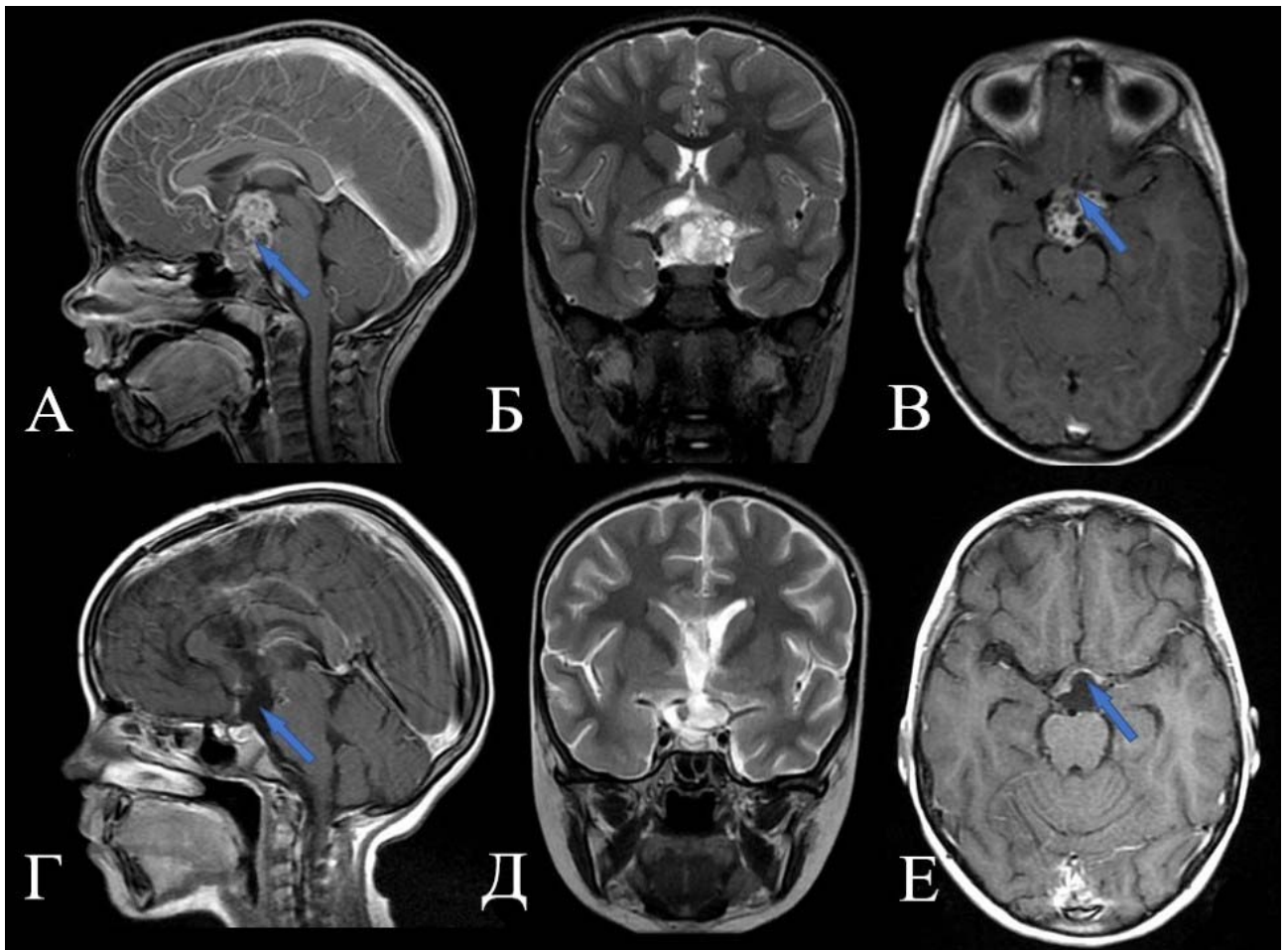


Рисунок 3.4 – Данные МРТ головного мозга пациентки 6 лет с диагнозом смешанная герминативно-клеточная опухоль: А-В – до операции; Г-Е – после радикального удаления опухоли (стрелками отмечен разрушенный опухолью стержень гипофиза (А, Г) и поврежденная опухолью хиазма (В, Е))

В случаях, когда объемное образование вызывало зрительные и глазодвигательные нарушения, но не разрушало зрительных структур по данным исследования МРТ, уже при планировании хирургического лечения можно было ожидать значительного улучшения после операции. Как правило, это были аденомы гипофиза и менингиомы (Рисунки 3.5 и 3.6).

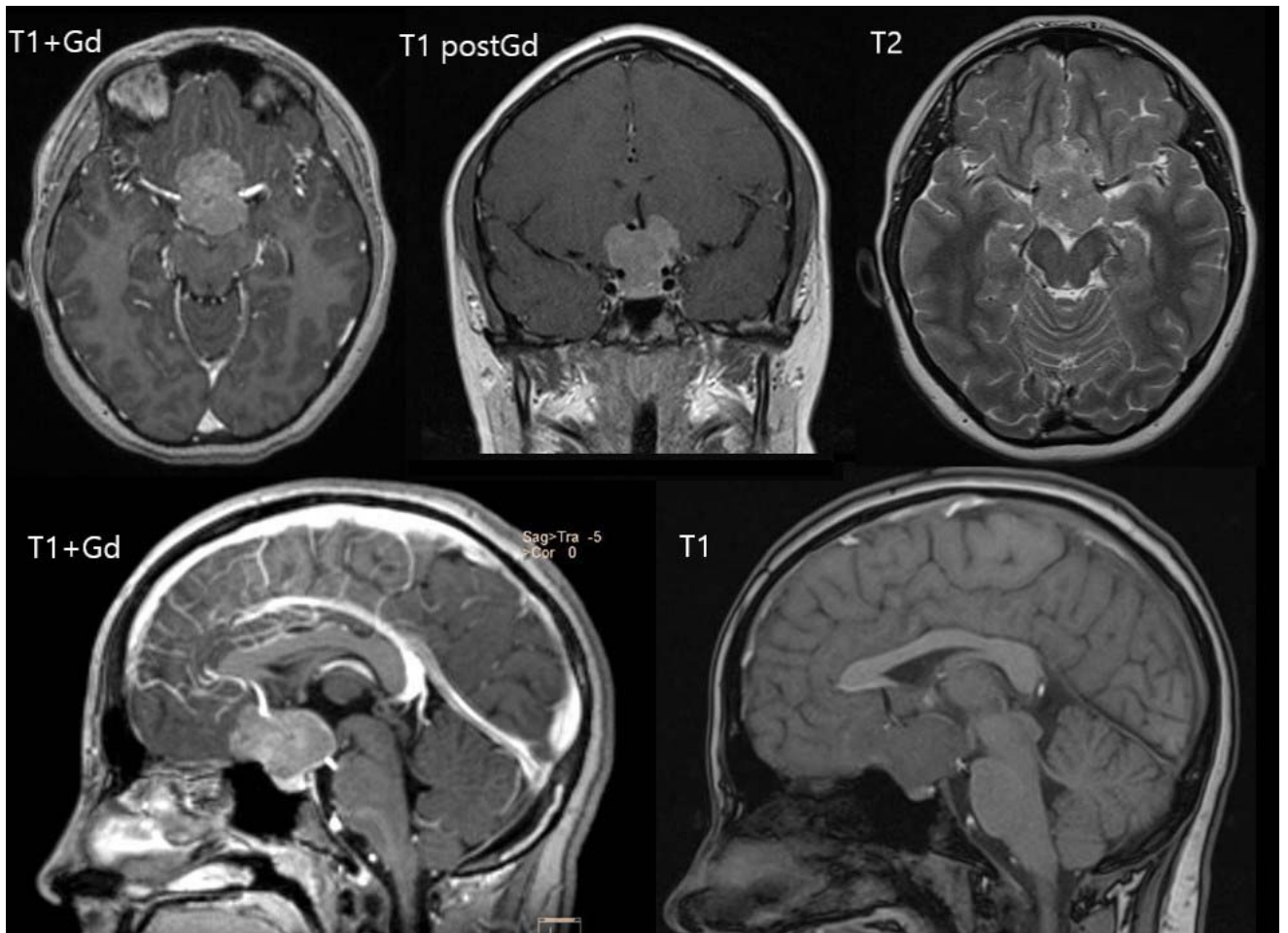


Рисунок 3.5 – МРТ девочки 12 лет с быстро прогрессирующим снижением зрения. Супраселлярная менингиома с накоплением контраста, смещающая структуры ХСО рострально и кзади, без дурального матрикса, не инфильтрирующая прилежащие ткани головного мозга

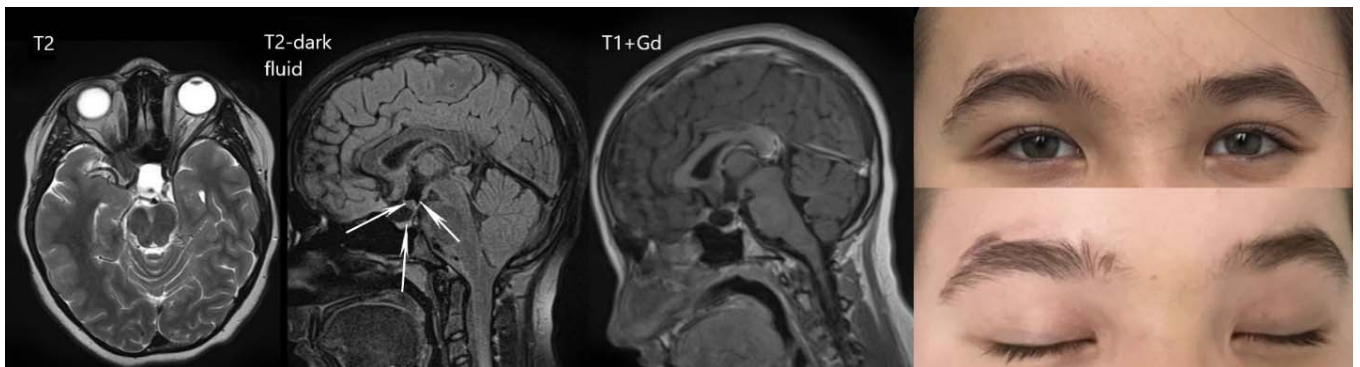


Рисунок 3.6 – Результат радикального микрохирургического удаления супраселлярной менингиомы у 12-летней девочки. Контрольная МРТ через 6 месяцев после операции, стрелками указаны сохраненные хиазма, стембель гипофиза и гипофиз, дно третьего желудочка. Отсутствуют глазодвигательные нарушения.

В исследуемой группе глагодвигательные нарушения исходно были выявлены у 47 пациентов с гидроцефалией, обусловленные в основном нарушением функции отводящих нервов, проявляющимся паралитическим сходящимся косоглазием в разной степени выраженности (32 пациента) и вторичной стволовой симптоматикой (15 пациентов).

Признаки внутричерепной гипертензии на глазном дне в виде застойных дисков зрительных нервов выявлены у 54 пациентов.

Глагодвигательные нарушения и застойные диски зрительных нервов сопутствовали декомпенсированной гидроцефалии.

Исходный спектр эндокринопатий в обеих группах также симметричен. При обследовании перед госпитализацией не имели нарушений со стороны гипоталамо-гипофизарной системы 65% из исследуемой и 63,75% пациентов из контрольной группы ($p > 0,05$). У 25% описан пангипопитуитаризм, ставший одной из основных причин для обследования. 6% страдали несхарным диабетом и 4% – вторичным гипотиреозом. В контрольной группе исходный пангипопитуитаризм верифицирован у 12,5% пациентов, случаев клинически выраженного несхарного диабета – 13,75%. Лабораторные исследования перед госпитализацией проводились в ограниченном режиме, поэтому достоверно судить об истинном количестве гормональных нарушений, особенно изолированных, затруднительно.

3.2 Анализ нейровизуализационных данных

Для пациентов детского возраста с объемными образованиями основания головного мозга самой частой причиной выполнения первого нейровизуализационного исследования становится резко выраженная общемозговая или гидроцефальная симптоматика. Гораздо реже инициатором выполнения МРТ становится офтальмолог, выявивший отклонения при плановом осмотре, педиатр или эндокринолог, заметившие задержку физического развития или другие отклонения. По этой причине на первичной МРТ уже выявляется объемное образование с выраженным масс-эффектом и окклюзионной гидроцефалии, как в исследуемой группе (47%), так и в контрольной (61%)

($p > 0,05$). Так, для оценки размеров опухолей в исследуемой группе были измерены объемы патологической ткани с помощью цифровой волюметрии – средний объем составил $38,5 \text{ см}^3$ с медианой $37,1 \text{ см}^3$. Минимальный объем опухоли составил $7,35 \text{ см}^3$, максимальный – 104 см^3 . При таком значительном диапазоне размеров закономерно возникает вопрос, какие именно опухоли стоит считать крупными, гигантскими? С учетом особенностей анатомических взаимоотношений структур черепа и интракраниальных структур можно предположить, что один и тот же объем опухоли у 6-месячного человека и 16-летнего создаст разные по степени тяжести клинические проявления, равно как и опухоли одинакового размера конвексимальной, хиазмально-селлярной и, например, парастволовой локализации будут иметь различную тяжесть симптоматики. Поэтому стратификация размеров опухолей основания головного мозга по объему или, как было принято когда-то, трем поперечным размерам, универсальной и подходящей не выглядит.

Выделяя группы маленьких, средних, больших и гигантских опухолей ХСО в своей работе, мы использовали принципы классификации Коос для вестибулярных шванном, а не абсолютный размер опухоли.

Нами оценивалось воздействие и распространенность опухоли на окружающие анатомические структуры [16]. Маленькие опухоли расположены преимущественно интраселлярно, не вызывают дислокации прилежащих структур и обычно обнаруживаются случайно. Опухоль средних размеров незначительно деформирует дно третьего желудочка и не доходит до уровня отверстий Монро. К «большим» были отнесены опухоли, занимающие всю ХСО в проекции основания черепа, сильно деформирующие дно третьего желудочка, доходя до уровня отверстий Монро, вызывающие начальную окклюзионную гидроцефалию. Для «гигантской» опухоли использовалось следующее описание: опухоль занимает всю ХСО в проекции основания черепа, деформирует как дно третьего желудочка, так и боковые желудочки; распространяется за пределы ХСО: кпереди в переднюю черепную ямку, ретроселлярно с деформацией и дислокацией ствола мозга; всегда вызывает окклюзионную гидроцефалию (Рисунок 3.7).

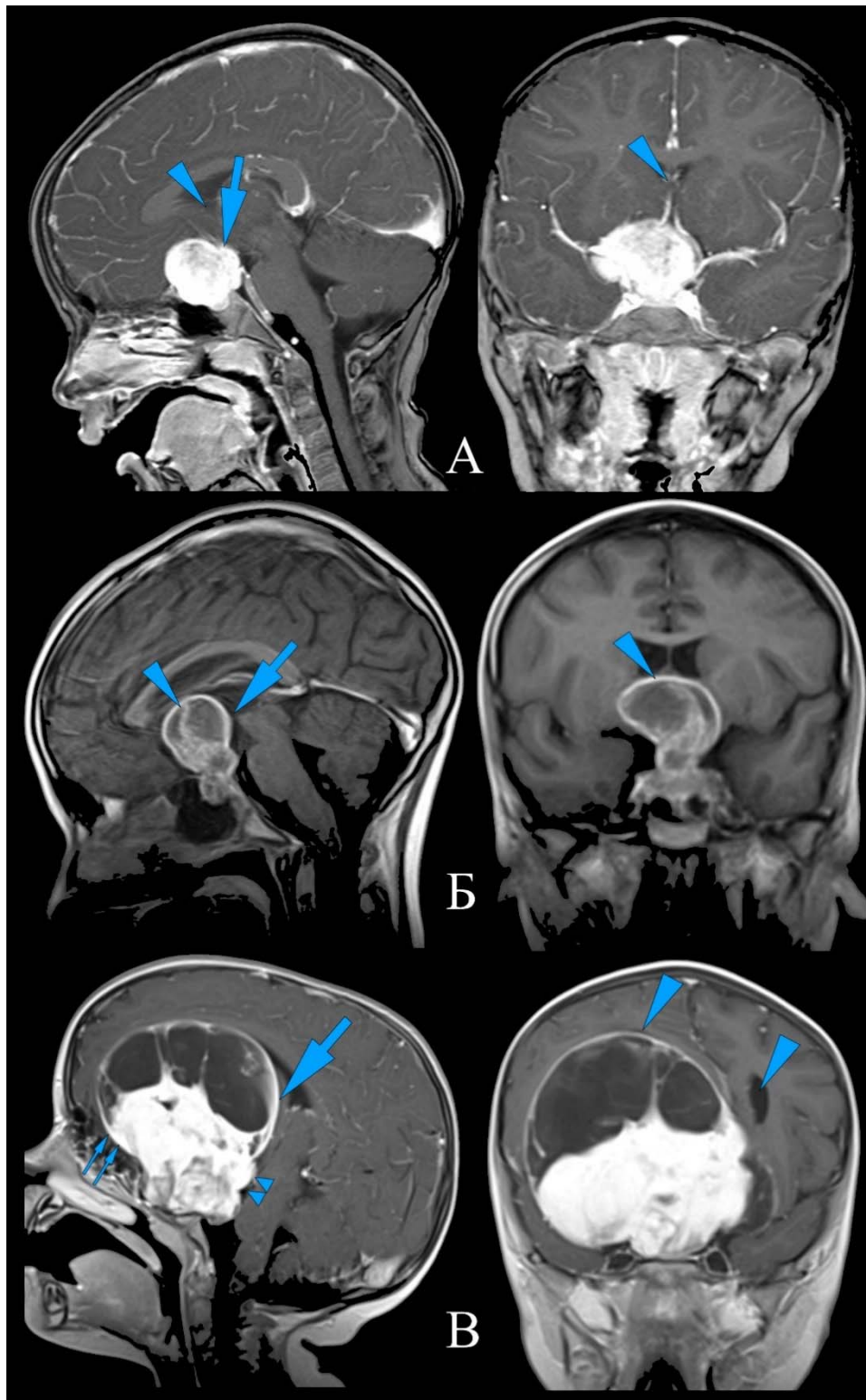


Рисунок 3.7 – Средняя (А), большая (Б) и гигантская (В) опухоли ХСО

В группе keyhole-хирургии к средним опухолям можно отнести 52%, большие и гигантские составили 48%, в контрольной группе соотношение составило 53,75% средних и 46,25% больших и гигантских опухолей ($p > 0,05$). Распределение размеров опухолей в обеих группах представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Распределение размеров опухолей в исследуемой и контрольной группах (p=0,801)

	Контрольная группа («классические» доступы), N=80	Исследуемая группа (keyhole), N=100
Гигантские (p=0,57)	10 (12,5%)	16 (16%)
Большие (p=0,07)	27 (33,75%)	32 (32%)
Средние (p=0,934)	43 (53,75%)	52 (52%)

По данным исходной МРТ в сопоставлении с инициальной клинической картиной можно прогнозировать течение послеоперационного периода. Так, например, большинство краниофарингиом эндо-супраселлярной локализации так или иначе разрушает стебель гипофиза, а в ходе хирургического удаления (как и при лучевом лечении) стебель гипофиза оказывается поврежден безвозвратно и у пациента развивается картина гипопитуитаризма, требующая заместительной терапии. При этом хиазма зрительных нервов чаще всего оказывается повреждена в медиальной части, что приводит к нарушению полей зрения по битемпоральному типу. Обращает на себя внимание улучшение остроты зрения после удаления краниофарингиомы, также предсказуемое при наличии данных за интактность пусть и смещенных зрительных нервов и хиазмы на МРТ.

Глиомы зрительных путей, как правило, в большинстве случаев латерализованы, что можно проследить до операции по асимметричному нарушению остроты зрения и иногда гипопсии, по часто асимметричному расположению (на основе данных МРТ). Здесь на послеоперационный статус влияет вовлеченность различных отделов зрительного пути: при поражении только зрительного нерва или хиазмы клиническая картина ограничивается зрительными нарушениями. В зависимости от степени вовлеченности гипоталамуса можно прогнозировать развитие диэнцефального синдрома, а в случае роста опухоли из зрительного тракта есть риск возникновения гемипареза в случае тотального удаления опухоли. Для остальных объемных образований это также справедливо. Понимание этиологии, анатомии и естественного течения заболевания, внимательный анализ исходной клинической картины позволяет выбрать адекватный способ хирургического лечения.

3.3 Результаты хирургического лечения

Тотальное удаление достигнуто в 77% случаев в исследуемой и 54% - в контрольной ($p=0,02$). В остальных случаях задачи радикального удаления не было изначально: когда был сохранен остаток опухоли, была сохранена часть глиомы зрительных путей, инфильтрирующая противоположную половину хиазмы либо зрительный тракт вплоть до подкорковой зоны, то есть речь шла о попытке сохранения зрительной функции с учетом потенциально возможной эффективной адъювантной терапии. Либо сознательно сохраняли фрагмент краниофарингиомы, который невозможно было бы безопасно отделить от крупных сосудов без их повреждения или риска тромбоза, так же и для аденом гипофиза, поражающих кавернозный синус (Рисунок 3.8).

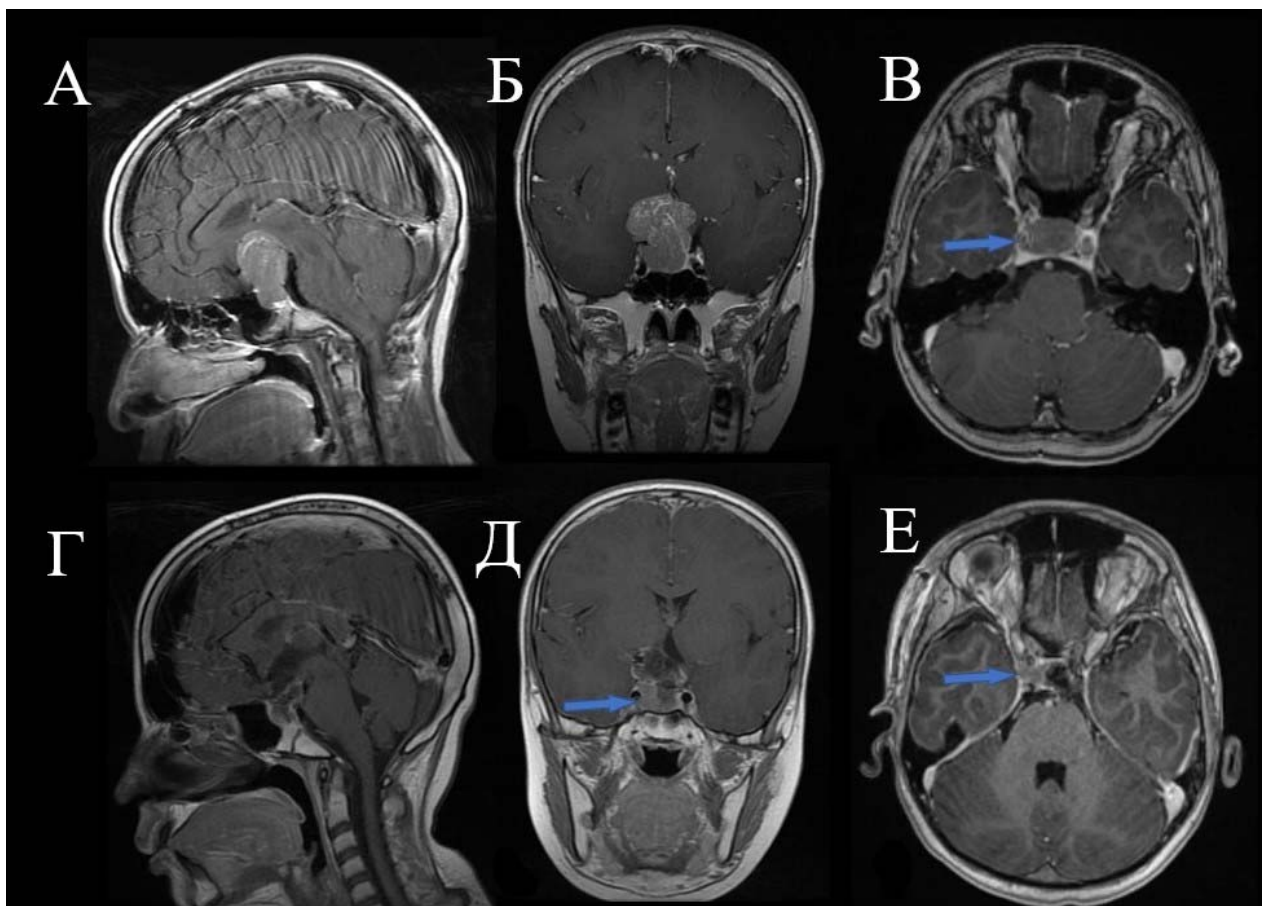


Рисунок 3.8 – Данные МРТ головного мозга мальчика 14 лет с несекретирующей аденомой гипофиза с инвазией в кавернозный синус (зона инвазии отмечена стрелкой): А-В – до операции; Г-Е – после операции

На протяжении двухлетнего периода наблюдения за больными из исследуемой группы после выписки из хирургического стационара зарегистрировано 11 случаев продолженного роста остатка опухоли – 9 пилоидных астроцитом без начатого вовремя адьювантного лечения и 2 краниофарингиомы у пациентов, отказавшихся от радиохирургии. В контрольной группе – 20 случаев рецидива опухоли, потребовавших повторного хирургического лечения, среди них 8 зрительных глиом в основном хиазмы или зрительного тракта, 9 краниофарингиом и 1 анапластическая эпендимома. Связь между рецидивом и способом первичного хирургического вмешательства статистически незначима, $p > 0,05$. При анализе документации в ходе сбора катамнеза также отмечено несвоевременное начало химиотерапии у пациентов с глиомами, отказ от радиохирургии у пациентов с краниофарингиомами, а также независимо от диагноза несколько случаев отсутствия нейровизуализационного контроля в течение 1–2 лет и обнаружение рецидива болезни с появлением гипертензионной симптоматики.

Хирургическое вмешательство из keyhole-доступов в среднем продолжалось 222,25 минут (время согласно протоколу операции) с разбросом от 125 до 420 минут. Причем зависимость продолжительности операции от выбранного доступа отсутствует, поскольку все рассмотренные доступы сравнительно просты в исполнении и не предполагают манипуляций кроме линейного рассечения мягких тканей с простой диссекцией и небольшой краниотомии. Очевидно, для удаления плотной опухоли с кальцинатами (привычный вид краниофарингиомы) или отделения крупной глиомы хиазмы от сосудов, которые в хиазмально-селлярной области необходимо сохранять без исключения, наверняка потребуется больше времени, чем при прочих равных для аспирации мягкой аденомы гипофиза. В контрольной группе средняя продолжительность операции составила 224,8 минут (от 110 до 610 минут), то есть без отличий от исследуемой группы ($p > 0,05$). Свыше 3 часов продлилось 33 (33%) вмешательства в исследуемой и 23 (29%) – в контрольной группе ($p > 0,05$). Поскольку уменьшение доступа не повлияло на длительность операции, можно считать, что удаление опухоли основания

головного мозга из keyhole-доступа не является более трудоемким, чем при использовании стандартных доступов.

После операции абсолютное большинство пациентов (86% в исследуемой и 91,25% в контрольной) были переведены в отделение реанимации для наблюдения: ожидаемые водно-электролитные нарушения, диэнцефальный синдром требовали пробуждения в условиях отделения интенсивной терапии. Как правило, на первые послеоперационные сутки ребенок возвращался в клиническое отделение, исключением стали трое исходно тяжелых пациентов, поступивших в ОРИИТ сразу. Примечательно, что параллельно внедрению в практику протокола keyhole-хирургии во многом были пересмотрены показания к наблюдению пациента в реанимации: если в 2019 году пациент с опухолью ХСО пробуждался в условиях ОРИИТ независимо от типа опухоли и ее особенностей, то к концу 2021 года подход стал более дифференцированным. Так стало возможным пробуждение пациента в палате интенсивной терапии оперблока с переводом в клиническое отделение в течение 2–3 часов в случае, когда в патологический процесс не были вовлечены стенки третьего желудочка, гипофиз и его стебель, в том числе и до операции признаков диэнцефального синдрома и несахарного диабета не было, а также в ходе операции не возникало гемодинамических реакций.

После операции пациенты, оперированные из keyhole-доступов, в среднем проводили в стационаре 8,75 койко-дней – больше недели, с самым коротким периодом стационарного лечения 2 суток и самым длительным 21 день. Немного больше продолжительность госпитализации в контрольной группе – 9,86 суток ($p=0,04$). Основной причиной увеличения продолжительности госпитализации можно считать гипоталамо-гипофизарные нарушения, в основном несахарный диабет или гипоталамо-гипофизарную недостаточность, требовавшие лабораторного контроля и тщательного подбора заместительной гормональной терапии, невыполнимых в амбулаторных условиях. Так, в исследуемой средний койко-день после операции у пациентов без ухудшения гормональных нарушений составил 7,73, пациенты с вновь возникшими или усугубившимися гормональными нарушениями провели в стационаре в среднем 9,75 суток ($p=0,002$). В контрольной

группе это различие практически незаметно: 9,9 койко-дня для пациентов, сохранивших гормональный статус на дооперационном уровне и 9,94 – для пациентов, нуждавшихся после операции в подборе заместительной терапии в условиях стационара. ($p>0,05$)

Основные параметры трех рассмотренных в работе групп пациентов представлены в таблице 3.2.

Обращает на себя внимание значительное уменьшение размера краниотомий в сравнении с контрольной группой ($p=0,0003$) в обеих keyhole-группах независимо от объема опухоли. Во всех случаях результатом операции было достижение запланированного объема резекции, хотя и не всегда радикальной, при этом оказалось возможным уменьшить площадь краниотомии как минимум вдвое. Большой объем опухоли не являлся противопоказанием к применению keyhole-доступов и не влиял на степень достижения хирургической задачи ни в исследуемой, ни в контрольной группе. При этом сам по себе keyhole-доступ с уменьшенной краниотомией не увеличивал трудоемкость операции, о чем говорит продолжительность операций ($p>0,05$), а эндоскопическая ассистенция прогнозируемо увеличивает время выполнения процедуры.

В послеоперационном периоде у половины пациентов исследуемой группы в разной степени усугубились гормональные нарушения: у 36 (36%) пациентов появились дефициты функции гипоталамо-гипофизарной системы, а у 15 (15%) отмечена декомпенсация имевшихся нарушений с появлением новых дефицитов.

Самой частой проблемой был несахарный диабет, требовавший пристального внимания лечащих врачей и подбора заместительной терапии в условиях стационара (68% впервые возникших нарушений в исследуемой группе и 51,25% – в контрольной). Пациенты, исходно имевшие несахарный диабет, в послеоперационном периоде имели более стабильные биохимические показатели крови и в основном уже при поступлении получали подобранную заместительную терапию, потребовавшую минимальной коррекции.

Таблица 3.2 – Некоторые показатели хирургического лечения

Показатели хирургического лечения	Контрольная группа («классические» доступы, N=80)	Исследуемая группа (keyhole, N=100)	Исследуемая группа (keyhole + эндоскоп, N=33)
Средний объем опухоли, см ³ (p>0,05)	37,9 ± 23,4	38,5 ± 18,8	37,4 ± 14,6
Средняя площадь краниотомии по доступам, см ² (p<0,05 при сравнении с контрольной)	Транскаллезный – 27,12 Трансфронтальный – 29 Субфронтальный – 28,6 Фронтально-латеральный – 28,5 Птериональный – 27	Транскаллезный – 11,5 Супраорбитальный – 9 Птериональный – 15,45	Транскаллезный – 11,4 Супраорбитальный – 8,9 Птериональный – 14,12
Средняя продолжительность операции, мин	224,8 ± 63	222,25 ± 50,4	252 ± 54
Геморрагические осложнения	2	0	0
Ишемические осложнения	0	0	0
Раневые осложнения	9	0	0
Менингит	3	0	0
Средний койко-день, сутки (p=0,04)	9,86 ± 3,6	8,75 ± 3,8	8,45 ± 3,9
Койко-день, с гормональными нарушениями (p>0,05)	9,94 ± 1,5	9,75 ± 1,8	8,4 ± 1,6
Койко-день, без гормональных нарушений (p=0,001)	9,9 ± 2,6	7,73 ± 1,1	8,33 ± 2,4
Средний срок лечения в ОРИТ, сутки	1,5	0,89	0,72
Без перевода в ОРИТ после операции, %	8,75	14	27,3

Впервые возникший несахарный диабет описан у 36 пациентов в исследуемой и 37 пациентов в контрольной группе, что выглядит не зависящим от размеров хирургического доступа ($p>0,05$). У 17 (17%) пациентов из исследуемой и 10 (12,5%) в контрольной группе в ходе послеоперационного обследования выявлены признаки пангипопитуитаризма (без зависимости от способа хирургического лечения, $p>0,05$), менее трети из них имели какие-то нарушения до хирургического вмешательства. Наконец, 9 (9%) и 6 (7,5%) в контрольной группе в послеоперационном периоде развили клиническую картину гипоталамо-гипофизарной недостаточности, непременно сопровождавшейся выраженным дизэнцефальным синдромом и большинство из них имели клинические проявления гипофизарной недостаточности при поступлении, во всех случаях диагностирована крупная стебельная интраэкстравентрикулярная краниофарингиома. Наиболее тяжелые гормональные нарушения в обеих группах наблюдались у пациентов с краниофарингиомами после их радикального удаления: у этих пациентов со стебельно-инфундибулярными краниофарингиомами в ходе операции обнаруживали полностью разрушенный опухолью стебель гипофиза. Для наглядности данные о гормональном статусе пациентов в послеоперационном периоде представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Гормональные нарушения в исходе хирургического лечения в трех рассмотренных группах пациентов

Гормональные нарушения	Контрольная группа («классические» доступы, N=80)	Исследуемая группа (keyhole, N=100)
Впервые возникший несахарный диабет	37 (46,25%)	36 (36%)
Пангипопитуитаризм	10 (12,5%)	17 (17%)

Зрительные функции предсказуемо ухудшились у части пациентов с краниофарингиомами и глиомами с исходным ростом в области хиазмы и зрительных трактов. Усиление гемианопсии (в основном битемпоральной) или частичной гомонимной наблюдалось в 18 (18%) случаях в исследуемой и 11

(13,75%) случаях в контрольной и связано с вовлечением в патологический процесс соответствующих структур. Полный регресс битемпоральной гемианопсии в ходе сбора катamnестических данных выявлен у 3 пациентов (аденома гипофиза, 2 герминомы). В остальных случаях поля зрения сохранены на дооперационном уровне. Динамика выпадения полей зрения не зависела от выбора доступа ($p>0,05$). Острота зрения осталась без изменений у 69% пациентов, включая 6, для которых утрата зрения стала причиной обследования. В 5 случаях в исследуемой и 10 в контрольной при первом же послеоперационном осмотре отмечено восстановление остроты зрения, в основном за счет устранения масс-эффекта и гидроцефалии, вызванных опухолью. Снижение остроты зрения у 22 (22%) пациентов, вплоть до полной слепоты у троих из них, в основном было связано с наличием общих источников кровоснабжения для опухоли и зрительных путей, причем более выраженное нарушение характерно для краниофарингиом (12 из 17 наблюдений). В контрольной группе острота зрения ухудшилась у 15 (18,75%) пациентов. На динамику остроты зрения выбор доступа не повлиял, $p>0,05$.

Глазодвигательные нарушения, связанные с гидроцефалией до операции, регрессировали у всех наблюдениях. У 2 пациентов после операции отмечен парез глазодвигательного нерва, вовлеченного в патологический процесс, но сохраненного во время операции. Сводные данные представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Офтальмологический статус после хирургического лечения в трех рассмотренных группах пациентов

	Контрольная группа («классические» доступы, N=80)	Исследуемая группа (keyhole, N=100)
Повышение остроты зрения	10	5
Снижение остроты зрения	15 (18,75%)	22 (22%)
Регресс дефектов полей зрения	0	0
Усугубление дефектов полей зрения	11 (13,75%)	18 (18%)
Усугубление глазодвигательных нарушений	4 (5%)	2 (2%)

Кроме того, в картине послеоперационного неврологического дефицита у 4 (4%) пациентов развился стойкий гемипарез по причине тотального удаления глиомы зрительных путей, распространившейся по зрительному тракту до подкорковой зоны. На момент сбора катамнеза полного регресса этого нарушения не зафиксировано, хотя за 2 года наблюдалась выраженная положительная динамика. В контрольной группе 9 (11,25%) пациентов имели гемипарез в исходе хирургического лечения, аналогичным образом это были больные с глиомами зрительного тракта с поражением подкорковой зоны, похожим образом растущей эпендимомой и краниофарингиомой. Сообщается об удовлетворительном функциональном статусе 8 из них спустя 1–2 года.

Инфекционных и геморрагических осложнений, которые могли бы стать причиной длительного и осложненного послеоперационного периода, в исследуемой группе не возникло. В контрольной группе отмечено 9 случаев (11,25%) псевдоменингоцеле в области краниотомии, 4 из которых имели признаки наружной ликвореи и осложнились в 1 случае локальной раневой инфекцией, в 3 случаях – менингитом, подтвержденным лабораторно. Клинически значимых эпизодов ишемии не наблюдалось в обеих группах. В контрольной группе возникла необходимость в ревизии послеоперационной гематомы в области ложа опухоли в 2 (2,5%) случаях.

Согласно критериям включения, в обеих группах по каждому клиническому случаю имелись катамнестические данные, в том числе о полученной послеоперационной адьювантной терапии и изображения контрольных МРТ спустя 1–2 года после хирургического лечения. Проанализированы контрольные МРТ через 1 год после операции, за исключением 15 пациентов в исследуемой группе и 9 в контрольной, получавших в течение этого года лучевую терапию. У пациентов контрольной группы во всех 19 случаях, когда техника выполнения доступа подразумевала мобилизацию височной мышцы от кости (птериональный, субфронтальный, фронто-латеральный), на МРТ спустя 1 год обнаружена асимметрия височных мышц за счет разной степени атрофии височной мышцы со стороны доступа. В группе keyhole-доступов птериональных доступов было 17,

асимметрия на контрольных МРТ выявлена лишь в 2 случаях.

Заметно влияние размера раны мягких тканей и размера трепанации на состояние мягких тканей свода черепа – чем больше этот размер, тем более выраженной может быть рубцовая деформация тканей (Рисунок 3.9).

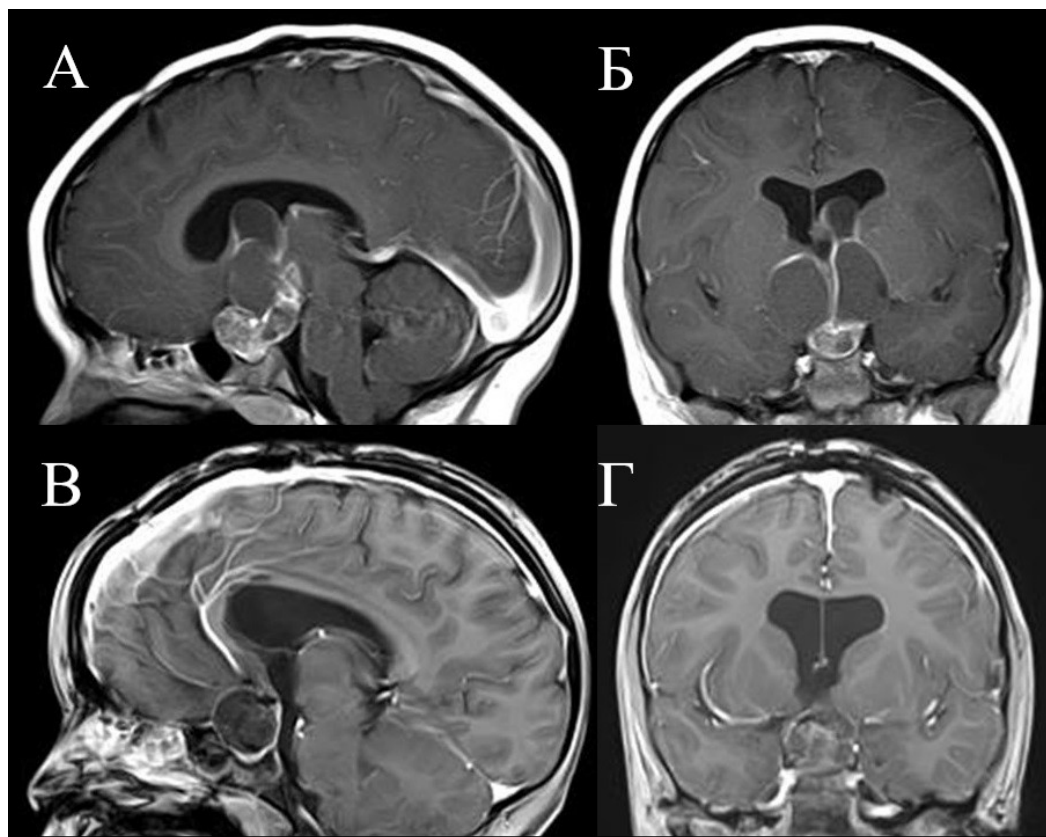


Рисунок 3.9 – Исходные изображения МРТ девочки 6 лет, оперированной по поводу краниофарингиомы (А, Б). Лучевая терапия по неизвестным причинам отложена, через год на МРТ кроме локального кистозного рецидива – выраженная рубцовая деформация зоны доступа (В, Г).

При анализе контрольных МРТ у 71 пациента из контрольной группы рубцовая деформация и втяжение мягких тканей над областью краниотомии зафиксированы в 58 случаях (81,7%). В группе keyhole-доступов таких осложнений описано всего 6 (8%) на 75 изученных контрольных МРТ. Разница статистически достоверна, $p < 0,001$. Эти различия особенно заметны между контрольными МРТ у пациентов после супраорбитального keyhole-доступа и пациентов с субфронтальным доступом: при сохранении надкостничного лоскута у первых нет ни рубцового втяжения мягких тканей, ни следов тракционного повреждения базальных отделов лобной доли (Рисунки 3.10 и 3.11).

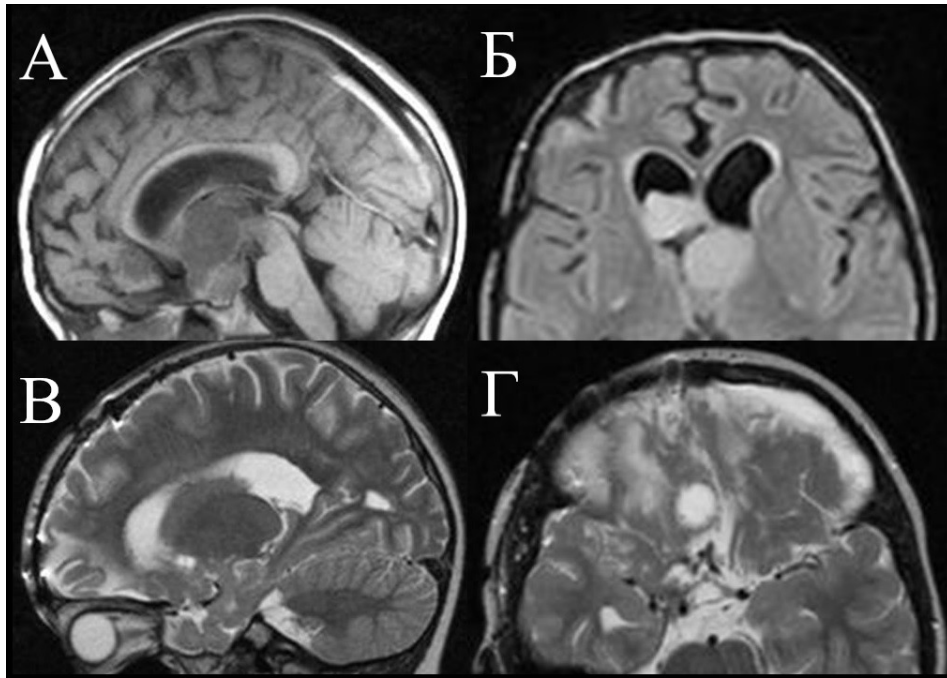


Рисунок 3.10 – А и Б – исходные изображения МРТ мальчика 7 лет, оперированного по поводу гигантской краниофарингиомы, вызывавшей окклюзионную гидроцефалию. На контрольных МРТ (В и Г) изменение сигнала в базальных отделах правой лобной доли со стороны доступа, заметная рубцовая деформация тканей над областью краниотомии

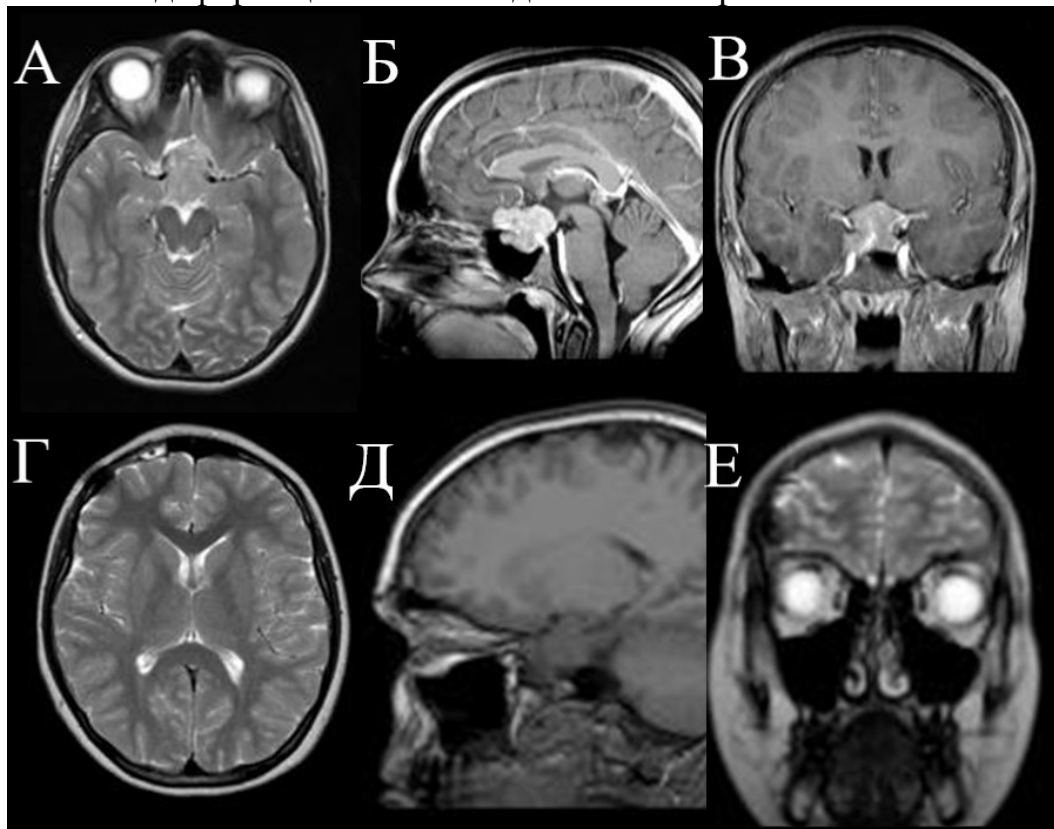


Рисунок 3.11 – Изображения МРТ до операции (А - В) и через 1 год после (Г - Е) у девочки 12 лет, оперированной из супраорбитального keyhole-доступа справа по поводу менингиомы ХСО – минимальные изменения ткани лобной доли и мягких тканей

3.4 Резюме

Рассмотрены две группы пациентов детского возраста, оперированных по поводу объемных образований основания головного мозга из транскраниальных доступов: исследуемая группа – из keyhole-доступов, контрольная – из классических краниотомий. По исходной симптоматике группы не различались, она была обусловлена природой наиболее частых видов опухолей основания головного мозга, а также их крупным размером. Офтальмологическая симптоматика была представлена в основном зрительными нарушениями, аналогична описанной в литературе, достоверных различий между группами также не выявлено ($p>0,05$). В структуре изолированных эндокринных нарушений в дооперационном статусе преобладали несхарный диабет и соматотропная недостаточность, без достоверных различий между группами ($p>0,05$). У большого числа пациентов в обеих группах эндокринные нарушения были причиной обследования, в ходе которого диагностировали пангипопитуитаризм ($p>0,05$).

Хирургическое вмешательство из keyhole-доступов продолжалось в среднем 222,25 минут, в контрольной группе средняя продолжительность операции составила 224,8 минут, без отличий от исследуемой группы ($p>0,05$). При этом во всех случаях достигнут запланированный объем хирургического лечения: 70% радикального удаления в исследуемой и 54% в контрольной группе, в остальных случаях выполнялась запланированная частичная или субтотальная резекция ($p>0,05$). Эффективность операции не зависела и от размера объемного образования: в обеих группах в равной степени присутствовали большие и гигантские опухоли ($p>0,05$) с отсутствием статистически значимых отличий в результате хирургического лечения ($p>0,05$). Keyhole-доступ не ограничивает возможность выполнения запланированного объема резекции опухоли и не увеличивает продолжительность операции, то есть не делает операцию более трудоемкой. Интраоперационные осложнения отсутствовали в обеих группах.

В послеоперационном периоде у пациентов обеих групп при оценке послеоперационного офтальмологического, неврологического и эндокринного статуса достоверных различий также не выявлено, что позволяет сделать вывод о

безопасности выполнения хирургического лечения опухолей основания головного мозга из keyhole-доступа. Получены признаки более быстрого восстановления пациента – меньшая продолжительность госпитализации. Пациенты, оперированные из keyhole-доступов, в среднем проводили в стационаре 8,75 койко-дней, из контрольной группы – 9,86 суток, выявлено небольшое, но достоверное различие ($p=0,04$). Если исключить пациентов, требовавших продолжения госпитализации только для подбора заместительной гормональной терапии, в исследуемой средний койко-день после операции у пациентов составил 7,73, в контрольной достоверно больше – 9,9 койко-дня ($p=0,001$). В контрольной группе выявлено 9 случаев раневых осложнений, включая псевдоменингоцеле и раневые ликвореи, осложнившиеся до менингита в 3 случаях, в группе keyhole-доступов таких случаев не было.

Проанализированы контрольные МРТ через 1 год после операции, не получавших лучевую терапию, для оценки отдаленных последствий операции (за исключением рецидива опухоли). В контрольной группе во всех 19 случаях, где для выполнения доступа (птериональный, субфронтальный, фронто-латеральный) требовалось отделение височной мышцы, спустя 1 год выявляется ее атрофия со стороны операции, в исследуемой группе таких пациентов выявлено 2 из 17 (11,7%). Кроме того, в контрольной группе в 58 случаях (81,7%) обнаружены рубцовая деформация и втяжение мягких тканей над областью краниотомии против 6 (8%) таких находок в группе keyhole-доступов ($p<0,001$).

Таким образом, keyhole-доступ при разумном предоперационном планировании является безопасным методом лечения опухолей головного мозга, не увеличивая хирургических рисков, не ухудшая функционального исхода и не влияя на эффективность вмешательства. Использование keyhole-доступов снижает послеоперационную морбидность: уменьшается риск развития раневых осложнений, ускоряется восстановление пациента, достигается лучший косметический эффект, в том числе в отдаленном периоде.

Глава 4 Результаты исследования эффективности эндоскопической ассистенции

4.1 Общие результаты

Проанализировано 33 клинических наблюдения хирургического лечения пациентов детского возраста по поводу объемных образований переднего основания головного мозга. Средний возраст пациентов составил 8,7 лет с медианой 8, от 8 месяцев до 16 лет. Большую часть удаленных опухолей составили краниофарингиомы – 15 (42,4%), глиом зрительных путей (все – пилоидные астроцитомы) выявлено 8 (24%), холестеатом выявлено 4 (15%), остальные объемные образования представлены 2 герминомами, 3 аденомами гипофиза, и 1 каверномой редкой локализации в области левого зрительного тракта и 3 желудочка (Рисунок 4.1).

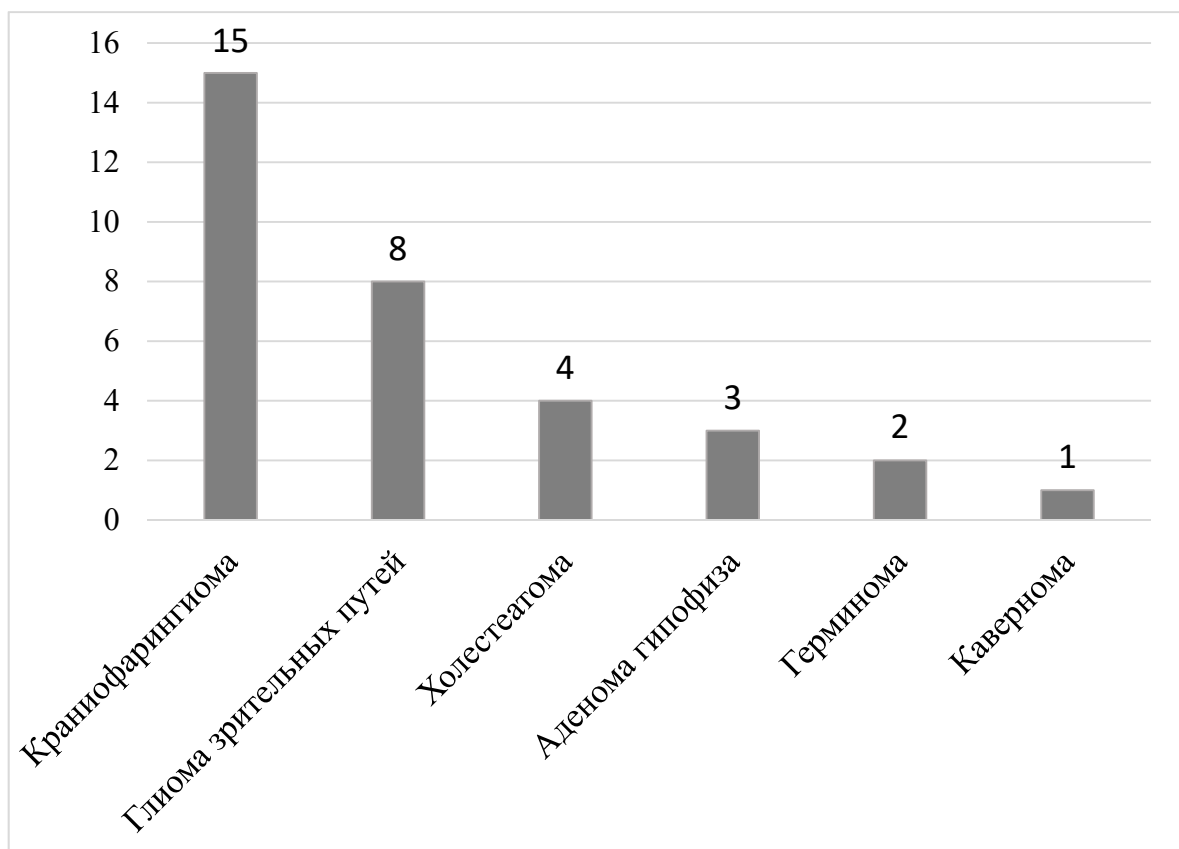


Рисунок 4.1 – Распределение пациентов по гистологическому диагнозу в группе keyhole + эндоскопическая ассистенция

В 29 из 33 наблюдений достигнуто тотальное удаление новообразования. Субтотальное удаление обусловлено необходимостью сохранить функционально значимые зоны при удалении глиомы зрительных путей, поскольку отсутствовала плоскость диссекции между опухолью и зрительными трактами, хиазмой либо подкорковыми ядрами. Эти пациенты после выписки были направлены под наблюдение онколога и получали адъювантную терапию. Здесь важно отметить, что причиной нерадикальной операции является не ограничение визуализации или возможных манипуляций малым размером краниотомии, а выбранная хирургическая тактика, направленная на избежание послеоперационного неврологического дефицита.

Применение эндоскопической ассистенции увеличило среднее время выполнения операции до 252 минут в сравнении с группой keyhole-доступов (224,8 минут), что является вполне ожидаемым результатом – время требовалось для смены метода визуализации, детального осмотра операционного пространства и фиксации анатомических ориентиров ($p=0,003$, различие достоверно). В 27 случаях под эндоскопическим контролем выполнялась часть хирургических манипуляций, таких как гемостаз и удаление остатков опухоли в труднодоступных зонах.

В послеоперационном периоде пациенты провели в стационаре под наблюдением врачей от 3 до 16 койко-дней, в среднем 8,45 суток. В стационарном наблюдении дольше недели нуждались пациенты, у которых в послеоперационном периоде развивались водно-электролитные нарушения, требовавшие контроля и подбора заместительной терапии. Также в случаях, когда глиома хиазмы распространялась на зрительный нерв и его интраорбитальную часть (4 случая), пациенты в течение 7 дней находились в стационаре под наблюдением офтальмолога – отек мягких тканей в области послеоперационной раны затруднял гигиену глаза у детей, известных низкой комплаентностью, требовались ежедневные перевязки.

Послеоперационная симптоматика в исследуемой группе, как и в контрольной, зависела преимущественно от локализации опухоли – наблюдались изменения в гормональном, офтальмологическом, психическом статусе.

В гормональном статусе при поступлении описано наличие каких-либо нарушений у 11 (33,3%) пациентов, у 5 из них одним из симптомов заболевания был изолированный несахарный диабет, у 1 – несахарный диабет с верифицированным гипокортицизмом, у 2 – только соматотропная недостаточность, 3 уже при поступлении имели диагноз пангипопитуитаризма. Характерно, что 7 из них имели гигантские стебельные краниофарингиомы, у троих диагностирована гигантская глиома хиазмы, у детей с герминомой и каверномой гормональные нарушения возникли после кровоизлияний в опухоль. После операции у 20 пациентов усугубились гормональные нарушения, 4 из них в течение нескольких месяцев страдали от изолированного несахарного диабета с последующей компенсацией и отменой заместительной терапии, у остальных описан пангипопитуитаризм и в течение всего периода наблюдения (до 2 лет) эти дети находились под наблюдением эндокринолога, постоянно получая заместительную терапию. 14 пациентов сохранили дооперационный уровень: в этих клинических случаях холестеатомы, герминомы, глиомы зрительных путей не инфильтрировали дно и стенки третьего желудочка, не разрушали гипофиз, лишь смещая и деформируя эти структуры. Кроме того, у 5 пациентов из исследуемой группы в послеоперационном периоде наблюдался выраженный диэнцефальный синдром с нарушением памяти и поведения. Характерно, что все эти дети оперированы по поводу крупных стебельных краниофарингиом из транскаллезного доступа, то есть с неизбежным воздействием на своды, стенки и дно третьего желудочка.

Зрительные функции также оценивались до операции, в течение периода послеоперационной госпитализации и как минимум в течение года наблюдения. При дооперационном осмотре острота зрения была полностью сохранена у 8 детей с холестеатомами, глиомами базальных отделов лобных долей, герминомами без кровоизлияний и каверномой – это обусловлено минимальным воздействием на хиазму и зрительные нервы. Асимметричное снижение остроты зрения было характерно для глиом зрительных путей (все 5 случаев) – известно, что эти опухоли чаще начинают рост с одной стороны, а также в случаях латерализованных

краниофарингиом (6 пациентов). Кроме того, снижение остроты зрения объясняется не только масс-эффектом опухоли супраселлярной локализации, но и развивающейся в результате блока ликворных путей окклюзионной гидроцефалией, отмеченной при поступлении в клинику у 17 (51,5%) пациентов.

Выявленные при первичном осмотре выпадения полей зрения у 14 пациентов имеют зависимость не столько от размера опухоли (глиома зрительного тракта небольшого размера скорее приводит к верхнеквадрантной гомонимной гемианопсии), сколько от расположения основного объема относительно хиазмы. Так, стебельные краниофарингиомы и аденомы гипофиза обычно вызывают билатеральную гемианопсию вследствие воздействия на хиазму, но в случае латерализации краниофарингиомы (6 пациентов из 14) возникает преимущественно гомонимная гемианопсия с контрлатеральной стороны.

Глазодвигательные нарушения в дооперационном периоде обусловлены либо непосредственным воздействием опухолью на глазодвигательный нерв (2 пациента), 4-й нерв (1 пациент), либо среднемозговой симптоматикой за счет распространения объемного процесса кзади от спинки турецкого седла (5 пациентов), либо представлены сходящимся косоглазием как следствием пареза отводящих нервов при окклюзионной гидроцефалии.

Улучшение зрительных функций после хирургического лечения у 15 пациентов представлено в основном повышением остроты зрения (устранение масс-эффекта в области хиазмы и зрительных нервов), а также регрессом гемианопсии у 2 пациентов с аденомами гипофиза. У 9 из 14 пациентов с краниофарингиомами после операции наблюдалось ухудшение зрительных функций в виде усиления гемианопсии и снижения остроты зрения, причем последнее частично восстановилось в течение 1–2 лет у 3 пациентов. В остальных случаях состояние зрительных функций осталось на дооперационном уровне.

В исследуемой группе не наблюдалось ни инфекционных, ни геморрагических, ни ишемических осложнений, также отсутствуют летальные исходы вплоть до 1,5–3 лет катамнестического наблюдения.

Таким образом, послеоперационная клиническая картина в обеих группах

больных, оперированных из keyhole-доступов, имеет идентичную структуру и вызвана либо особенностями заболевания, либо неизбежными особенностями хирургической тактики.

4.2 Количественная оценка эффективности эндоскопической ассистенции

При оценке эффективности эндоскопической ассистенции в исследовании кроме углов видимости и хирургической свободы были учтены размеры объемных образований и их конфигурация. Размер образования оценивался через объем в см³, а не по трем диаметрам, что делает измерение более точным. Для описания конфигурации опухоли использовано измерение длины (мм) ее распространения в нескольких направлениях, совпадающих с направлениями измерения углов и лежащих в тех же плоскостях: кпереди от бугорка турецкого седла, вверх от диафрагмы турецкого седла, кзади от малого крыла клиновидной кости, латеральнее сегмента С7 внутренней сонной артерии в двух направлениях, при распространении в заднем направлении – расстояние от спинки турецкого седла до смещенного кзади среднего мозга, при распространении ниже межножковой цистерны – длина от спинки турецкого седла до нижнего полюса опухоли вдоль ската, а также длина от ската до смещенных кзади структур ствола.

Размер краниотомии оценивался по ее площади, поскольку правильных геометрических форм не ожидалось. Важно отметить, что при минимально отличающихся размерах краниотомии получены совершенно различные показатели зон видимости операционного поля и зон хирургической свободы, так что размер краниотомии не влияет на потенциальную эффективность эндоскопической ассистенции.

4.2.1 Транскаллесный доступ

Средняя площадь краниотомии в серии транскаллесных доступов составила 11,48 см² (от 9,6 до 12,7 см²), как и в контрольной группе (11,5 см²), $p > 0,05$ – это меньше, чем стандартный доступ по данным большинства источников литературы. Техника выполнения изложена подробно в главе «Материалы и методы».

Измерены и проанализированы особенности конфигурации опухолей относительно турецкого седла и прилежащих структур, результаты измерений отражены в таблице 1 приложения А. При анализе этих данных выявлено, что ни одна из этих опухолей не имела распространения в области дна средней черепной ямки, 4 распространялись латеральнее сегмента С7 внутренней сонной артерии – это самые очевидные зоны, где визуализация может быть затруднена. Все опухоли располагались эндосупраселлярно с преимущественным распространением в переднем и в заднем направлении, в том числе иногда часть опухоли распространялась ниже межжелезистой цистерны. В основном же объемный процесс развивался в супраселлярном направлении, смещая или разрушая дно третьего желудочка. При распространении опухоли свыше 18 мм роstralнее диафрагмы турецкого седла возникала окклюзионная гидроцефалия за счет перекрытия патологической тканью обоих отверстий Монро. Собственно, именно супраселлярное расположение опухоли с дислокацией черепных нервов и сосудов книзу, деформацией опухоли третьего желудочка, а также расширенными боковыми желудочками является основным аргументом в пользу выбора транскаллезного доступа.

Были выполнены измерения углов зоны видимости и зоны хирургической свободы в двух взаимоперпендикулярных плоскостях, центрированных по отношению к плоскости краниотомии и включающих ее центральную ось. Для транскаллезного доступа это смещенные сагиттальная и коронарная плоскости (Рисунок 4.2).

По каждому из четырех направлений вычислена разница между показателем визуализации эндоскопа и аналогичным показателем для микроскопа по формуле $A^{\circ 1} - A^{\circ 2}$, где $A^{\circ 1}$ – угол между центральной осью и пределом зоны видимости или хирургической свободы эндоскопа, а $A^{\circ 2}$ – тот же показатель для микроскопа. Результаты вычисления представлены в таблице 4.2.

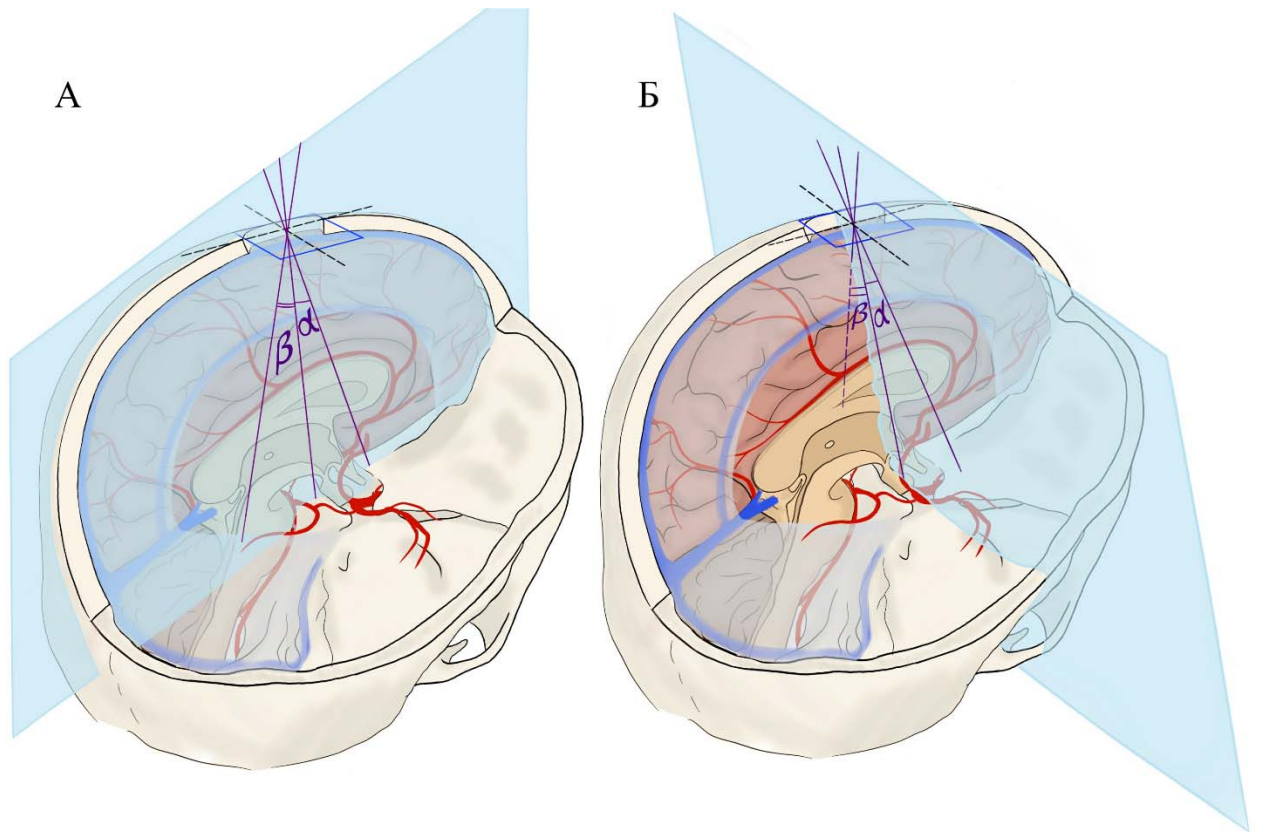


Рисунок 4.2 – Транскаллезный keyhole-доступ. Направления, в которых измерена зона видимости и зона хирургической свободы: А – сагиттальная плоскость, Б – смещенная коронарная плоскость

Таблица 4.2 – Количественное преимущество визуализации эндоскопической оптикой над операционным микроскопом в условиях транскаллезного доступа

№	Сагиттальная плоскость				Коронарная плоскость			
	Зона видимости		Зона хирургической свободы		Зона видимости		Зона хирургической свободы	
	α° (кпереди от турецкого седла)	β° (кзади от спинки турецкого седла)	α° (кпереди от турецкого седла)	β° (кзади от спинки турецкого седла)	α° (сторона доступа)	β° (напротив)	α° (сторона доступа)	β° (напротив)
1	2,96°	1,26°	0,8°	1,4°	0,2°	4,9°	0,39°	2,92°
2	1°	0,9°	0,7°	0,3°	1°	1,5°	0,8°	1,3°
3	0,3°	0,2°	0°	0,2°	0,3°	6,26°	0,3°	5,4°
4	0,47°	0,3°	0°	0,1°	1,2°	4,1°	1,5°	4,1°
5	0,8°	0,7°	0,5°	0,2°	3,1°	7,15°	0,6°	4,6°
6	5,88°	3,1°	5,75°	0°	0,34°	1,95°	0,4°	1,8°
7	0,3°	1,1°	0,3°	0°	1,94°	1,27°	0,7°	1,92°
8	0,73°	0,2°	0,68°	0,53°	1,2°	2,3°	0,9°	1,8°
9	2,2°	2,1°	2°	1,6°	1,86°	3,8°	1,2°	3,3°
10	0,7°	3,2°	0,4°	2,7°	1,6°	3,2°	2,1°	2,8°

После вычисления разницы между шириной угла эндоскопической визуализации и шириной угла визуализации операционным микроскопом стало очевидным преимущество, которое угловая оптика дает в любом направлении. Наибольшее расширение зоны визуализации отмечается в направлении передней черепной ямки (до $5,88^\circ$) и в направлении противоположного доступу малого крыла клиновидной кости (зона за контрлатеральной ВСА), до $7,15^\circ$. Также во всех случаях получено минимальное расширение зоны визуализации кзади, достаточное, однако, для инспекции области водопровода. В остальных направлениях преимущество эндоскопической визуализации незначительное, особенно это касается сравнения зоны хирургической свободы. Эндоскопическая ассистенция позволила существенно выиграть рабочее пространство только в направлении контрлатеральной ВСА и средней черепной ямки. Кроме того, заметна зависимость ширины зоны эндоскопической визуализации от протяженности распространения опухоли в этом направлении, то есть прямое влияние на эффективность эндоскопической ассистенции оказывает не столько объем опухоли ($p > 0,05$), сколько ее неправильная форма и степень распространения в соседние анатомические области ($p < 0,05$) для всех направлений). Не выявлено зависимости между размером краниотомии и размером дополнительного пространства, визуализированного эндоскопом ($p > 0,05$).

Следующий вопрос – насколько велика разница между зоной видимости и зоной хирургической свободы с обоими способами визуализации операционного пространства. По каждому направлению вычислена разница между показателем зоны визуализации и показателем зоны хирургической свободы по формуле:

$$A^{\circ 1} - A^{\circ 2}, \quad (4.1)$$

где $A^{\circ 1}$ – угол между центральной осью и пределом зоны видимости, а $A^{\circ 2}$ – угол между центральной осью и пределом зоны хирургической свободы.

Результаты представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Разница между зоной видимости и хирургической свободы в пределах одного операционного поля для транскаллезного доступа

№	Микроскоп				Эндоскоп			
	α° (сторона доступа)	β° (напротив)	α° (кпереди от турецкого седла)	β° (кзади от спинки турецкого седла)	α° (сторона доступа)	β° (напротив)	α° (кпереди от турецкого седла)	β° (кзади от спинки турецкого седла)
1	0,55°	2°	0,39°	0,12°	1,26°	2,21°	0,2°	2,1°
2	0°	0°	0°	0°	0,6°	0,3°	0,2°	0,2°
3	0°	0°	0°	0,04°	0°	0,3°	0°	0,9°
4	0°	0,03°	0,3°	0°	0,2°	0,5°	0°	0°
5	0,2°	0,1°	0°	0°	0,7°	0,4°	2,5°	2,55°
6	0,1°	0°	0,06°	0,05°	0,2°	0,13°	0°	0,2°
7	0,2°	0°	0°	0,72°	0,3°	0°	1,24°	0,07°
8	0,1°	0°	0°	0°	0,5°	0,4°	2,2°	0,3°
9	0°	0°	0,06°	0,05°	1,8°	0,3°	0°	2,55°
10	0,2°	0,1°	0°	0,72°	1,3°	0°	1,4°	1,25°

Микроскоп как способ визуализации операционного пространства позволяет свободно работать практически во всех участках пространства, образующегося при транскаллезном доступе. Для эндоскопа разница между видимыми и доступными манипуляциям структурами чуть больше, но остается несущественной в условиях транскаллезного доступа.

Таким образом, при транскаллезном доступе эндоскопическая ассистенция эффективна в направлении противоположной средней черепной ямки, за ВСА, в области задних отделов третьего желудочка и водопровода, иногда – в направлении кпереди от бугорка турецкого седла, в остальных направлениях существенных преимуществ перед визуализацией с помощью операционного микроскопа не выявлено.

4.2.2 Птериональный keyhole-доступ

Средняя площадь краниотомии в серии птериональных доступов составила 14,42 см² (от 11,2 до 15,8 см²), как и в группе keyhole-доступов (14,45 см²), $p > 0,05$.

Измерены и проанализированы особенности конфигурации опухолей относительно турецкого седла и прилежащих структур, результаты измерений

отражены в таблице 2 приложения А.

Основная причина выбора в пользу птерионального доступа – существенная латерализация объемного процесса с преимущественным смещением структур в противоположную сторону или, по крайней мере, не в сторону латерализации. Так и получилось: описанные опухоли расположены латероселлярно с более значительным распространением кзади в среднюю и даже заднюю черепную ямку, чем кпереди. Большинство представлено краниофарингиомами, разрушающими дно третьего желудочка (6 из 8). В половине случаев отмечено существенное распространение за контрлатеральную ВСА, в условиях птерионального доступа визуализация этой зоны с помощью микроскопа удовлетворительная, но манипуляции там затруднены, как и в петроклиивальной области.

По изложенной в главе 2 методике были выполнены измерения углов зоны видимости и зоны хирургической свободы в двух взаимоперпендикулярных плоскостях, центрированных по отношению к плоскости краниотомии и включающих ее центральную ось. Для птерионального доступа это смещенная коронарная и аксиальная плоскости, причем центральная ось проходит по верхнему краю спинки турецкого седла, иногда немного кпереди (Рисунок 4.3).

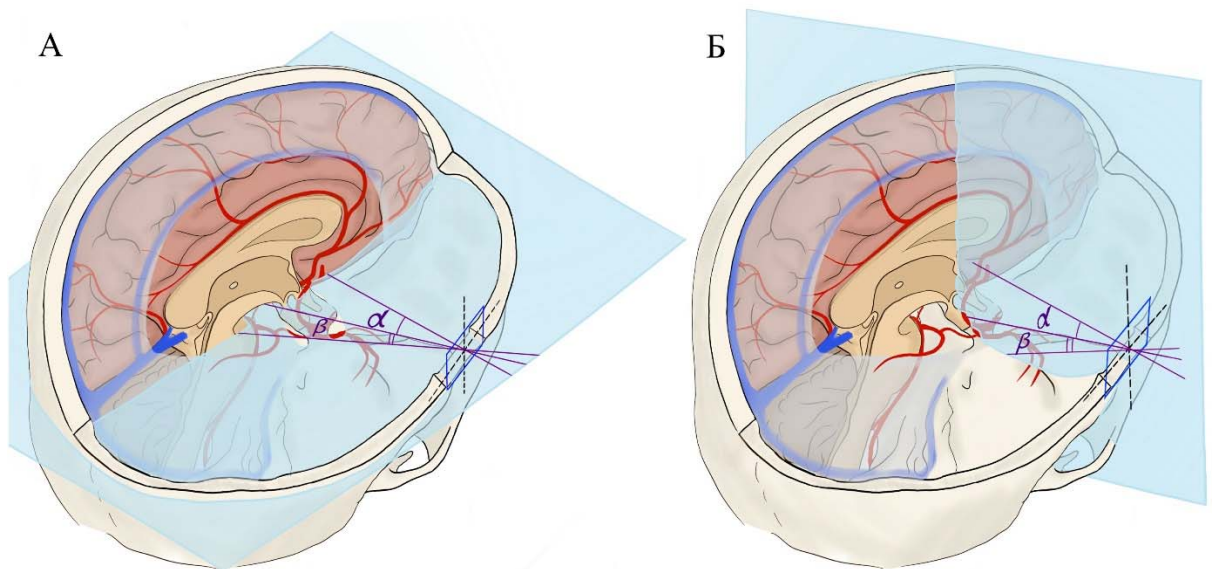


Рисунок 4.3 – Птериональный keyhole-доступ. А – аксиальная плоскость, Б – смещенная коронарная плоскость

По каждому из четырех направлений вычислена разница между показателем визуализации эндоскопа и аналогичным показателем для микроскопа по формуле:

$$A^{\circ 1} - A^{\circ 2}, \quad (4.2)$$

где $A^{\circ 1}$ – угол между центральной осью и пределом зоны видимости или хирургической свободы эндоскопа, $A^{\circ 2}$ – тот же показатель для микроскопа.

Результаты вычисления представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Количественное преимущество визуализации эндоскопической оптикой над операционным микроскопом в условиях петрионального keyhole-доступа

№	Коронарная плоскость				Аксиальная плоскость			
	Зона видимости		Зона хирургической свободы		Зона видимости		Зона хирургической свободы	
	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (кпереди)	β° (кзади)	α° (кпереди)	β° (кзади)
1	0,27°	6,76°	0,2°	4,72°	5,92°	9,56°	5,9°	9,3°
2	4,6°	11,8°	4,1°	7,3°	0,5°	23,35°	0,2°	22,8°
3	5,3°	8,7°	4,3°	6,8°	0,8°	19,8°	0,8°	19,7°
4	9,1°	2,3°	5,9°	0,2°	1,03°	5,83°	0,76°	5,6°
5	2,2°	4,6°	0,2°	2°	1,15°	3,8°	1,1°	1,4°
6	5,6°	5,47°	4,9	5,4°	6,24°	9,93°	5,9°	9,4°
7	0,53°	5,45°	0,25°	5,36°	13,97°	4,86°	12,9°	4,65°
8	0,5°	4,23°	0,38°	3,96°	6,37°	2,97°	5,85°	2,25°
9	6,3°	6,7°	4,8°	5,9°	5,7°	16,25°	5,7°	15,4°

По полученным данным наибольшее преимущество в визуализации с помощью эндоскопической ассистенции достигается в направлении петроклиальной области (до 23,35°), ниже диафрагмы турецкого седла (до 11,8°), в области за противоположной внутренней сонной артерии, а разница в эндоскопической и микроскопической визуализации в ростральном и фронтальном направлениях практически несущественна за исключением одного случая, где опухоль располагалась своей большей порцией в передней черепной ямке и выше сильвиевой щели. Разница между пространством, контролируемым с помощью угловой эндоскопической оптики и пространством, видимым в операционный микроскоп, существенно больше, чем при описанном выше транскаллезном доступе, при этом в основном расширяется не только зона видимости, но и зона

хирургической свободы. Зависимость между шириной угла обзора при помощи эндоскопа и степенью распространения объемного процесса в этом же направлении сохраняется ($p < 0,05$ для всех направлений), также в случае птерионального keyhole-доступа появляется ожидаемая зависимость ширины зоны видимости и зоны хирургической свободы от объема патологического процесса ($p < 0,05$). Не выявлено зависимости между размером краниотомии и размером дополнительного пространства, визуализированного эндоскопом ($p > 0,05$).

В таблице 4.5 приведены показатели разности зоны видимости и зоны хирургической свободы для эндоскопа и операционного микроскопа в зависимости от направления. Здесь видно более выраженное ограничение пространства, в котором можно безопасно манипулировать инструментами по отношению к зоне видимости эндоскопа, особенно в задненижнем направлении.

Таблица 4.5 – Разница между зоной видимости и хирургической свободы в пределах одного операционного поля для птерионального keyhole-доступа

№	Микроскоп				Эндоскоп			
	коронарная		аксиальная		коронарная		аксиальная	
	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (кпереди)	β° (кзади)	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (кпереди)	β° (кзади)
1	0,02°	2,66°	0°	0,44°	0,09°	4,7°	0,02°	0,7°
2	0°	0,6°	0,2°	1,05°	0,5°	5,1°	0,5°	1,6°
3	0,4°	0,6°	1,5°	1,2°	1,4°	2,5°	1,5°	1,1°
4	1,2°	0°	0,61°	0,45°	4,4°	2,1°	0,88°	0,68°
5	0,3°	0°	0,6°	0,8°	2,3°	2,6°	0,65°	3,2°
6	0°	0,3°	0,2°	0,12°	0,7°	0,37°	0,54°	0,65°
7	0,02°	0,35°	0,4°	0,11°	0,3°	0,44°	1,47°	0,32°
8	0,16°	0°	0,08°	0,08°	0,04°	0,27°	0,6°	0,8°
9	0,5°	0,2°	0,9°	1,1°	1,7°	2,65°	1,7°	0,8°

4.2.3 Супраорбитальный keyhole-доступ

Средняя площадь краниотомии в серии супраорбитальных keyhole-доступов составила 8,9 см² (от 8,3 до 12,1 см²), как и в контрольной группе (9,08 см²), $p > 0,05$. Размер зависит от размера черепа, поскольку краниотомия выполняется в пределах костных ориентиров. Техника выполнения подробно изложена в главе 2 («Материалы и методы»).

Оценка конфигурации опухолей выполнена по методике, описанной выше. Как правило, супраорбитальный доступ выбирается для новообразований, расположенных супраселлярно, с латерализацией и смещением критически важных структур вверх и кзади. Иная конфигурация будет скорее противопоказанием к такой тактике. В исследуемой группе все объемные процессы, оперированные из супраорбитального keyhole-доступа, были расположены супраселлярно и кпереди от ХСО, имели четкую латерализацию с распространением в сторону ипсилатеральной Сильвиевой щели и иногда ниже по дну средней черепной ямки, менее выраженно заходя за контрлатеральную внутреннюю сонную артерию. У пациентов со стебельными краниофарингиомами (все 4), вошедших в эту группу, отмечалось полное разрушение дна третьего желудочка, тогда как ни одна из 4 холестеатом и 3 аденом гипофиза не разрушали структур хиазмально-селлярной области, смещая их кзади и вверх. Для супраорбитального доступа потенциально труднодоступными зонами являются межножковая цистерна, верхние отделы третьего желудочка, пространство позади малого крыла клиновидной кости и латеральнее противоположной внутренней сонной артерии. Распространенность объемных образований в основных направлениях отражена количественно в таблице 3 приложения А.

Были выполнены измерения углов зоны видимости и зоны хирургической свободы в двух взаимоперпендикулярных плоскостях, центрированных по отношению к плоскости краниотомии и включающих ее центральную ось. Для супраорбитального доступа это смещенная коронарная и аксиальная плоскости, причем центральная ось проходит по верхнему краю спинки турецкого седла, иногда немного кпереди (Рисунок 4.4).

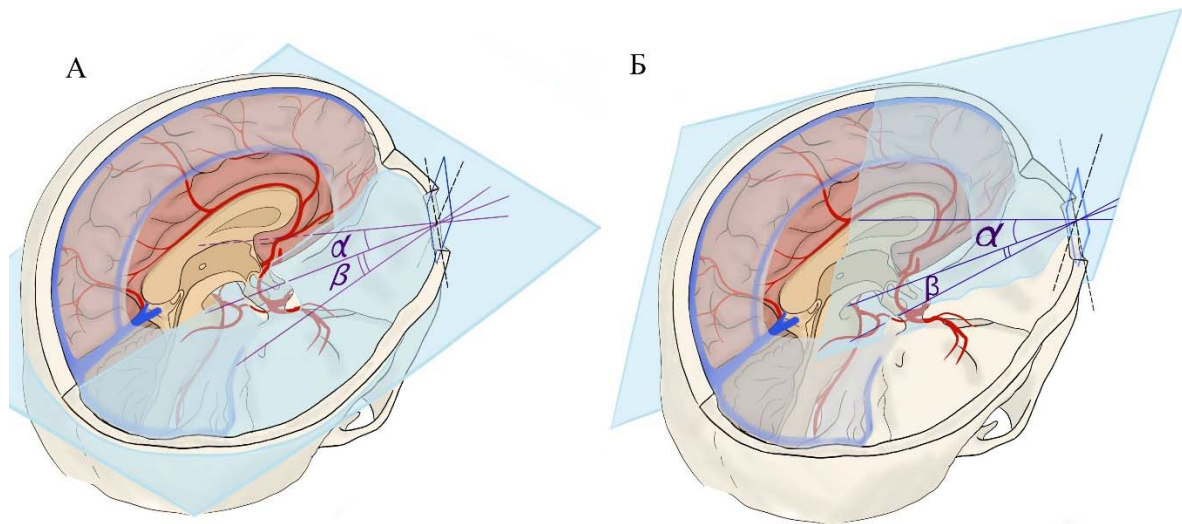


Рисунок 4.4 – Супраорбитальный keyhole-доступ. Направления, в которых измерена зона видимости и зона хирургической свободы: А – аксиальная плоскость, Б – смещенная сагиттальная плоскость

По каждому из четырех направлений вычислена разница между показателем визуализации эндоскопа и аналогичным показателем для микроскопа по формуле:

$$A^{\circ 1} - A^{\circ 2}, \quad (4.4)$$

где $A^{\circ 1}$ – угол между центральной осью и пределом зоны видимости или хирургической свободы эндоскопа, $A^{\circ 2}$ – тот же показатель для микроскопа.

Результаты вычисления представлены в таблице 4.6.

Угловая эндоскопическая оптика позволила расширить область визуализации во всех направлениях, однако наиболее значительное преимущество получено в медиальном направлении, то есть дальше средней линии и за контрлатеральную внутреннюю сонную артерию (до $8,45^{\circ}$), вдоль основания противоположной средней черепной ямки (до $17,9^{\circ}$), а также книзу, ниже уровня диафрагмы турецкого седла и кзади от его спинки (до $6,84^{\circ}$). Сохраняется зависимость ширины угла поля зрения эндоскопа от степени распространения опухоли в этом же направлении ($p < 0,05$ для всех направлений).

Зависимости между размером краниотомии и размером дополнительного пространства, визуализированного эндоскопом не обнаружено ($p > 0,05$). При этом полученное за счет эндоскопа дополнительное пространство для хирургических манипуляций оказалось существенно (до 2 раз) меньше дополнительного визуализированного пространства. Эти различия отображены в таблице 4.7.

Таблица 4.6 – Количественное преимущество визуализации эндоскопической оптикой над операционным микроскопом в условиях супраорбитального keyhole-доступа

№	Сагиттальная плоскость				Аксиальная плоскость			
	Зона видимости		Зона хирургической свободы		Зона видимости		Зона хирургической свободы	
	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (медиа-льно)	β° (латера-льно)	α° (медиа-льно)	β° (латера-льно)
1	0,4°	5,06°	0°	2,4°	6,14°	3,59°	5,2°	1,28°
2	0,2°	4,16°	0,1°	2,3°	6,15°	3,6°	5,3°	1,3°
3	7,13°	6,68°	4,07°	4,72°	8,45°	4,98°	4,78°	4,19°
4	7,4°	4,85°	5,16°	4,33°	4,85°	6,62°	4,76°	5,3°
5	4,1°	2,59°	0,02°	2,58°	5,5°	2,44°	3,18°	1,65°
6	2,56°	3,89°	2,54°	2,64°	0,5°	5,19°	0°	4,3°
7	2,1°	6,84°	0,73°	5,08°	1,84°	17,9°	1,82°	14,2°
8	0,8°	6,52°	0,8°	4,69°	5,76°	2,78°	4°	2,5°
9	4,8°	5,92°	1,5°	4,42°	8,37°	3,8°	6,05°	4,5°
10	1,73°	7,5°	1,25°	6,6°	4,58°	7,5°	4,3°	6,6°
11	0,45°	4,9°	0°	4,3°	7,5°	3,91°	6,4°	3,4°
12	10,6°	6,65°	9,8°	6,1°	5,5°	3,89°	5°	3,2°
13	6,8°	6,5°	5,8°	5,75°	8,6°	4,9°	7,75°	4,2°
14	7,5°	5,9°	6,6°	5,6°	4,8°	5,3°	4,85°	6,62°

Таблица 4.7 – Разница между зоной видимости и хирургической свободы в пределах одного операционного поля для супраорбитального keyhole- доступа

№	Микроскоп				Эндоскоп			
	Сагиттальная		Аксиальная		Сагиттальная		Аксиальная	
	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (медиа-льно)	β° (латера-льно)	α° (выше спинки турецкого седла)	β° (ниже спинки турецкого седла)	α° (медиа-льно)	β° (латера-льно)
1	0°	0,14°	0,65°	0°	2,8°	0,4°	1,59°	2,31°
2	0°	1,04°	0,65°	0°	2,9°	0,1°	1,5°	2,3°
3	1,28°	0,72°	1,37°	3,01°	2,68°	4,34°	5,04°	3,8°
4	0,23°	0,52°	1,57°	3,06°	0°	2,47°	1,48°	1,74°
5	0°	0,73°	0,72°	0,15°	0,74°	4,08°	3,04°	0,94°
6	0,69°	0,44°	0°	0,21°	1,69°	0,71°	0,5°	1,1°
7	0,8°	0°	1,84°	1,21°	1,76°	2,17°	1,86°	4,91°
8	0,5°	1,07°	0°	0,17°	2,9°	0,5°	1,76°	0,45°
9	0,7°	2,31°	0,02°	2,2°	0,63°	4°	2,34°	1,5°
10	0,2°	0,3°	0,07°	0°	1,2°	0,68°	0,35°	0,9°
11	0°	0,1°	0°	0,05°	0,7°	0,45°	1,1°	0,56°
12	0,4°	0,2°	0,3°	0,24°	0,75°	1,2°	0,8°	0,93°
13	0,3°	0,8°	1,2°	2,1°	2,8°	4,5°	4,8°	4,65°
14	0,7°	0,5°	1,4°	1,9°	3,25°	2,25°	1,6°	1,9°

Очевидное преимущество эндоскопической ассистенции в визуализации операционного пространства часто нивелируется невозможностью свободных манипуляций в значительной части этого дополнительного пространства. Для супраорбитального доступа эта разница особенно существенна именно в направлениях, труднодоступных для операционного микроскопа: заглянуть в гипофизарную ямку, за спинку турецкого седла, в сторону противоположной средней черепной ямки удастся лучше, чем что-либо сделать в этих областях двумя микрохирургическими инструментами.

4.3 Резюме

Применение эндоскопической ассистенции при транскраниальной keyhole-хирургии объемных образований переднего основания головного мозга в значительной степени дополняет операционный микроскоп, расширяя видимое операционное пространство. Это происходит благодаря лучшему освещению и большей глубине резкости изображения, полученного с эндоскопической оптикой. Особенно ценным преимуществом является более качественная визуализация малодоступных операционному микроскопу участков операционного пространства, а также возможность выполнять несложные манипуляции вроде гемостаза или аспирации мягких частей опухолей в этих областях.

Эффективность эндоскопической ассистенции не зависит от размера краниотомии – в рассмотренных группах различия между размерами визуализированного эндоскопом пространства были существенно больше, чем разница размеров краниотомий, достоверной корреляции не выявлено ($p > 0,05$). Прямое влияние на эффективность эндоскопической ассистенции оказывает объем новообразования и его неправильная форма: чем больше распространение в соседнюю анатомическую область, тем большее преимущество получено в визуализации операционной области эндоскопом ($p < 0,05$ для всех направлений). Также выявлена прямая зависимость размеров дополнительного пространства визуализации от объема опухоли ($p < 0,05$) для супраорбитального и птерионального доступов, в транскаллезном доступе такой зависимости нет

($p > 0,05$). В транскаллезном доступе получено значительное преимущество лишь при визуализации эндоскопической оптикой в переднем направлении и в направлении Сильвиева водопровода. В супраорбитальном и птериональном доступе эндоскопическая визуализация позволила расширить как видимую область во всех направлениях, так и зону, доступную хирургическим манипуляциям. По-видимому, причиной является меньшее количество препятствий для обзора области операции при транскаллезном доступе – в этом случае нет затруднения со стороны основания черепа, а свободу хирургических манипуляций ограничивает в основном размер каллезотомии и отверстия Монро.

В исследуемой группе не возникло никаких интраоперационных осложнений, которые были бы связаны с применением дополнительного метода визуализации, однако известно, что при работе под эндоскопическим контролем в глубинных отделах головного мозга есть риски повреждения структур, оставшихся в «слепой зоне» позади эндоскопа. Вместе с тем в большинстве случаев именно эндоскопическая визуализация позволила обнаружить остаток опухоли, получить более уверенный гемостаз.

Таким образом, эндоскопическая ассистенция во многом может расширить возможности хирурга при транскраниальных доступах через keyhole-краниотомию, особенно при рациональном планировании ее применения: уже при анализе исходных нейровизуализационных данных можно точно ответить, насколько применение этой методики будет полезно в ходе операции.

В хирургии опухолей основания головного мозга, как и вообще в хирургии опухолей, работа происходит в условиях значительно измененной, деформированной анатомии, что представляет одну из основных сложностей таких операций. Чтобы ориентироваться в условиях деформации и смещения привычных структур, необходимо знать их нормальные взаимоотношения и на основании нейровизуализационных данных конкретного пациента проанализировать, каким образом заболевание изменило строение основания головного мозга. В этой связи имеет смысл представлять, как выглядят нормальные анатомические взаимоотношения структур основания головного мозга. Если вид в операционный

микроскоп уже привычен глазу, то картина, полученная с помощью угловой эндоскопической оптики, может несколько дезориентировать хирурга в ране даже при небольшой деформации анатомических ориентиров.

Следующая глава призвана сопоставить вид раны в операционном микроскопе и угловой эндоскопической оптике (30°) в условиях измененной анатомии при хирургическом лечении новообразования основания головного мозга с изображениями нормальных анатомических взаимоотношений структур той же области, полученных с помощью диссекции кадаверного материала под контролем углового эндоскопа (30°).

Глава 5 Эндоскопическая анатомия основных keyhole-доступов к объемным образованиям переднего основания головного мозга

5.1 Чресбровный супраорбитальный keyhole-доступ

По мере продвижения по базальным ликворным пространствам последовательно открываются ипсилатеральные зрительный нерв и внутренняя сонная артерия, глазодвигательный нерв (Рисунок 5.1).

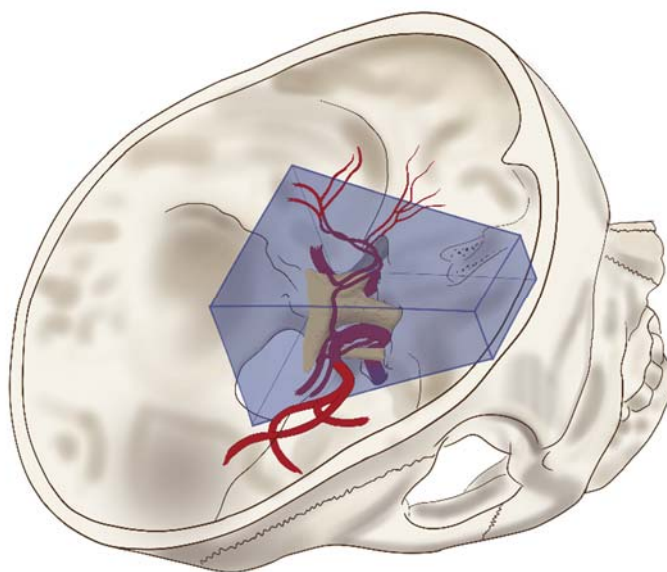


Рисунок 5.1 – Проекция супраорбитального хирургического коридора

После вскрытия хиазмальной цистерны появляется возможность свободно осмотреть передние отделы Виллизиева круга. Для доступа к стеблю гипофиза, к базилярной артерии можно использовать либо оптико-каротидный треугольник, либо между двумя зрительными нервами вскрыть межножковую цистерну (см. ниже). Нормальное расположение структур, видимых с помощью эндоскопической оптики (30°) обозначено на рисунках 5.2 и 5.3 (фотографии диссекции кадаверного материала).

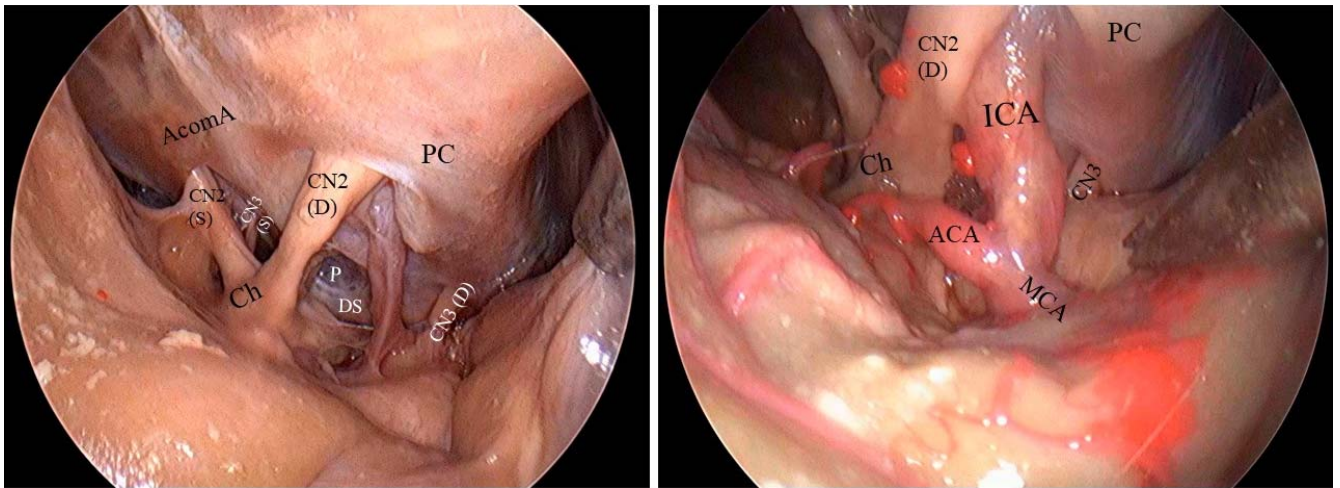


Рисунок 5.2 – Правосторонний супраорбитальный доступ к основанию головного мозга, нормальное анатомическое соотношение (диссекция) ((S) – слева, (D) – справа, зрительный нерв – CN2, хиазма зрительных нервов – Ch, глазодвигательный нерв – CN3, внутренняя сонная артерия – ICA, передняя мозговая артерия – ACA, передняя соединительная артерия – AcomA, средняя мозговая артерия – MCA, гипофиз – P, передний наклоненный отросток – PC, спинка турецкого седла – DS)

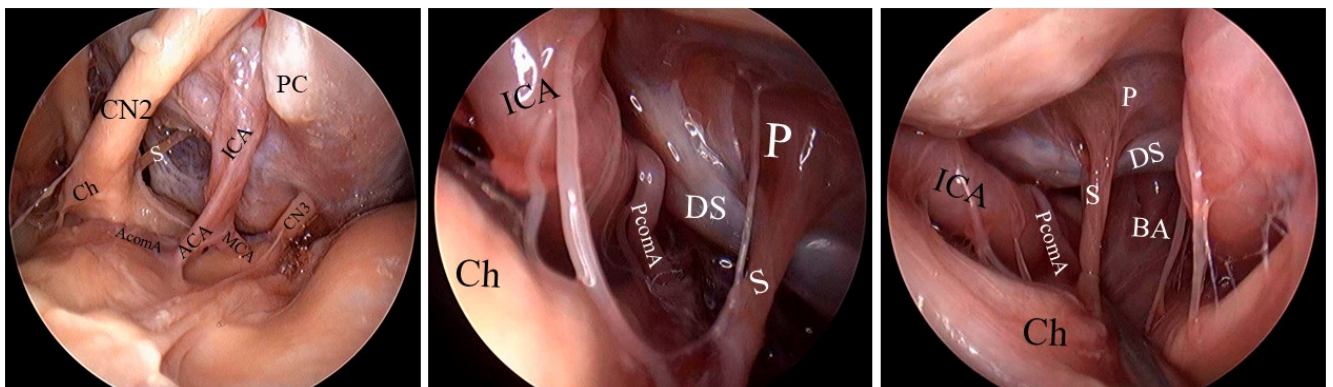


Рисунок 5.3 – С помощью угловой эндоскопической оптики визуализирована область турецкого седла и кзади вплоть до базилярной артерии ((S) – слева, (D) – справа, обонятельный нерв – CN1, зрительный нерв – CN2, хиазма зрительных нервов – Ch, глазодвигательный нерв – CN3, блоковый нерв – CN4, отводящий нерв – CN6, внутренняя сонная артерия – ICA, офтальмическая артерия – Aoph, передняя мозговая артерия – ACA, передняя соединительная артерия – AcomA, средняя мозговая артерия – MCA, задняя соединительная артерия – PcomA, задняя мозговая артерия – PCA, базилярная артерия – BA, стебель гипофиза – S, гипофиз – P, передний наклоненный отросток – PC, спинка турецкого седла – DS, мембрана Лилиеквиста – LM, мамиллярные тела – CM, передняя ворсинчатая артерия – ACh, водопровод – Aq).

Даже в относительно узких ликворных пространствах без деформации объемным процессом по мере эвакуации ликвора открывается достаточное для основных манипуляций пространство. В сочетании с качественным изображением видеоэндоскопа и фактически бесконечной глубиной резкости удается существенно расширить поле зрения в рамках keyhole-доступа (Рисунок 5.4).

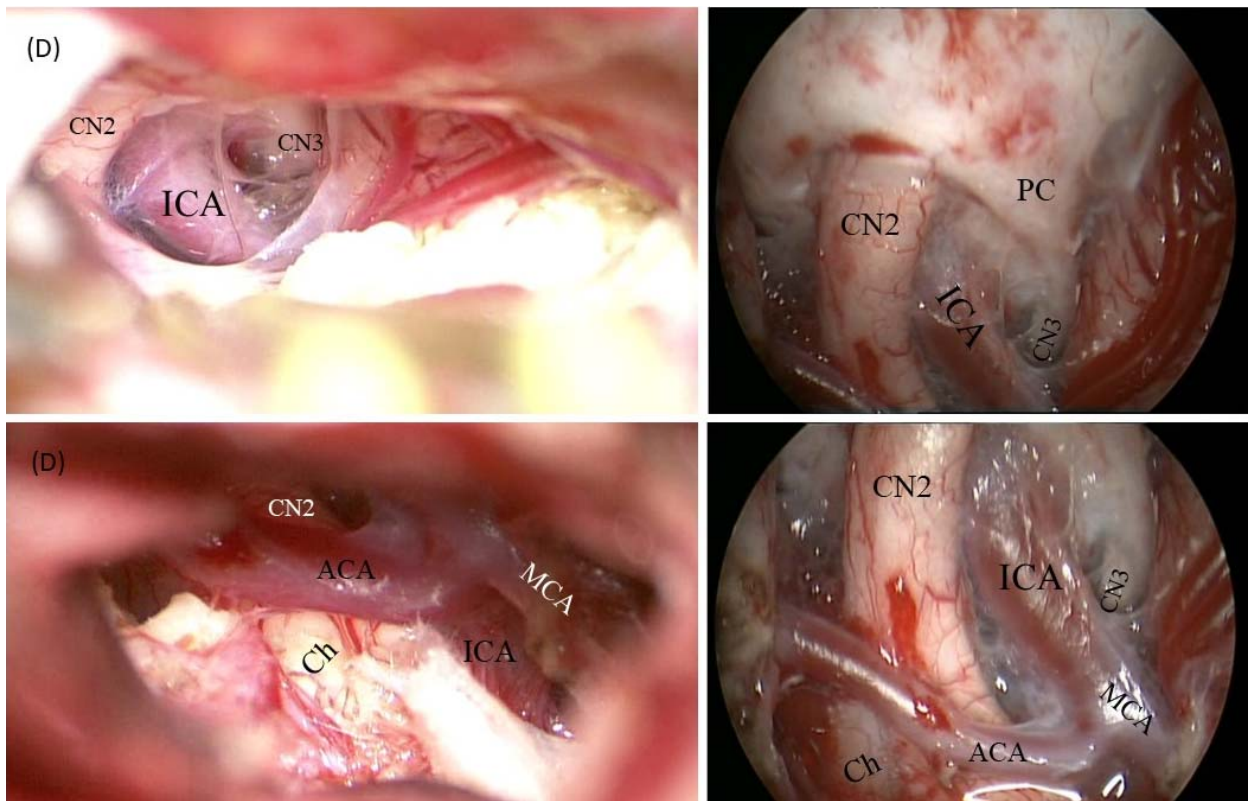


Рисунок 5.4 – Зона видимости операционного микроскопа (слева) и угловой эндоскопической оптики (справа) после удаления холестеатомы XCO и лобно-базальной области справа. ((S) – слева, (D) – справа, зрительный нерв – CN2, хиазма зрительных нервов – Ch, глазодвигательный нерв – CN3, внутренняя сонная артерия – ICA, офтальмическая артерия – Aoph, передняя мозговая артерия – АСА, средняя мозговая артерия – МСА, передний наклоненный отросток – РС).

5.2 Птериональный keyhole-доступ

Мини-птериональный доступ может быть смещен в зависимости от необходимости диссекции Сильвиевой щели, субтемпорального коридора, вовлечения лобной доли в патологический процесс. В нашей серии исследованы опухоли основания головного мозга, поэтому актуальный вариант мини-птерионального доступа подразумевал диссекцию передних отделов Сильвиевой щели и возможность мобилизации височной доли от основания средней черепной ямки под действием силы тяжести (Рисунок 5.5).

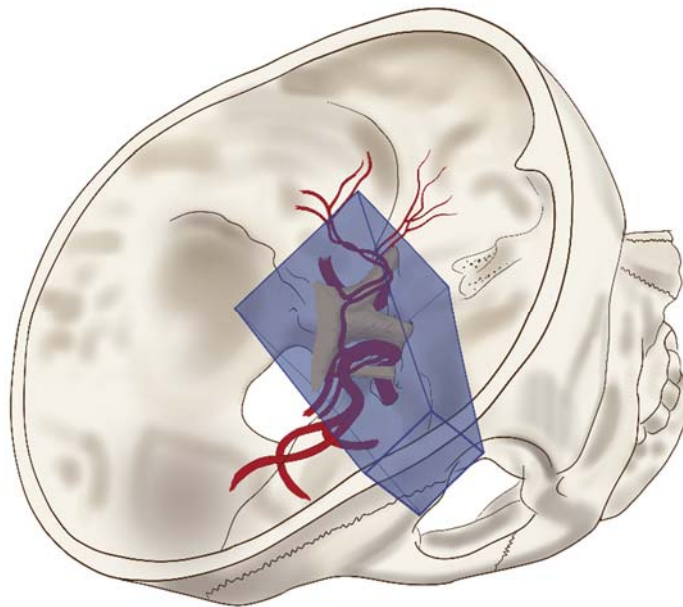


Рисунок 5.5 – Проекция птерионального доступа в уменьшенном виде

В условиях нормальной анатомии (кадаверная диссекция) при опорожнении ликворных пространств также удается получить достаточное пространство для манипуляций (Рисунок 5.6).

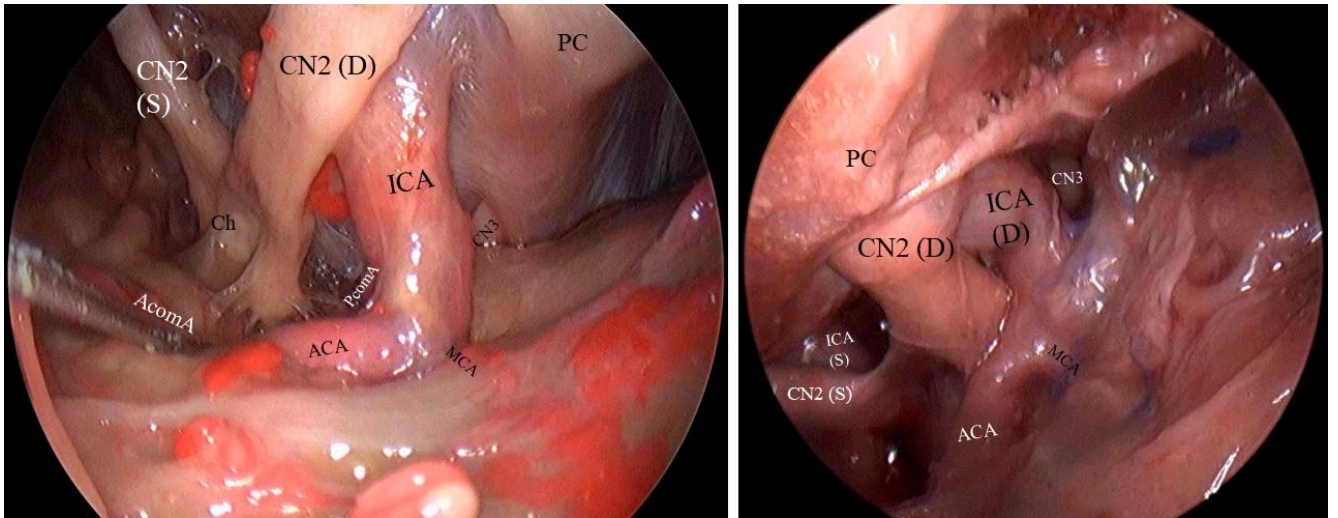


Рисунок 5.6 – Эндоскопическая картина птерионального хирургического коридора в условиях нормальной анатомии (зрительный нерв – CN2, хиазма зрительных нервов – Ch, глазодвигательный нерв – CN3, внутренняя сонная артерия – ICA, передняя мозговая артерия – ACA, передняя соединительная артерия – AcomA, средняя мозговая артерия – MCA, задняя соединительная артерия – PcomA, задняя мозговая артерия – PCA, базилярная артерия – BA, стебель гипофиза – S, гипофиз – P, передний наклоненный отросток – PC, спинка турецкого седла – DS).

В условиях же хирургического вмешательства по поводу объемного образования по мере удаления патологической ткани создается рабочее пространство значительно большего объема. При этом образуется пространство неправильной формы с наличием полостей, которые могут быть недостаточно освещены и визуализированы с помощью операционного микроскопа.

Клиническое наблюдение

Девочка 5 лет с клинической картиной диэнцефального синдрома, зрительных и глазодвигательных нарушений, правосторонним негрубым гемипарезом. Данные МРТ: гигантская стебельная краниофарингиома с выраженной латерализацией влево с распространением в среднюю черепную ямку (Рисунок 5.7).

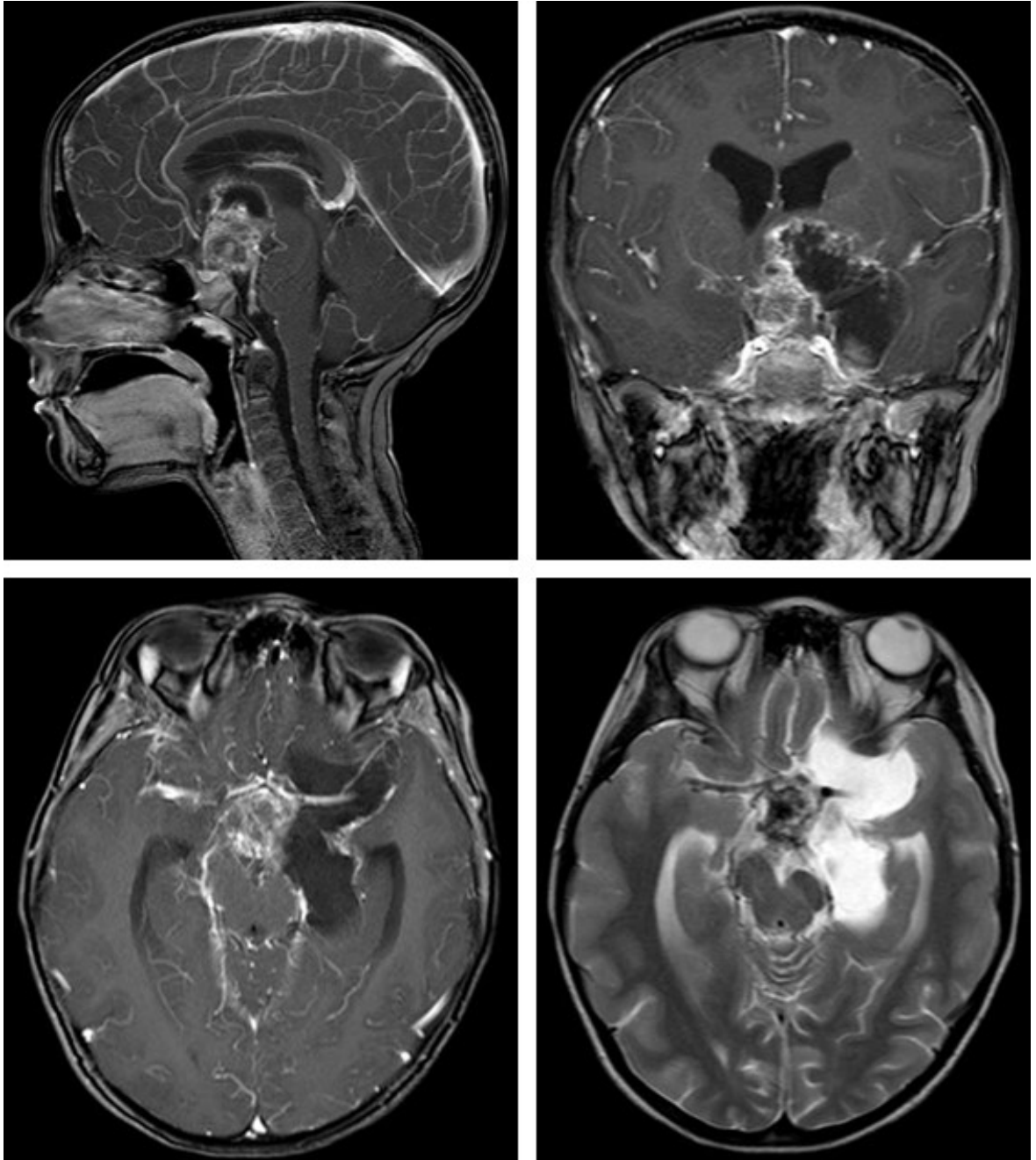


Рисунок 5.7 – Данные МРТ девочки 5 лет с краниофарингиомой: выраженная латерализация влево с распространением в среднюю черепную ямку

Принято решение о выполнении микрохирургического удаления краниофарингиомы из мини-птерионального доступа слева с эндоскопической ассистенцией. Вид птерионального доступа (площадь краниотомии 12,1 см²) из операционного микроскопа представлен на рисунке 5.8.

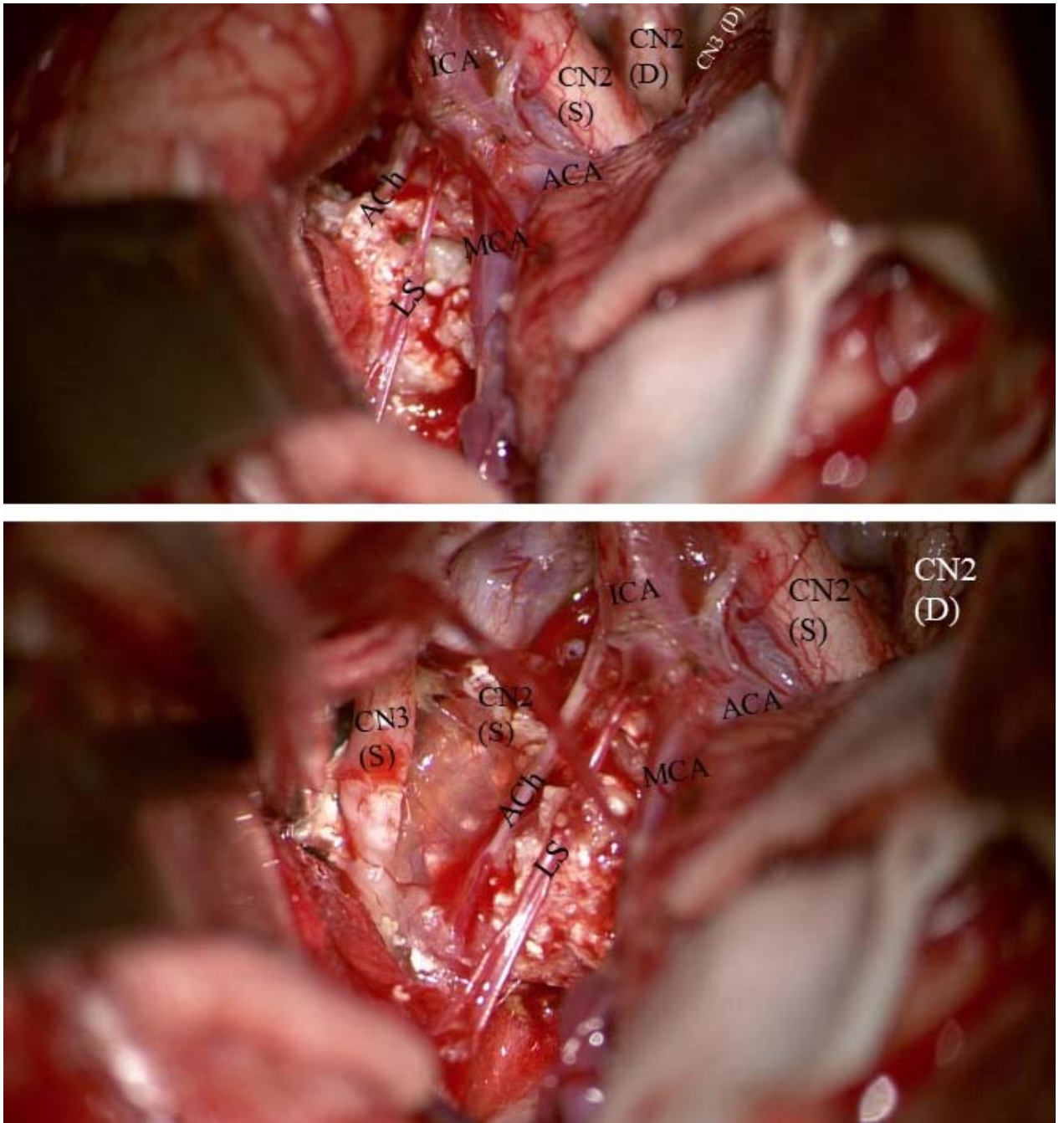


Рисунок 5.8 – Вид птерионального доступа (площадь краниотомии 12,1 см²) из операционного микроскопа. ((S) – слева, (D) – справа, зрительный нерв – CN2, хиазма зрительных нервов – Ch, глазодвигательный нерв – CN3, блоковый нерв – CN4, отводящий нерв – CN6, внутренняя сонная артерия – ICA, офтальмическая артерия – Aoph, передняя мозговая артерия – ACA, средняя мозговая артерия – MCA, стебель гипофиза – S, передняя ворсинчатая артерия – ACh, лентиклостриарная артерия – LS).

По мере удаления краниофарингиомы открываются цистерны, становится возможным дифференцировать и сохранять сосудистые и нервные структуры. Для визуального контроля в области межножковой цистерны, вдоль основания средней черепной ямки, где освещения микроскопа может быть недостаточно, применяется угловая эндоскопическая оптика (Рисунок 5.9).

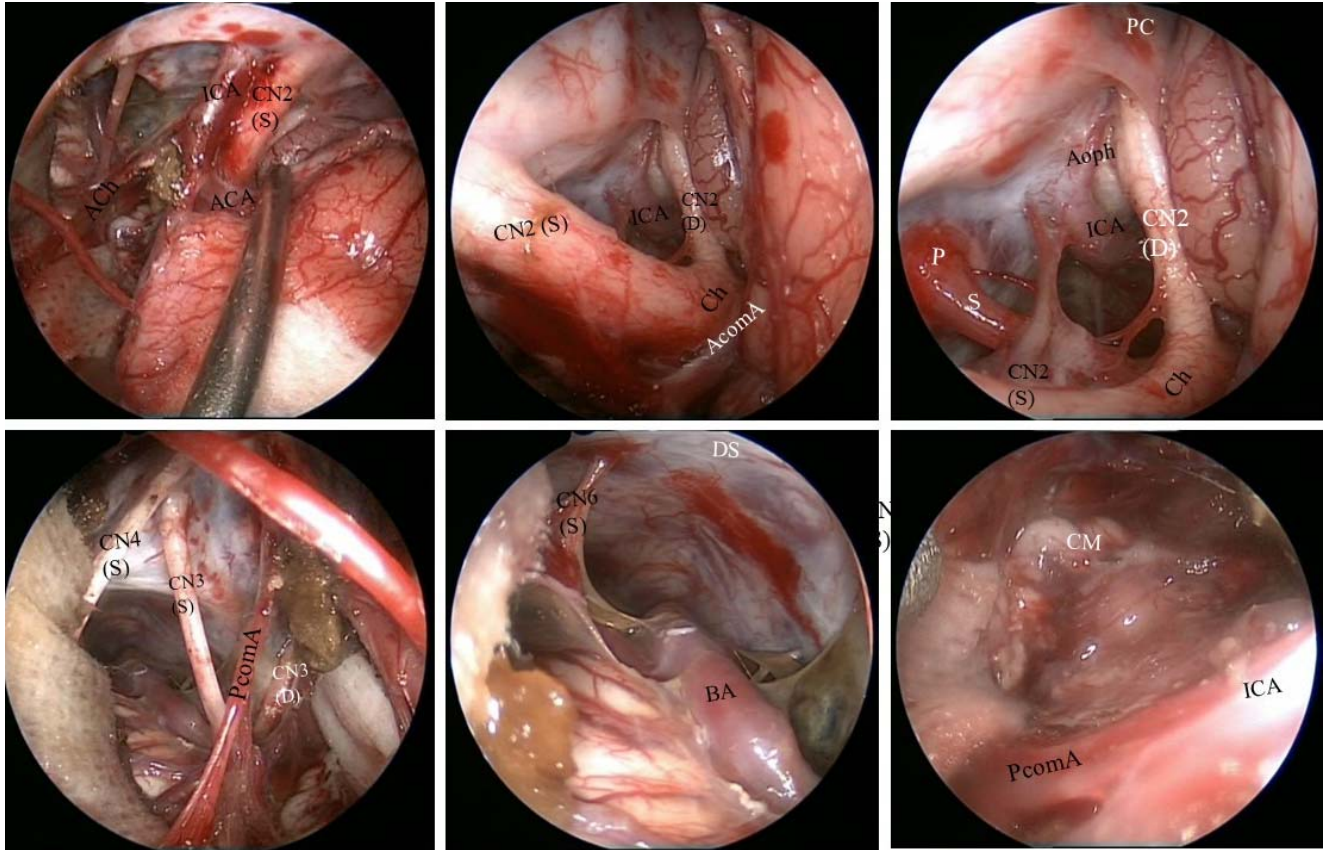


Рисунок 5.9 – Эндоскопический обзор операционного пространства для оценки радикальности удаления краниофарингиомы, контроля гемостаза и сохранности функционально значимых структур. ((S) – слева, (D) – справа, зрительный нерв – CN2, хиазма зрительных нервов – Ch, глазодвигательный нерв – CN3, блоковый нерв – CN4, отводящий нерв – CN6, внутренняя сонная артерия – ICA, офтальмическая артерия – Aoph, передняя мозговая артерия – ACA, средняя мозговая артерия – MSA, задняя соединительная артерия – PcomA, задняя мозговая артерия – PCA, базилярная артерия – BA, мамиллярные тела – CM, передняя ворсинчатая артерия – ACh).

Благодаря возможностям эндоскопической визуализации удается рассмотреть структуры, находящиеся вне зоны досягаемости микроскопа, включая контрлатеральные черепные нервы, крупные сосуды. Однако стоит обратить

внимание, что при проведении камеры эндоскопа, например, в препонтинную цистерну, вне поля зрения остаются глазодвигательный и блоковый нерв, а также крупные артерии. В практическом смысле это означает невозможность безопасно ввести инструмент вслед за эндоскопом, в подобных ситуациях кончик инструмента необходимо держать в пределах поля зрения.

После верификации радикального удаления и контроля гемостаза с помощью эндоскопа операция завершена. Контрольные изображения КТ представлены на рисунке 5.10.

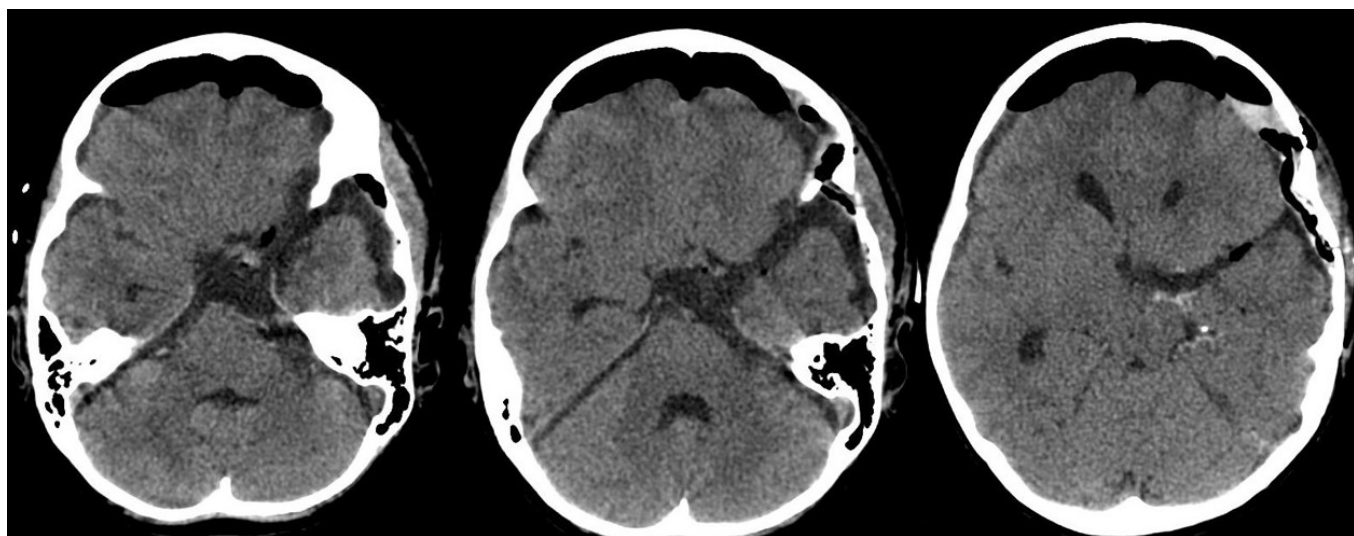


Рисунок 5.10 – Послеоперационный КТ-контроль: подтверждение радикальности удаления опухоли

5.3 Транскаллезный keyhole-доступ

Транскаллезный доступ позволяет обеспечить безопасную визуализацию области третьего желудочка и ХСО в направлении сверху вниз (Рисунок 5.11).

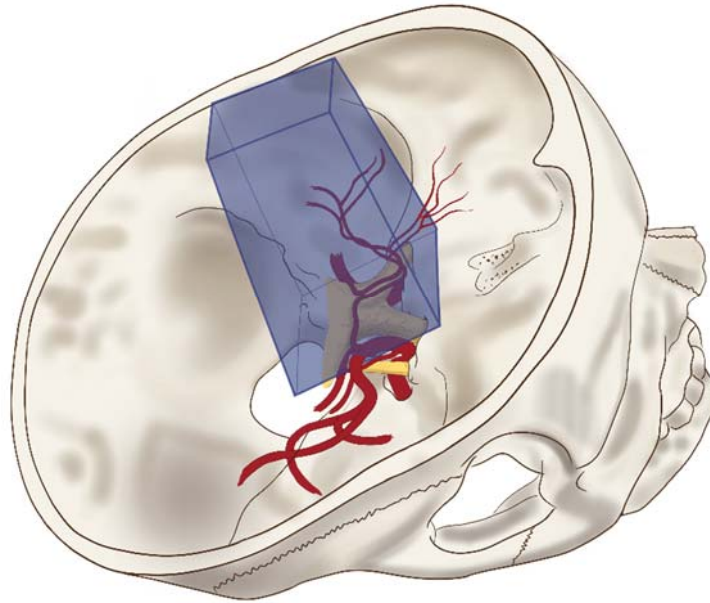


Рисунок 5.11 – Проекция транскаллезного хирургического коридора

Единственное, что, по сути, ограничивает свободу хирургических манипуляций и проникновение света от лампы микроскопа – отверстие Монро, даже при расширении в результате хронической гидроцефалии. Для транскаллезного хирургического коридора актуально расширение поля зрения в переднем и заднем направлениях, в том числе для оценки проходимости водопровода, осмотра структур ниже дна третьего желудочка, как правило, разрушенного опухолью. Эндоскопическая ассистенция позволяет заглянуть в этих направлениях без дополнительной травматизации отверстия Монро и сводов (Рисунки 5.12–5.13).

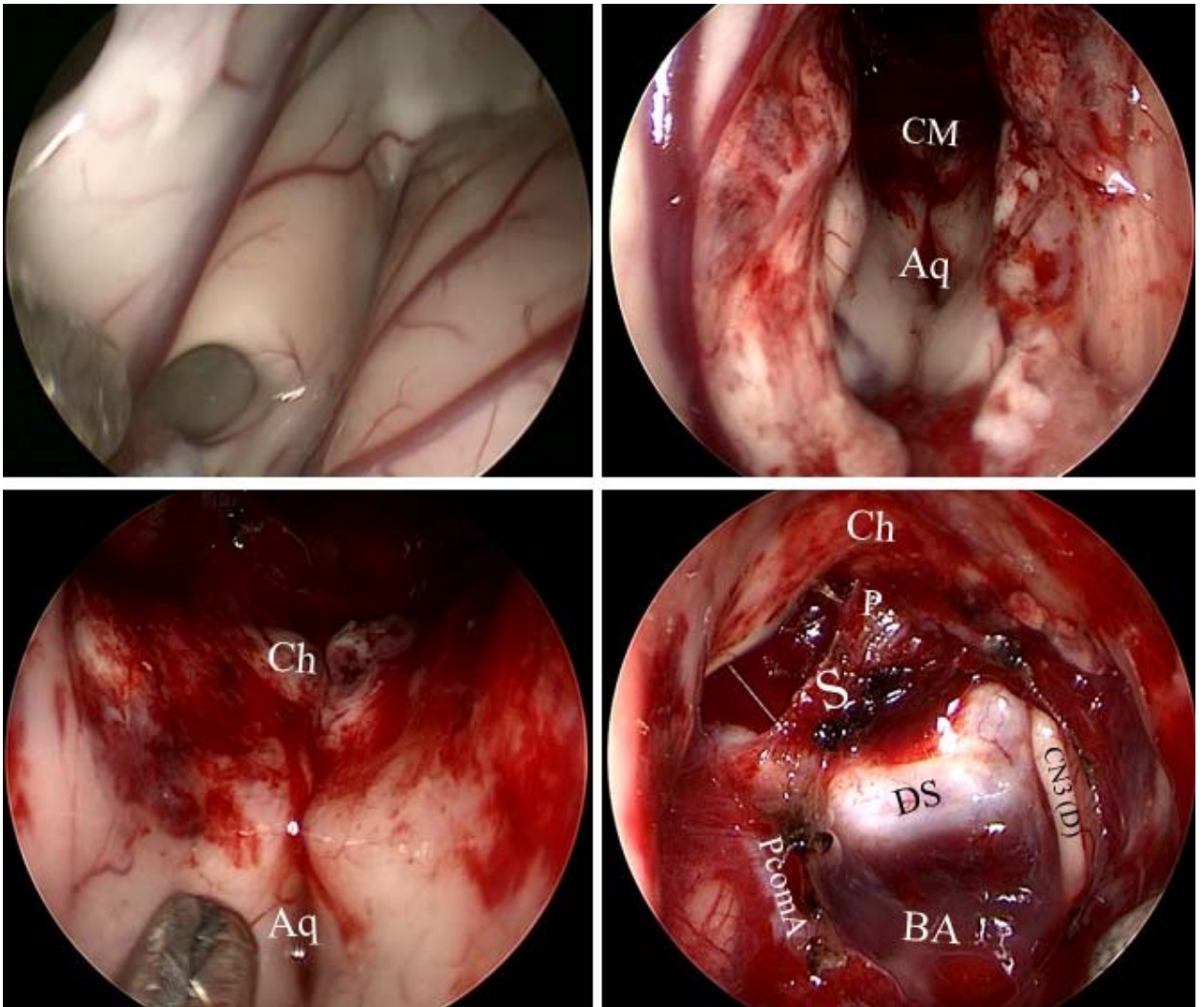


Рисунок 5. 12 – Вход в отверстие Монро и осмотр полости третьего желудочка с возможностью оценить проходимость Сильвиева водопровода, угловая эндоскопическая оптика. (хиазма– Ch, глазодвигательный нерв – CN3, задняя соединительная артерия – PcomA, задняя мозговая артерия – PCA, базилярная артерия – BA, стебель гипофиза – S, гипофиз – P, спинка турецкого седла – DS, мамилярные тела – CM, передняя водопровод – Aq).



Рисунок 5.13 – Сохранное и разрушенное дно третьего желудочка, визуализация угловой оптикой. (глазодвигательный нерв – CN3, базилярная артерия – BA, стебель гипофиза – S, спинка турецкого седла – DS, мембрана Лилиеквиста – LM, мамилярные тела – CM, водопровод – Aq)

Глава 6 Рекомендации по применению эндоскопической ассистенции

6.1 Выбор хирургического доступа к объемному образованию основания головного мозга

Ошибочно полагать, что хирургический доступ можно описать только лишь размером и расположением краниотомии, когда речь идет не о поверхностно расположенной структуре. Любой доступ имеет следующие определяющие характеристики: 1) объем и конфигурация «цели»; 2) расстояние от поверхностных структур (кости и мозговых оболочек) до цели; 3) возможная ширина «коридора» от поверхности до цели, которая может быть ограничена функционально значимыми зонами и структурами, костью основания черепа, выростами твердой мозговой оболочки; 4) траектория достижения цели и введения хирургических инструментов; 5) само трепанационное окно с размером и расположением, определенными предыдущими пунктами. Все параметры, кроме первых двух, влияют на послеоперационную морбидность, но модифицируются хирургом и должны быть либо сведены к максимально безопасным значениям, либо оправданы жесткими показаниями. Возможные способы минимизации такого рода травмы обсуждены ниже, а здесь мы обратим внимание на условие задачи: анатомическая конфигурация объемного образования и взаимоотношение с окружающими структурами, имеющийся и потенциальный неврологический дефицит.

Одним из аргументов в пользу выбора того или иного хирургического коридора является место исходного роста и направление распространения опухоли. Известно, например, что глиомы зрительных путей чаще всего односторонние, растущие из зрительного нерва или половины хиазмы, реже – из зрительного тракта. Краниофарингиомы у пациентов детского возраста чаще всего являются стебельными. По направлению распространения опухоли переднего основания головного мозга можно подразделить на селлярные, супраселлярные, латеральные (распространение в сильвиеву щель, по дну средней черепной ямки), ретроселлярные (распространение в межножковую и препонтинную цистерны), интравентрикулярные. Есть и комбинированные варианты, но смысл в том, что

основное направление роста опухоли определяет смещение окружающих структур и указывает на кратчайший хирургический коридор к объемному образованию.

Анатомия опухоли, ее отношение к расположенным рядом структурам напрямую определяет варианты возможных хирургических коридоров для удаления. Если опухоль переднего основания мозга смещает хиазму и передние отделы Виллизиева круга кзади и/или вверх, адекватен выбор переднего доступа (субфронтального коридора). Если опухоль расположена полностью ретрохиазмально, а хиазма и сосуды смещены кпереди или не смещены, субфронтальный доступ противопоказан [40]. Кроме того, при анализе нейровизуализационных данных скорее всего удастся найти самый длинный поперечный размер патологического образования, который будет определять траекторию доступа к опухоли (направление хирургического коридора) наряду с направлением смещения окружающих структур и местом исходного роста опухоли. В формировании хирургического коридора имеет значение и тракция тканей головного мозга, которая происходит не только с помощью инструмента, но и под действием силы тяжести. В этом контексте важным оказывается и положение пациента на операционном столе с учетом поворота и наклона головы: например, при выполнении супраорбитального доступа оптимальным положением является небольшой поворот головы в противоположную сторону с разгибанием шеи, так что плоскость краниотомии не параллельна полу, а верхний край орбиты имеет самое верхнее расположение. Таким образом выполняется пассивная (за счет силы тяжести) тракция лобной доли от основания черепа и от височной доли, давая возможность препарировать передние отделы боковой щели при необходимости.

Знание природы опухоли позволяет предположить место исходного роста даже гигантских новообразований. Важность этой информации нельзя недооценивать: на максимальном удалении от места исходного роста опухоль обычно более мобильна. Именно от максимально дальних от места исходного роста мест и надо начинать удаление (речь идет о больших опухолях, которые невозможно удалить без начального этапа внутренней декомпрессии). В качестве примера можно привести гигантские глиомы хиазмы. Во многих случаях эти

«почти симметричные на МРТ» большие новообразования на самом деле растут из одной половины хиазмы, поражая один зрительный нерв. Асимметричная офтальмологическая симптоматика указывает на сторону поражения. Выбирая хирургический коридор, хирург исходит в том числе из возможности быстрой идентификации здоровой части хиазмы и зрительного нерва. Зная, что в этом месте опухоль лишь отдавливает эти структуры, хирург может эффективно мобилизовать капсулу без риска повреждения важных структур. Область исходного роста остается к завершению операции, когда в ране будет больше свободного места и появится возможность осмотреть эту зону под разными углами.

Понимание структурных особенностей опухоли, особенностей ее кровоснабжения позволяет планировать способ ее удаления, включая самый первый этап – внутреннюю декомпрессию опухоли. Такой шаг позволит быстро достичь уменьшения внутричерепных объемов и обеспечить достаточное пространство для манипуляций в условиях ограниченного трепанационного окна. Наличие капсулы, арахноидальных мембран по периферии опухоли позволяет после внутренней декомпрессии эффективно перемещать периферические фрагменты капсулы и остатки опухоли в центральные отделы хирургической раны и делать их более доступными для манипуляций без тракции и непосредственного воздействия на мозговую ткань. Интактная арахноидея вокруг опухоли обеспечивает безопасную диссекцию проходящих через капсулу сосудов, их раннюю идентификацию и сохранение. Инфильтрация же арахноидеи приводит к образованию перипухолевых кист, опорожнив которые, можно получить дополнительное пространство на начальном этапе диссекции опухоли.

При возможных сопутствующих патологических состояниях (отек, гидроцефалия, дислокация, перипухолевые кисты) ожидаема потеря рабочего пространства за счет менее эффективной релаксации мозга при вскрытии ликворных пространств. При гидроцефалии имеется хороший вариант быстрого и эффективного уменьшения напряженности мозга и ускорения доступа с помощью вентрикулопункции. Более того, атрофичный за счет хронической водянки мозг после выведения ликвора обеспечивает увеличенные размеры хирургического

коридора даже при keyhole доступах.

Важнейший вопрос – цели и задачи операции. Считать целью операции только «удаление опухоли» – упрощенный взгляд на проблему. Нейрохирургия прошла огромный путь: если еще полвека назад основным критерием успеха операции была выживаемость, то сейчас успех хирургического лечения оценивается по функциональному исходу, возможности вести привычный образ жизни. Поэтому удаление опухоли «любой ценой» сегодня неприемлемая тактика. В обсуждении цели и ожидаемого результата хирургического лечения принимает активное участие пациент или его представители. Учитываются как природа опухоли, риски удаления, естественное течение заболевания, возможности адъювантной терапии, так и социальный статус пациента, его профессия, состояние здоровья, ожидаемая общая продолжительность жизни [152].

6.2 Применение эндоскопической ассистенции в доступах к опухолям основания головного мозга

Выбор хирургического коридора, как уже обсуждалось выше, основан на самой прямой и короткой дороге к опухоли, с учетом возможности эффективного увеличения рабочего пространства на первых минутах операции за счет эвакуации ликвора и вскрытия жидкостных полостей, в том числе опухолевых кист. В большинстве случаев хирургический коридор по траектории совпадает с самым длинным размером опухоли, то есть располагается «вдоль» нее. Крупный размер опухоли не является ограничением к применению keyhole-доступа при условии применения современного операционного микроскопа: рабочее пространство увеличивается по мере удаления опухоли, а степень свободы движений тем выше, чем глубже расположена область интереса (Рисунок 6.1).

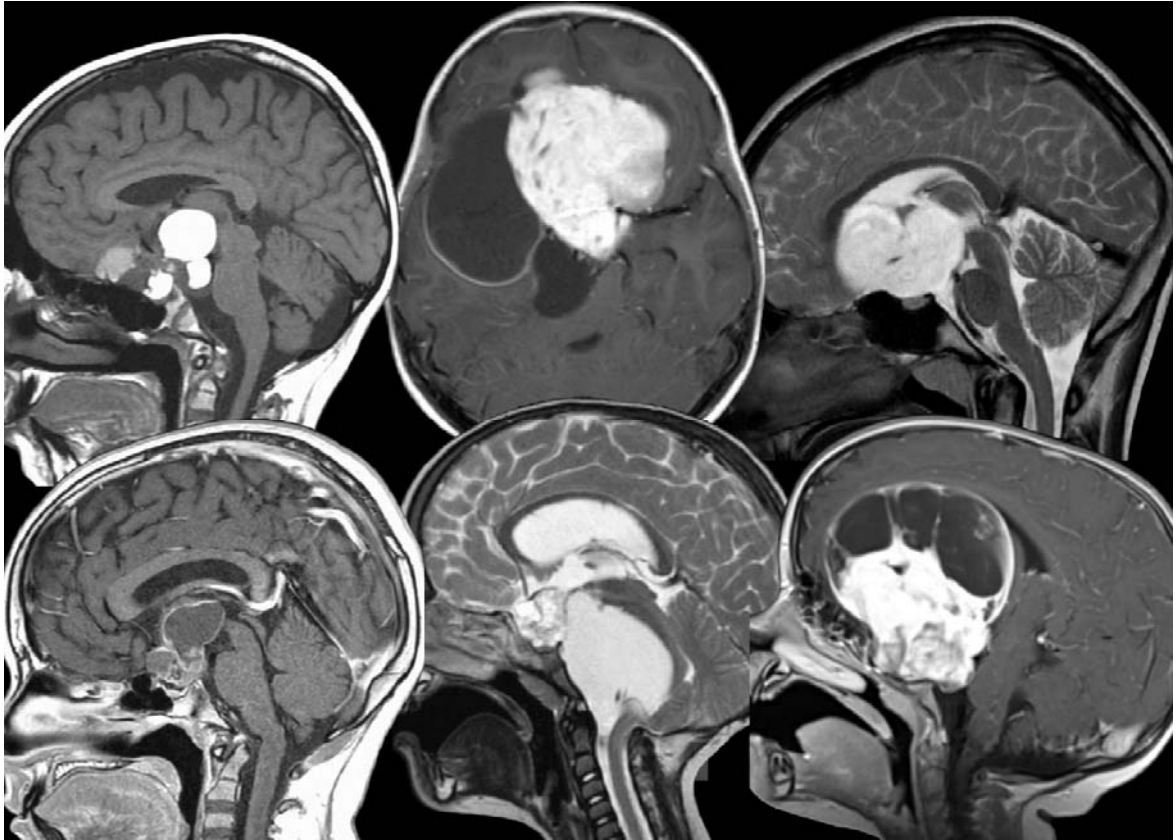


Рисунок 6.1 – Дооперационные МРТ головного мозга пациентов, оперированных из супраорбитального keyhole-доступа: ограниченный размер краниотомии не повлиял на выполнение запланированного объема резекции

Хирургические коридоры, построенные вдоль жестких структур вроде основания черепа, фалькса, намета мозжечка, имеют ограниченную видимость за счет рельефа этих жестких структур. Иногда удается добавить себе пространства для обзора и манипуляций за счет резекции переднего наклоненного отростка или рассечения фалькса. Некоторые анатомические структуры безопасно отодвинуть или резецировать невозможно, поэтому их расположение должно быть учтено при планировании операции: проблему решит либо коррекция траектории доступа, либо использование эндоскопической ассистенции. Для наглядной демонстрации анатомических факторов, определяющих выбор хирургического коридора, на схематические изображения основания черепа и головного мозга в трех ракурсах спроецированы опухоли из серии с эндоскопической ассистенцией, что позволит представить среднее расположение рабочего пространства и конфигурацию опухоли для рассмотренных в исследовании хирургических доступов.

Супраорбитальный хирургический коридор обеспечивает полный

визуальный контроль субфронтальной области со стороны доступа, супраселлярной области, при смещении или разрушении патологическим процессом дна третьего желудочка – сам третий желудочек и межножковую цистерну (Рисунок 6.2 А) Большая часть опухоли обычно расположена вдоль оси «краниотомия-верхний наклоненный отросток» (Рисунок 6.2 В), однако некоторые части как бы заворачивают за угол, оказываясь в области худшей видимости.

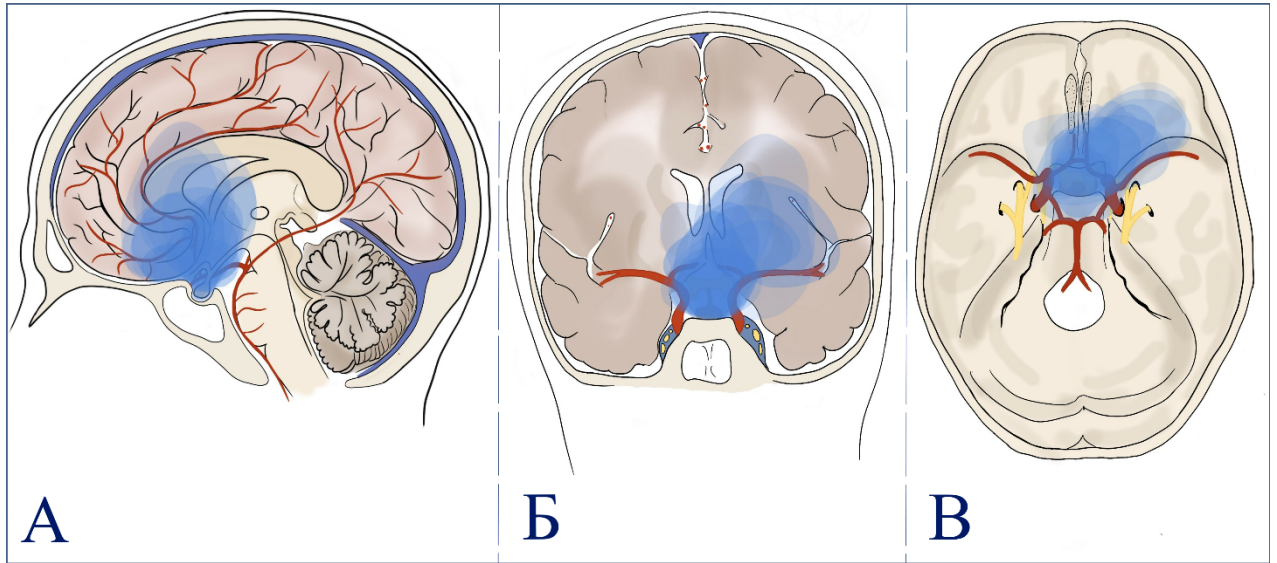


Рисунок 6.2 – Схема расположения опухолей, доступных из супраорбитального хирургического коридора

Диафрагма турецкого седла, противоположная внутренняя сонная артерия, распространение патологического процесса в область средней черепной ямки со стороны доступа – ограничивающие факторы для качественного обзора рабочего пространства через операционный микроскоп. Именно эти зоны могут быть дополнительно осмотрены с помощью угловой эндоскопической оптики, что позволит не отказываться от мини-краниотомии при сохранении эффективности операции (Рисунок 6.3).

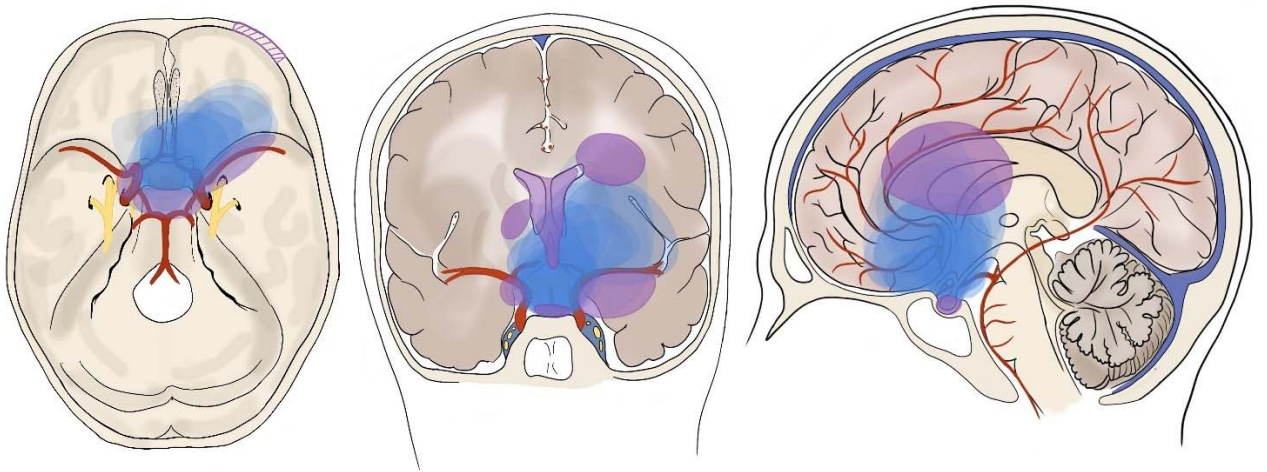


Рисунок 6.3 – Показания к применению эндоскопической ассистенции для супраорбитального доступа. Фиолетовым цветом обозначены зоны, в которых угловая эндоскопическая оптика дает преимущество в визуализации с сохранением возможности для хирургических манипуляций

По данным нашего исследования, особенно полезной эндоскопическая ассистенция в супраорбитальном хирургическом коридоре оказалась именно в области дна турецкого седла, области за малым крылом, в полости третьего желудочка и при распространении опухоли выше уровня отверстия Монро. Понятно, что при преимущественно внутрижелудочковой локализации будет выбран скорее транскаллезный доступ, а при более выраженной латерализации – вариант птериональной краниотомии.

Птериональная краниотомия, даже в уменьшенной вариации до 2,5 см в диаметре, показала качественную экспозицию опухолей основания головного мозга с выраженной латерализацией с распространением в среднюю черепную ямку или вдоль малого крыла клиновидной кости (Рисунок 6.4 В), смещающих в противоположную сторону структуры ХСО. За счет диссекции Сильвиевой щели достигается контроль над сосудами Виллизиева круга, ипсилатеральным глазодвигательным и зрительным нервами, хиазмой.

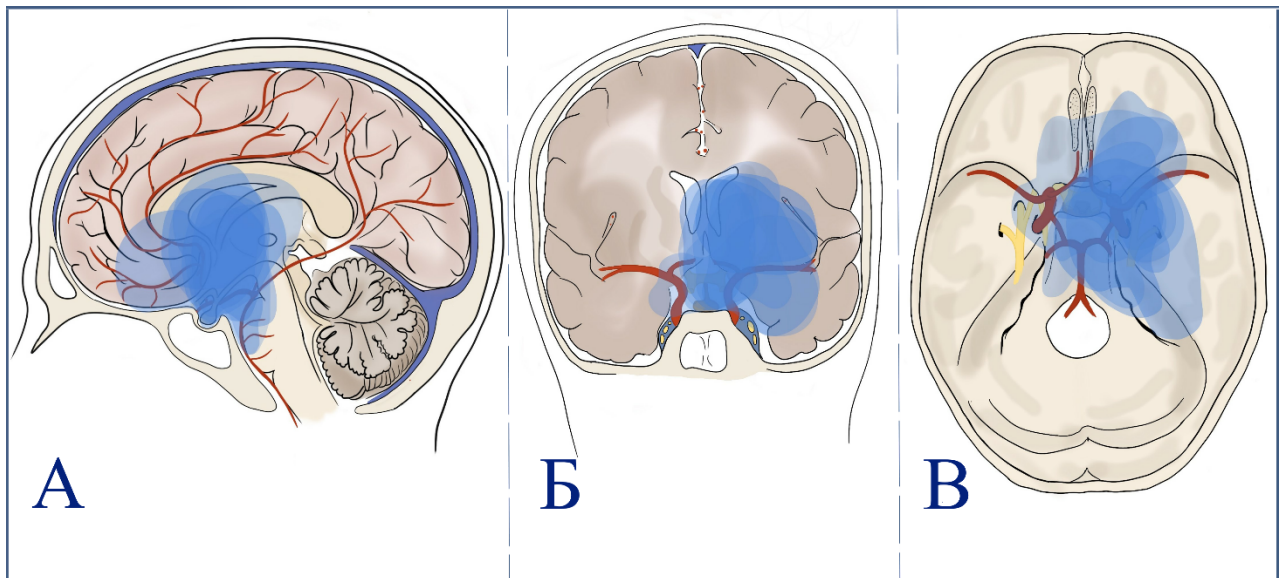


Рисунок 6.4 – Схема объемных образований, доступных из птериональной краниотомии

Значимое ограничение визуализации возникает в пространстве за противоположной внутренней сонной артерией, в противоположную переднюю черепную ямку, ниже спинки турецкого седла вдоль ската в заднюю черепную ямку, кзади от пирамиды височной кости. Кроме того, при достаточной глубине турецкого седла, возможность заглянуть в его дно с помощью микроскопа также может быть ограничена. Распространение патологического процесса в эти области будет являться показанием к применению эндоскопической ассистенции, очевидным уже на этапе планирования (Рисунок 6.5).

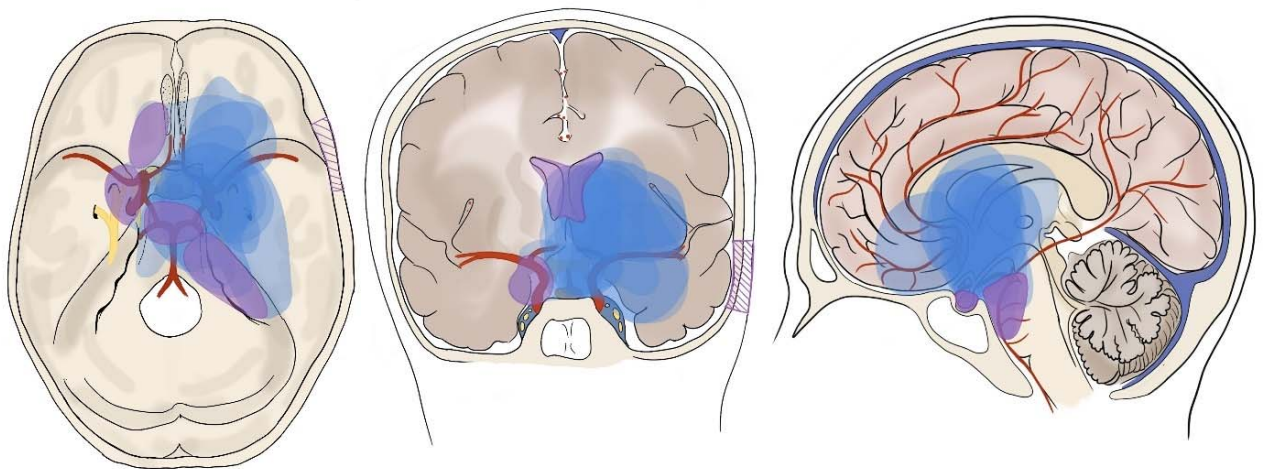


Рисунок 6.5 – Показания к применению эндоскопической ассистенции для мини-птериональной краниотомии. Фиолетовым цветом обозначены зоны, в которых угловая эндоскопическая оптика дает преимущество в визуализации с сохранением возможности для хирургических манипуляций

Транскаллезный доступ подходит для опухолей преимущественно супраселлярной локализации с распространением по вертикальной оси, оттесняющих структуры ХСО преимущественно книзу. Как правило, в таких случаях у пациента формируется вендрикуломегалия за счет ограничения ликворотока, что увеличивает свободу манипуляций через полости желудочков, особенно через расширенное отверстие Монро. Смещая краниотомию кпереди, можно при необходимости улучшить визуализацию задних отделов третьего желудочка, однако это требуется нечасто (Рисунок 6.6 А). Латерализация у опухолей, растущих из области дна третьего желудочка, минимальна (Рисунок 6.6 Б), а при разрушении дна третьего желудочка может наблюдаться распространение в межжировую и препонтинную цистерны и даже ниже (Рисунок 6.7 В).

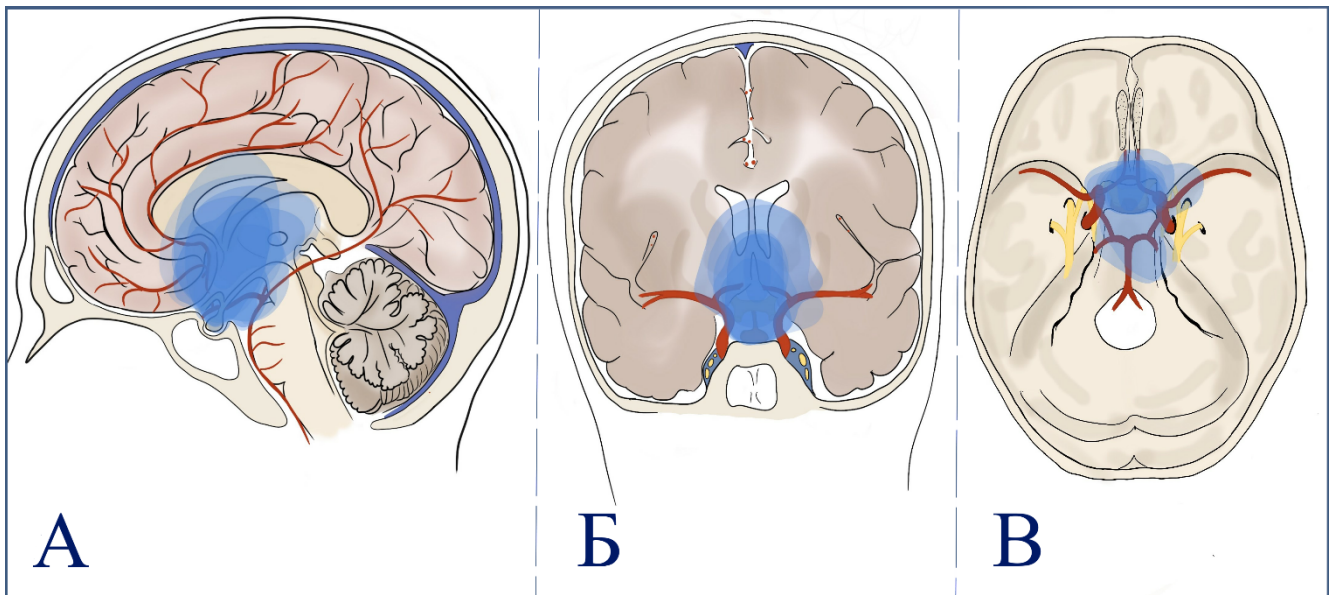


Рисунок 6.6 – Схема объемных образований, доступных из транскаллезной краниотомии

Изменение положения краниотомии в переднезаднем направлении позволяет регулировать доступность различных отделов третьего желудочка и параселлярной области. Однако в некоторых случаях расширить зону видимости можно за счет эндоскопической ассистенции, например, в сторону задних отделов третьего желудочка и водопровода, в задние базальные цистерны, реже – за ипсилатеральную внутреннюю сонную артерию (Рисунок 6.7).

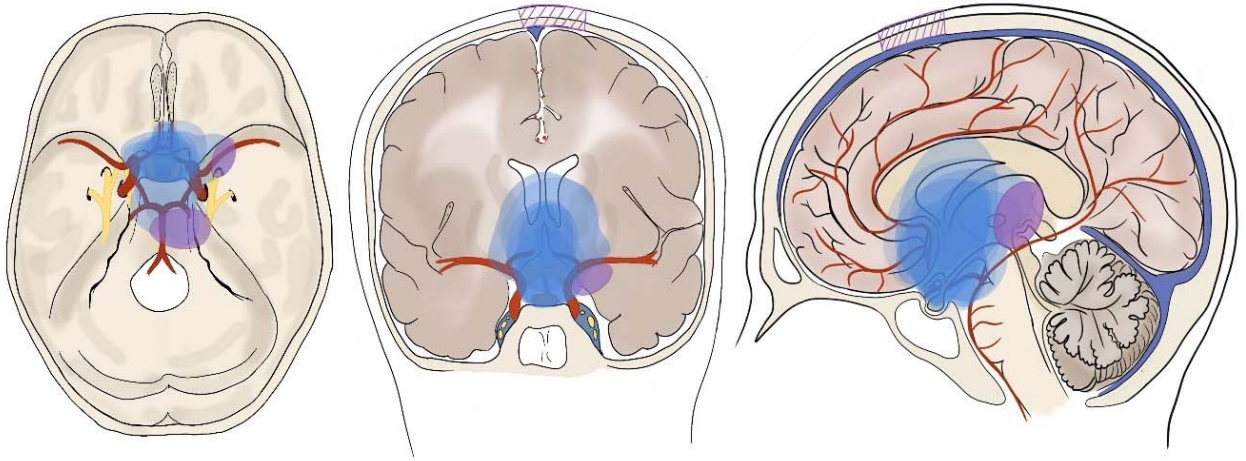


Рисунок 6.7 – Показания к применению эндоскопической ассистенции в транскаллезном доступе

Применение эндоскопической ассистенции при доступе к опухолям основания головного мозга из транскаллезной краниотомии, по данным нашего исследования, дает преимущество лишь в отдельных случаях, однако этой опцией не стоит пренебрегать – иногда большая освещенность и увеличенная глубина резкости могут быть полезны.

6.3 Рекомендации по выбору оборудования

Как описано выше, показания к применению эндоскопической ассистенции могут быть определены на этапе планирования операции при анализе исходных нейровизуализационных данных. В таком случае необходимо позаботиться о наличии в доступе необходимого оборудования и инструментов.

Очевидно, что для применения эндоскопической ассистенции в наличии должна быть эндоскопическая стойка, оснащенная экраном, камерой, источником света и световодом. Это – универсальное оборудование для любой эндоскопической хирургии. Имеет смысл продумать и расположение оборудования вокруг операционного стола с учетом необходимости разместить стерильные платформы и иметь возможность не передвигая микроскоп и эндоскопическую стойку быстро переключиться между способами визуализации. Вероятнее всего,

удобным окажется расположение микроскопа слева от хирурга (справа обычно располагается операционная сестра), а эндоскопической стойки – справа от операционного стола так, чтобы монитор оказался перед хирургом (Рисунок 6.8).



Рисунок 6.8 – Оптимальное расположение оборудования для эндоскопической ассистенции в транскраниальных микрохирургических операциях

Для удобства работы одним или двумя инструментами в условиях эндоскопической визуализации необходимо иметь достаточно свободного пространства. В таком случае оптимальным будет выбор эндоскопа с угловым тубусом (Рисунок 6.9). Эндоскоп с прямым тубусом ограничит свободу манипуляций, поскольку значительную часть пространства над раной займет головка камеры, расположенная соосно эндоскопу. Что касается диаметра эндоскопа – до сих пор от этого параметра зависит качество изображения, поэтому компромиссом между небольшим размером оптики и качеством изображения станет эндоскоп диаметром 5мм.



Рисунок 6.9 – Эндоскопы с угловым тубусом, прямой (А) и угловой 30 (Б),
B. Braun Aesculap Hopkins II

Необходимо иметь в виду, что при работе в воздушной среде линза эндоскопа часто запотеваает и для восстановления видимости приходится протирать линзу, извлекая эндоскоп из раны. Для предотвращения быстрого запотевания инструмента можно обработать линзу специальным раствором – те же фирмы, что производят эндоскопы, предлагают стерильные растворы, либо воспользоваться для обработки раствором повидон-йода [76].

При выборе микрохирургических инструментов следует также руководствоваться идеей минимизации занимаемого инструментом пространства над раной: подходит инструмент с байонетным изгибом, причем как стандартный микрохирургический подходящей длины, так и специально разработанные для мини-краниотомий модификации.

В контексте эндоскопической ассистенции холдер для эндоскопа – опциональное решение, зависящее от конкретной ситуации и личного опыта. Холдер позволяет освободить для хирургических манипуляций обе руки, что может быть удобно в случае длительной работы на одной глубине с минимальным количеством смен инструментов в руках хирурга. В ситуации, когда необходима частая смена инструмента или области визуализации, то есть должна быть сохранена мобильность эндоскопа, холдер станет менее эргономичным способом фиксации эндоскопа, чем рука хирурга или ассистента (Рисунок 6.10).

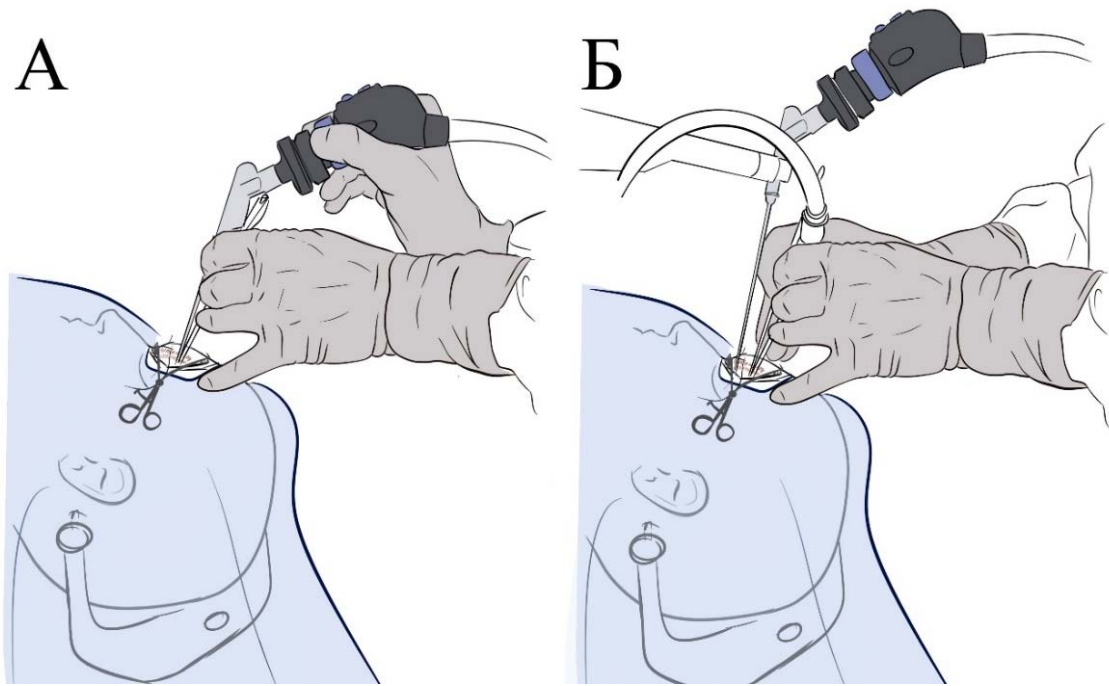


Рисунок 6.10 – Варианты фиксации эндоскопа: в руке хирурга (А) с возможностью свободного перемещения оптики и манипуляций одним инструментом и в холдере (Б) с возможностью бимануальной работы при отсутствии необходимости частого перемещения эндоскопа

Глава 7 Возможности защиты ткани головного мозга при транскортикальных доступах – применение портов

7.1 Опухоли зрительного тракта, таламопедункулярные опухоли и транстемпоральный трансвентрикулярный доступ

Если рассматривать опухоли, поражающие те или иные отделы таламуса, можно их условно подразделить на распространяющиеся из таламуса медиально в сторону гипоталамуса и третьего желудочка, из базальных ядер в пределах островковой доли, из таламуса на основание головного мозга, в межножковую и охватывающую цистерну с вовлечением ипсилатеральной ножки мозга. Последний вариант – так называемые мезенцефало-таламические или таламопедункулярные опухоли, чаще всего представленные глиомами с местом исходного роста в зрительном тракте, относящиеся к опухолям зрительных путей Dodge III. На Рисунке 7.1 представлены способы решения хирургической задачи в зависимости от типа распространения опухоли.

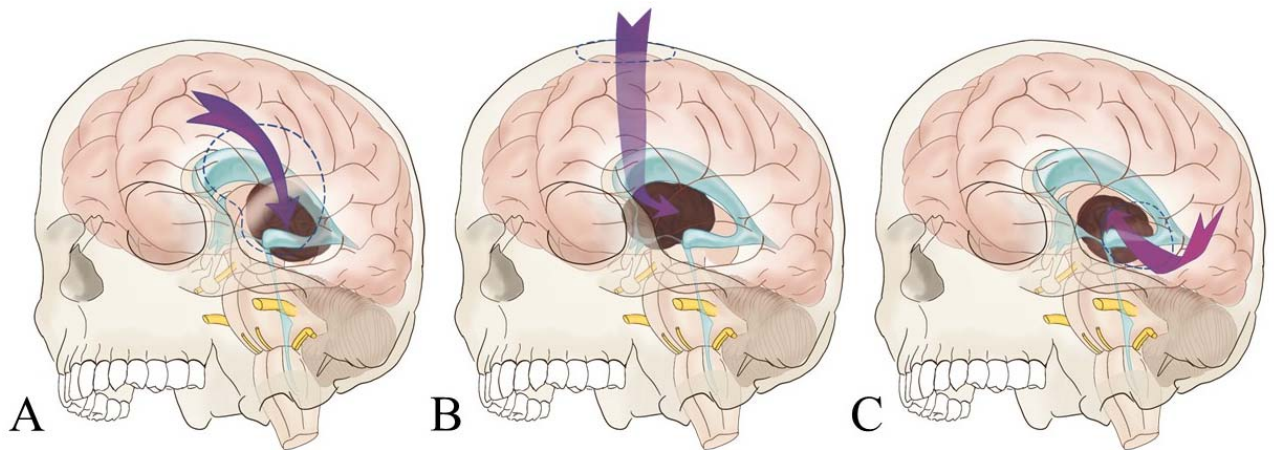


Рисунок 7.1 – Часто используемые доступы к опухолям таламуса: А – транссильвиевый (птериональная краниотомия и открытие сильвиевой щели до перешейка островка), В – транскаллезный (к контрлатеральному таламусу), С – транстемпоральный (через среднюю височную извилину и нижний рог бокового желудочка)

Выбор подходящего хирургического доступа зависит от особенностей конфигурации и направления роста опухоли, от планируемого объема резекции в каждом конкретном случае и не опирается на предполагаемый диагноз. При планировании хирургического лечения учитывается расположение относительно базальных цистерн, нижнего рога бокового желудочка, подкорковых структур, основная ось хирургического доступа располагается вне функционально значимых структур. Такая логика планирования операции фактически исключает влияние самого хирургического доступа на послеоперационный неврологический дефицит. Он зависит от места исходного роста опухоли и степени инфильтрации окружающих тканей.

Рассмотрены результаты хирургического лечения группы детей с мезенцефало-таламическими (или таламо-педункулярными) опухолями. Общие результаты хирургического лечения 45 пациентов, в 2019–2021 гг., прошедших во 2 нейрохирургическом отделении НМИЦ нейрохирургии первый этап лечения по поводу опухолей мезенцефало-таламической локализации, представлены в приложении В с группировкой по использованным доступам, с учетом радикальности операции, количества рецидивов и осложнений.

При анализе общих результатов обращает на себя внимание разница в размерах краниотомий: трансильвиевый доступ требует широкой птериональной краниотомии, так как необходима препаровка Сильвиевой щели фактически на всем протяжении. Для транскаллезного и трастемпорального доступов возможно уменьшение размеров краниотомии, сопоставимое с размерами в серии keyhole-доступов, рассмотренной ранее. Выявляется корреляция рецидивов опухоли, потребовавших повторной операции, с субтотальным удалением во время первой операции ($p > 0,05$), однако это обусловлено не выбором хирургического коридора, а диффузным характером роста опухолей в области среднего мозга или таламуса. Соответствующие данные представлены в таблице 1 приложения Б.

Пилоидные астроцитомы с низким индексом Ki-67 описаны в 32 случаях (71%) опухолей, остальные – пилоидные астроцитомы с высоким индексом Ki-67 и глиомы высокой степени злокачественности в количестве 11 (24,4%), 8 из

которых в течение 2 лет потребовали повторного хирургического лечения, а также 1 эмбриональная опухоль (удалена радикально для дальнейшей адьювантной терапии) и 1 лимфома (без радикального удаления, продолжено адьювантное лечение). Собственно, в группе опухолей, оперированных из трансильвиевого доступа, верифицированы только пилоидные астроцитомы.

Длительность послеоперационного койко-дня значимо не отличалась, как и картина отсутствия хирургических осложнений. Разница в размере краниотомий продиктована необходимостью широкой диссекции боковой щели для защиты от тракционной травмы и лучшей экспозиции перешейка островка. На исход хирургического лечения в данной серии повлияла не конфигурация краниотомии, а именно место исходного роста опухоли. Соответствующие данные представлены в таблице 2 приложения Б.

Вполне ожидаемо большее количество исходов с гемипарезом в случаях, если местом роста являются базальные ядра и таламус, а также средний мозг. Отдельно стоит отметить, что в случае выявления гемипареза у подавляющего большинства пациентов мышечная сила в руке описывалась ниже, чем в ноге. Заметно и закономерно появление после операции дефектов полей зрения только в случаях роста глиомы из зрительного тракта, причем независимо от выбранного доступа.

Транстемпоральный доступ применен в 11 случаях для удаления опухоли, поражающей зрительный тракт, нижние отделы таламуса, ножу мозга, распространяющейся в охватывающую цистерну. Принцип транстемпорального доступа представлен на рисунке 7.2, отмечены траектория хирургического коридора и расположение пораженного зрительного тракта. Краниотомия выполняется в проекции средней височной извилины, вскрывают височный рог бокового желудочка (часто – расширенный). Диссекция хороидальной щели выполняется в случае, если опухоль недостаточно проникает в полость височного рога бокового желудочка [14]. Проникновение опухоли зрительного тракта в височный рог бокового желудочка с разрушением хороидальной щели является одним из показаний к транстемпоральному трансхороидальному доступу. Также

следует убедиться, что подкорковые ядра смещены опухолью вверх – обычная ситуация для глиомы зрительного тракта и не всегда характерная для опухоли таламуса [60, 176]. В случае распространения опухоли глубоко в средний мозг или в межножковую цистерну эндоскопическая ассистенция позволит проконтролировать радикальность удаления и качество гемостаза на различных этапах удаления, тем самым расширяя показания к применению трансстемпорального трансхороидального доступа (Рисунок 7.3).

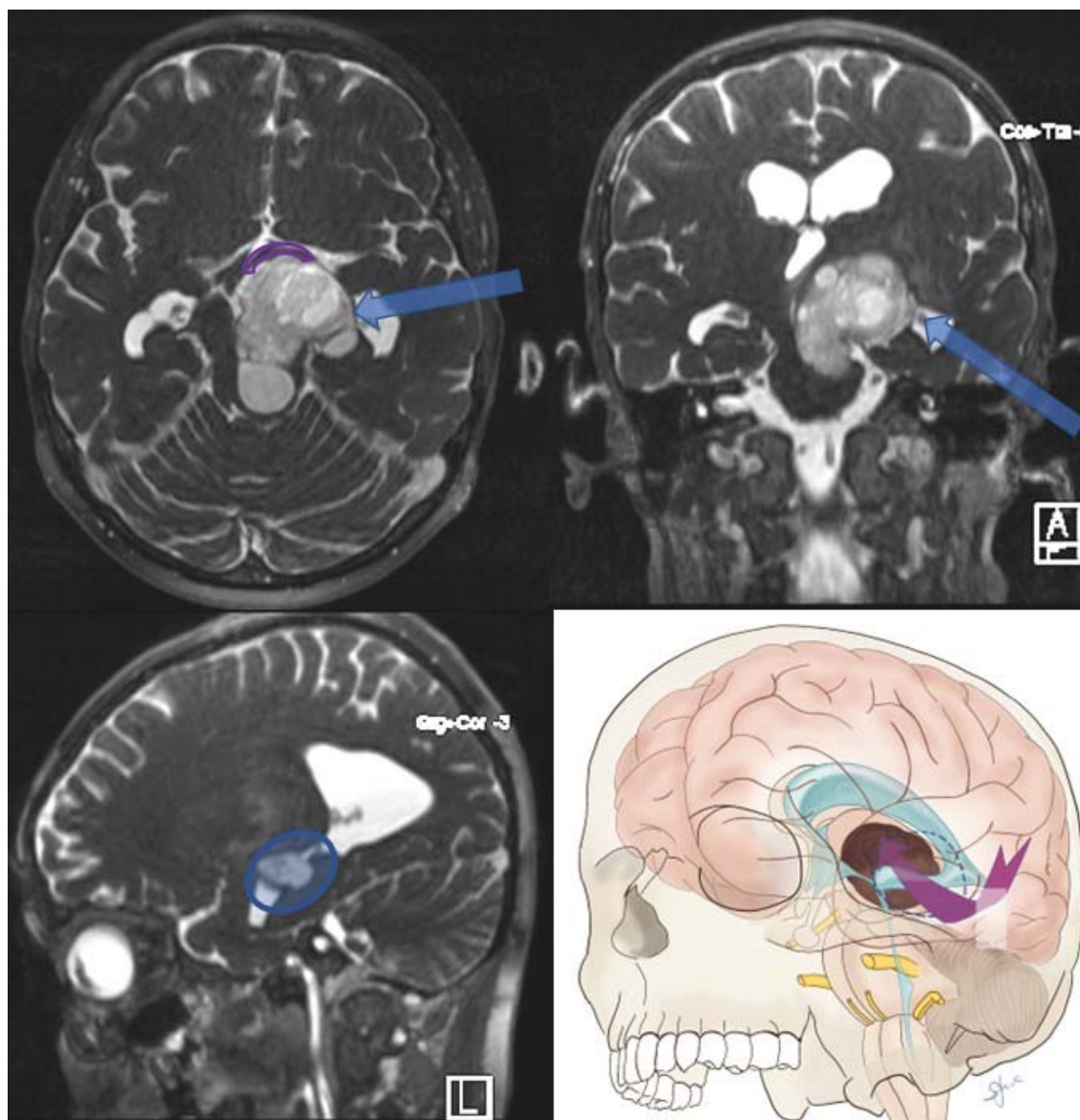


Рисунок 7.2 – Принципы выполнения трансстемпорального трансхороидального доступа к опухоли зрительного тракта с таламопедункулярным распространением: синими стрелками указана траектория хирургического коридора, круг – место проникновения опухоли через хороидальную щель в боковой желудочек и место начала удаления патологической ткани. Фиолетовым контуром обозначен пораженный опухолью левый зрительный тракт

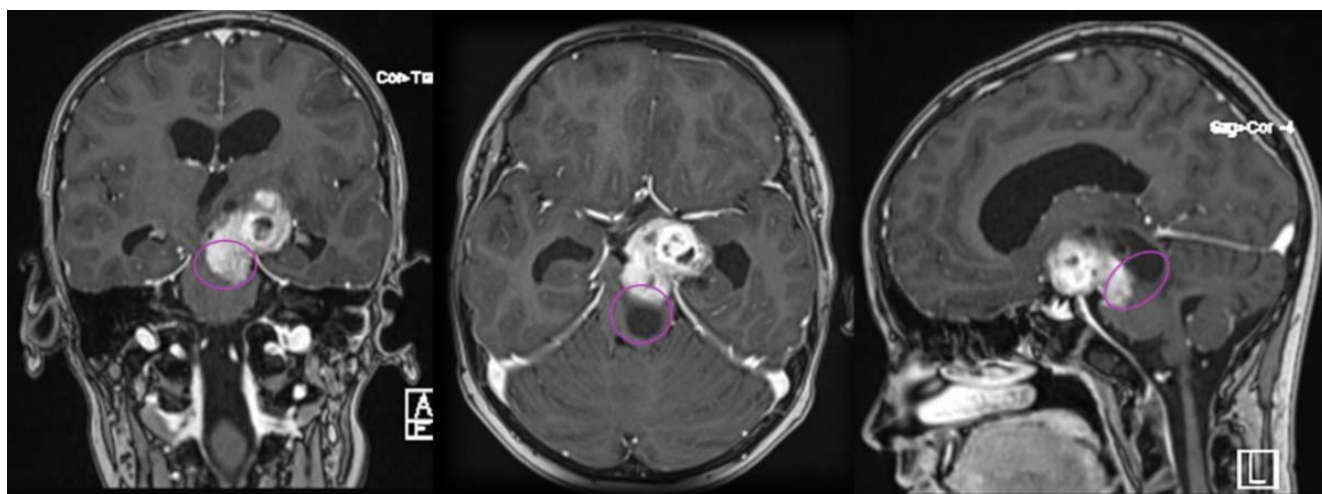


Рисунок 7.3 – МРТ головного мозга мальчика 12 лет: опухоль зрительного тракта с вовлечением среднего мозга и смещением подкорковых узлов. Сиреневым отмечены зоны, ставшие более доступными из транстемпорального хирургического коридора с применением эндоскопической ассистенции

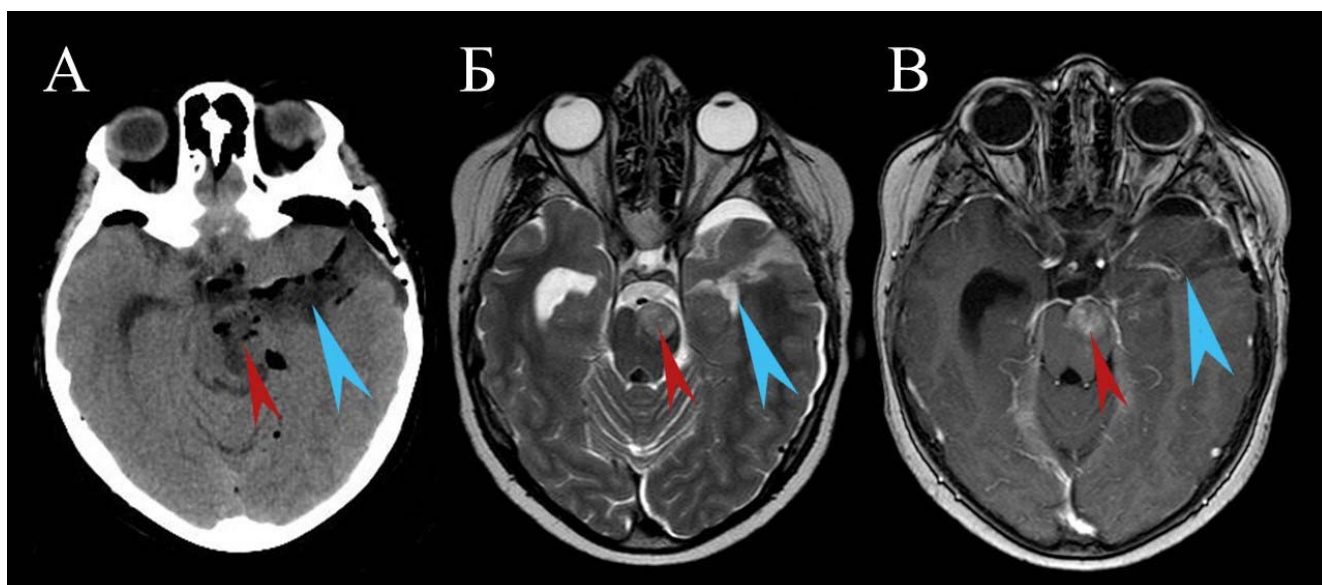


Рисунок 7.8 – Контрольные изображения КТ на первые сутки после операции (А) и МРТ через 1 неделю (Б и В). Красная стрелка – остаток опухоли сохранен под нейрофизиологическим и эндоскопическим контролем. Голубая стрелка – ход доступа через среднюю височную извилину и височный рог бокового желудочка, минимальные тракционный изменения

7.2 Эффективность применения тубулярных ретракторов (портов) в транскортикальных доступах к опухолям основания головного мозга

Во 2 нейрохирургическом отделении НМИЦ нейрохирургии перед внедрением в практику применения тубулярных ретракторов в 2020 году было выполнено исследование эффективности и безопасности этой методики в хирургии опухолей глубинной локализации, в том числе ХСО с распространением в боковые желудочки, мезэнцефало-таламической и подкорковой локализации, задних отделов третьего желудочка и пинеальной области. В экспериментальную группу включено 17 детей, оперированных по поводу интрааксиальных опухолей головного с использованием тубулярного ретрактора (порта), а также контрольная группа – 15 детей, оперированных по поводу аналогичной патологии с применением шпателей. Результаты исследования были опубликованы [20].

В исследование были включены пациенты, ранее не проходившие адьювантной терапии или хирургического вмешательства по поводу основного заболевания. Также критерием включения была возможность выполнить контрольную МРТ головного мозга в течение 24 часов после операции для объективной оценки тракционной травмы. Все операции выполнялись одной и той же хирургической бригадой, с применением одного микрохирургического набора и портов Vycor ViewSite. Среди пациентов в исследуемой группе 7 были оперированы из транстемпорального доступа по поводу опухоли зрительного тракта с распространением в таламус и охватывающую цистерну, 3 из них – с вовлечением и среднего мозга. В контрольной группе интересующих нас пациентов с опухолями зрительного тракта было 9. Во всех случаях по данным биопсии – пилоидные астроцитомы. Использование трубчатого порта позволило сохранять постоянную визуализацию глубинных структур, снижая степень тракционной травмы в области энцефалотомии через среднюю височную извилину. В сравнении этих пациентов и пациентов, оперированных из транскортикальных доступов с применением стандартных инструментов, выявляется преимущество порта в снижении тракционного повреждения ткани головного мозга по ходу хирургического коридора. Результаты сравнения представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Сравнительная характеристика групп пациентов с опухолями зрительного тракта, оперированных из транстемпорального доступа

Параметры сравнения	Исследуемая группа (порт), N=7	Контрольная группа (2 мозговых шпателя), N=9
Объем опухоли, p>0,05	37,19 см ³ ± 4,7	38,1 см ³ ± 4,4
Радикальное удаление	100%	100%
Средняя продолжительность операции, мин p>0,05	197,3 ± 24	197,5 ± 26,3
Средняя площадь краниотомии p=0,012	5,9 см ²	11,8 см ²
Изменения в режиме T2, ср. p=0,002	0,035 см ³ (2/7)	1,77 см ³ (9/9)
Изменения в режиме DWI, ср. p=0,001	0,167 см ³ (1/7)	4,8 см ³ (6/9)
Стойкий неврологический дефицит	0/7	1/9

Применяемый инструмент состоит из двух деталей: сам ретрактор представляет собой тонкостенную трубку, сужающуюся на конце до эллипса в сечении, obturator из такого же материала немного длиннее, с небольшим отверстием на закругленном кончике (рисунок 7.4 А, Б). Производителем предусмотрены 3 варианта длины (3, 5, 7 см), а также 4 варианта ширины инструмента (12, 17, 21, 28 мм). Выбор диаметра инструмента основан на размере планируемой краниотомии и необходимого пространства для свободных манипуляций двумя инструментами. Длина инструмента определяется по расстоянию от поверхности коры головного мозга до опухоли, рассчитывается по исходным изображениям МРТ. Для транстемпорального доступа подходящей оказалась длина порта 5 см.

Оптимальная траектория с обязательным включением в нее височного рога бокового желудочка и (при наличии) латеральных опухолевых кист планировалась

по данным исходных изображений МРТ. После выполнения краниотомии перед установкой порта уточнение траектории производилось с помощью ультразвукового датчика, что позволяло с первой попытки безошибочно установить ретрактор и в дальнейшем реже его смещать.

В рассмотренной серии краниотомия для транстемпорального доступа не превышала 3 см в диаметре. После трепанации крестообразно вскрывали ТМО, при необходимости уточняли траекторию доступа и осуществляли энцефалотомию до 1 см в глубину. Ретрактор в собранном виде вводили по заданной траектории. Закругленный кончик ретрактора позволяет выполнить минимально травматичную диссекцию белого вещества. В окончательном положении ретрактор закрепляли с помощью опоры для мозговых шпателей по Гринбергу (Рисунок 7.4 В, Г).

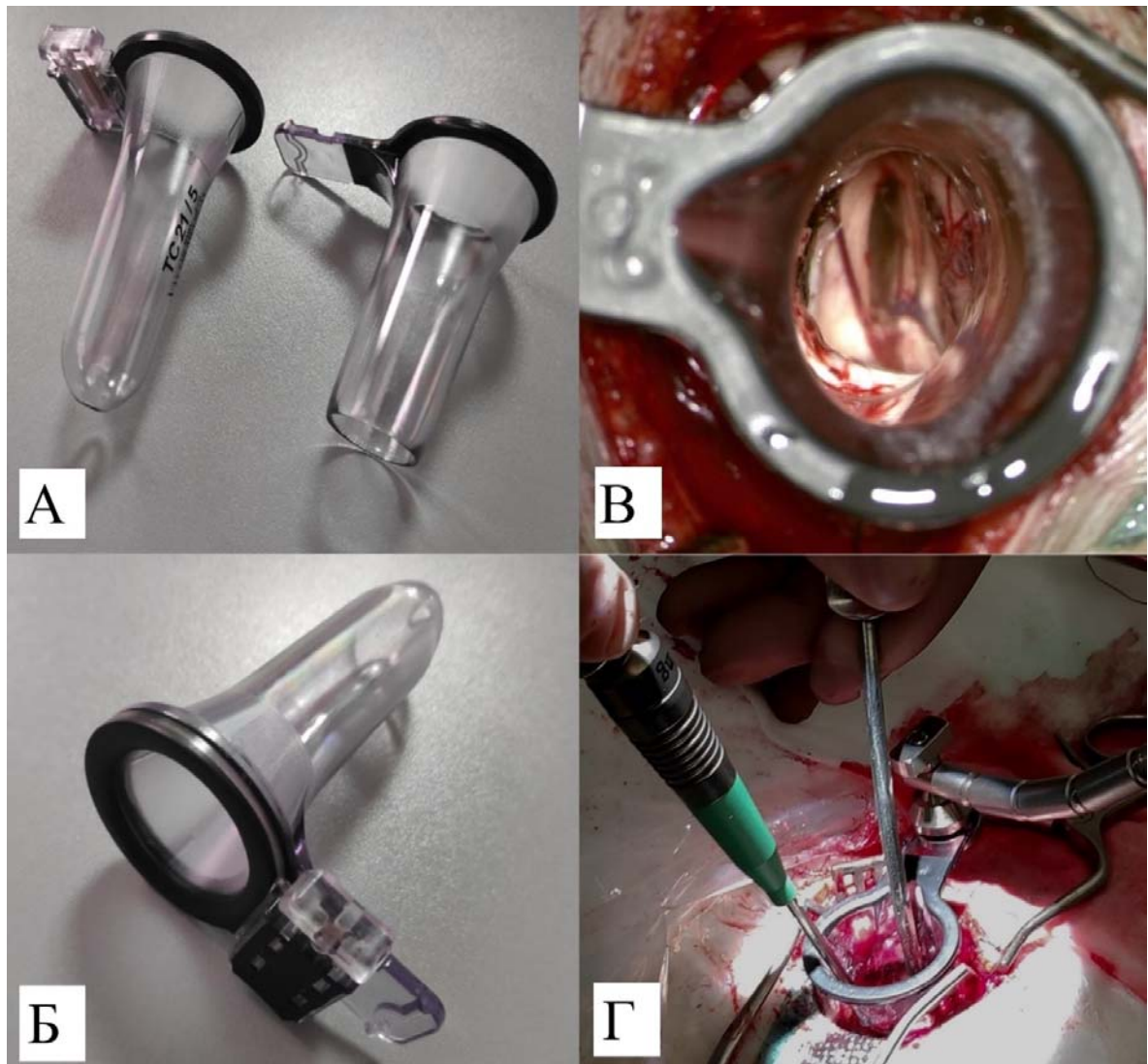


Рисунок 7.4 – Устройство ретрактора: А – две детали инструмента; Б – ретрактор в собранном виде; В,Г – фиксация ретрактора в операционной ране

Благодаря подвижной фиксации ретрактор удерживает заданную траекторию, но легко отклоняется от оси без необходимости снимать фиксацию – это бывает необходимо в случаях, когда диаметр опухоли значимо превышает диаметр порта. После извлечения obturatora получается удобный хирургический коридор. Для работы через такой инструмент подходят привычные длинные микрохирургические байонетные инструменты. Хирургическая техника от стандартной не отличается.

Рекомендации к применению тубулярного ретрактора (порта) для доступа к глубинным структурам головного мозга сформулированы на основании собственного опыта и анализа литературы. Такой порт подойдет для удаления опухолей, расположенных на глубине 3 и более см от поверхности коры головного мозга, в том числе и внутрижелудочковой локализации, причем размер новообразования не имеет значения. Основным способом визуализации операционного пространства при манипуляциях остается микроскоп, эндоскопическая ассистенция возможна только для дополнительного визуального контроля – на большой глубине за пределами ретрактора под контролем эндоскопа работать неудобно.

Выбор тубулярного ретрактора должен исходить из планируемого размера трепанации, глубины расположения опухоли, предполагаемых к применению микрохирургических инструментов. Для визуального контроля безопасности введения ретрактора лучше выбирать инструмент с прозрачными стенками, закругленным кончиком. Способ крепления ретрактора можно выбирать из имеющихся в наличии вариантов: в большинстве операционных есть какие-либо модификации системы фиксации мозговых шпателей (типа системы Гринберга).

Размер трепанации должен позволять свободно ввести ретрактор на нужную глубину и свободно отклонять его от оси при необходимости. Как правило, удобным диаметром трепанационного окна является диаметр ретрактора плюс 1 см. Оптимальная траектория хирургического доступа может и должна быть запланирована заранее с учетом функционально значимых зон и анатомии сосудов в проекции опухоли по качественным исходным изображениям МРТ. В ходе

выполнения операции необходимо подтверждать правильность выбранной траектории, в этом помогает использование нейронавигации. В нашей практике применение оптической навигации оказалось неудобным – ретрактор после присоединения оптического элемента превращался в громоздкую конструкцию. Ультразвуковой навигации может быть вполне достаточно: при внимательном планировании краниотомии останется лишь уточнить траекторию выполнения энцефалотомии. Под ультразвуковым контролем также можно с помощью вентрикулярного катетера на мандрене выполнить пункцию крупного жидкостного пространства по траектории доступа к опухоли (желудочек, опухолевая киста) для релаксации мозга, при этом вентрикулярный катетер может быть использован и как направляющий для установки трубчатого порта. Безошибочное планирование траектории хирургического доступа и разумное использование навигационных устройств снижает количество необходимых перемещений трубчатого ретрактора, дополнительно снижая степень тракционного повреждения, а также позволяет выполнить краниотомию минимально достаточного размера (рисунок 7.5).

В качестве аналога дорогостоящим заводским тубулярным ретракторам с учетом опыта применения их в рутинной практике предложен порт, который возможно изготовить самостоятельно при наличии доступа к 3D-печати или возможности заводской отливки инструмента. В нашей клинике используется метод лазерной стереолитографии. Используемый в нашей клинике материал – прозрачный термостойкий фотополимер, сертифицированный для изготовления неимплантируемых медицинских изделий. Фотополимер обладает термостойкостью, позволяющей безопасно стерилизовать изготовленный инструмент перед первым применением, а также повторно при необходимости. Соответственно, инструмент становится доступным для широкого применения в отличие от заводских аналогов, заявленных в инструкции как строго одноразовые. Кроме того, от известных прототипов заявленная модель отличается меньшим диаметром и формой, позволившей уменьшить размер ретрактора до минимального возможного, не ограничивающего свободу манипуляций микрохирургическим инструментом. Для различных расположений опухоли

предусмотрено 2 длины ретрактора: 40 мм для перивентрикулярных опухолей и 60мм для пери- и интравентрикулярной локализации.

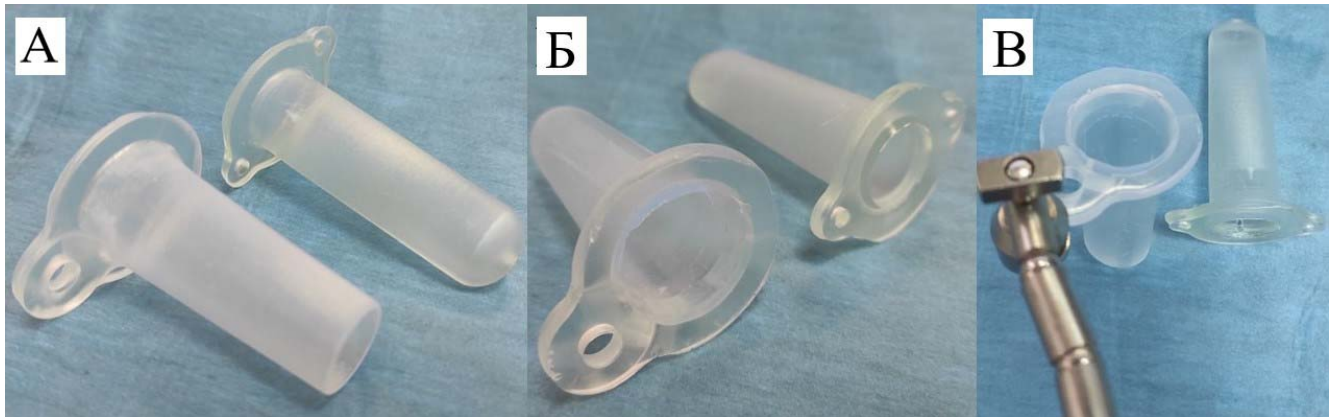


Рисунок 7.5 – Тубулярный порт-ретрактор, произведенный в условиях 3D-лаборатории НМИЦ Нейрохирургии им. Н.Н.Бурденко. А, Б– порт с длиной рабочей части 5 см, В – крепление порта в стандартном устройстве

Предложенное нами устройство так же состоит из 2 частей: трубки-ретрактора, непосредственно выполняющей функцию инструмента и обтуратора, необходимого для заполнения трубки-ретрактора в момент установки инструмента для деликатного и атравматичного разведения тканей. Ретрактор представляет собой усеченный изогнутый конус из прозрачного термостойкого нетоксичного полимера с диаметром основания 34 мм и овалом размером 20x16 мм в сечении с тонкими стенками в 1 мм. У основания с одной стороны расположена площадка для фиксации ретрактора. Обтуратор повторяет своей поверхностью ретрактор изнутри, на конце закруглен.

7.3 Хирургический порт и эндоскопическая ассистенция

Рассмотренный в предыдущем разделе трубчатый порт кроме изначальной задачи в виде деликатной тракции мозговой ткани имеет менее очевидное преимущество: созданный с помощью порта коридор позволяет безопасно вслепую вводить на всю глубину раны инструменты, включая режущие. Это означает, что применение подобного порта могло бы решить проблему визуального контроля безопасности смены инструментов при сохранении неподвижности эндоскопа,

введенного на глубину.

Вообще для эндоскопического доступа в глубинные структуры головного мозга известны похожие устройства: металлический эндоскопический порт для аспирации внутримозговых гематом [9] и прозрачный порт для эндоскопического удаления внутримозговых гематом [17]. Для бимануальной работы эти инструменты не предусмотрены – в просвете помещается эндоскоп и во втором случае наконечник аспиратора. При использовании эндоскопической визуализации через широкий порт появляется возможность для свободных манипуляций двумя инструментами, однако возникает другое относительное неудобство – довольно много лишних движений для сохранения соосности оптики и порта, которые скорее всего закреплены независимо, либо эндоскоп находится в руках ассистента. В этом контексте разумным техническим решением выглядит создание в стенке порта штатного канала для эндоскопической оптики, предусмотрев применение как прямой, так и угловой оптики, не увеличивая размера порта и не уменьшая свободы манипуляций двумя микрохирургическими инструментами.

В условиях нашей клиники удалось разработать и изготовить подходящий инструмент. Преимуществом предлагаемой модели стала возможность безопасно и эффективно применять прямые и угловые эндоскопы через трубчатый ретрактор, позволяя качественно визуализировать пространство в том числе за краем ретрактора и совершать хирургические манипуляции, избегая дополнительной травмы тканей мозга смещением порта.

По сути, устройство является аналогом описанного выше ретрактора, однако в стенке самого ретрактора расположен канал для соосного введения эндоскопа. В связи с появлением дополнительного пространства для инструмента размер несколько изменен: трубчатый ретрактор – усеченный конус с диаметром основания 38 мм и овалом размером 22x18 мм в сечении. Напротив площадки для фиксации порта расположен канал для введения хирургической эндоскопической оптики диаметром 4 мм – стандартная оптика для эндоскопической ассистенции имеет диаметр 3–4 мм. Канал открывается чуть выше середины порта, что позволяет немного менять направление эндоскопа при необходимости, а также

сохраняет компактные размеры инструмента. Для различных расположений опухоли предусмотрено 2 длины ретрактора: 60 мм с рабочей частью 50 мм для перивентрикулярных опухолей и 80 мм с рабочей частью 70 мм для интравентрикулярной локализации, в том числе и для работы в задних отделах третьего желудочка из трансфронтального доступа через отверстие Монро либо через хороидальную щель. Обтуратор для тубулярного порта такой же формы, как и для обычного порта, описанного выше, таким образом, можно иметь под рукой комплект из двух портов одной длины и при необходимости менять обычный порт на порт с каналом для эндоскопа. В нашей практике чаще всего применяются порты длины 60 мм и рабочей частью 50 мм, стандартный набор представлен на рисунке 7.6.



Рисунок 7.6 – Стандартный набор для транскортикального доступа к глубинным опухолям головного мозга, в том числе внутрижелудочковой локализации (рабочая часть 5 см). Слева направо: обтуратор, обычный порт, порт с каналом для эндоскопа

Материал и технология изготовления аналогичны – метод лазерной стереолитографии с применением прозрачного термостойкого фотополимера, однако при наличии доступа к технологии отливки полимерных деталей она может

быть более предпочтительна. Чертежи трех частей стандартного набора инструментов представлены в приложении А.

Эндоскопическая угловая оптика, как 30° , так и 45° , обеспечивает визуализацию пространства за пределами хирургического коридора, оставаясь соосной с трубчатым ретрактором. При этом введение любого инструмента на глубину вслепую становится безопасным для тканей. Стандартным микрохирургическим байонетным инструментом можно работать как при визуализации операционного поля на глубине с помощью операционного микроскопа, так и с помощью 30° оптики, хотя для угловой оптики предпочтительнее инструмент с изогнутыми по ребру браншами – он предоставит большую свободу манипуляций. Оптика 45° пригодна для визуального контроля пространства вне зоны видимости микроскопа, однако манипуляции под таким углом ограничены даже изогнутым инструментом. Для стабильной визуализации операционного поля и сохранности эндоскопа рекомендуется фиксировать оптику в холдере, причем для возможности синхронного смещения порта и эндоскопа порт может быть фиксирован к тому же холдеру (Рисунок 7.7).

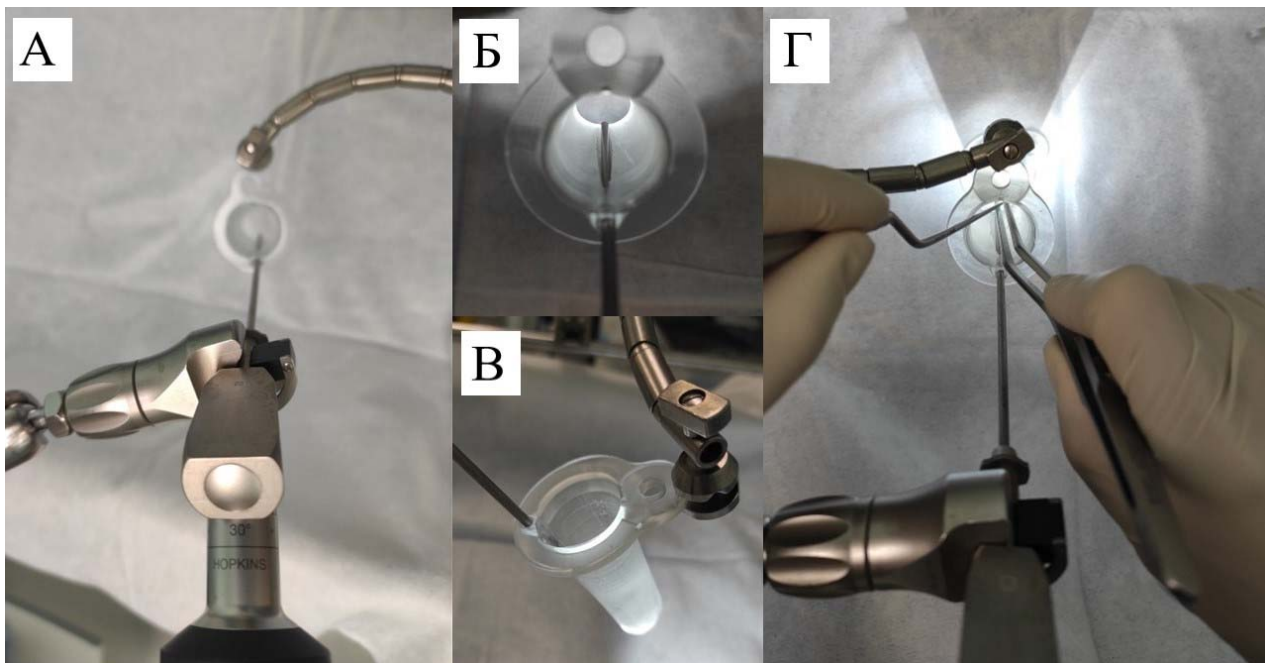


Рисунок 7.7 – Фиксация оптики в холдере: А – угловой эндоскоп закреплен в механическом холдере, Б, В – порт закреплен в соосном эндоскопу положении, Г – свободные манипуляции двумя микрохирургическими инструментами в пределах порта

Удаление опухоли, как и любая другая хирургическая задача в глубинных отделах больших полушарий головного мозга может быть выполнена стандартным микрохирургическим методом, либо полностью под контролем эндоскопа. На любом этапе микрохирургического удаления, особенно для контроля гемостаза и радикальности, в специальный канал на ретракторе может быть введен эндоскоп без риска травмировать ткани мозга. После выполнения окончательного гемостаза в ложе опухоли ретрактор удаляется из раны, причем по ходу «хирургического коридора» дополнительный гемостаз требуется в меньшем объеме, чем при стандартных способах тракции. Ушивание твердой мозговой оболочки, фиксация костного лоскута и ушивание мягких тканей выполняются по стандартной методике.

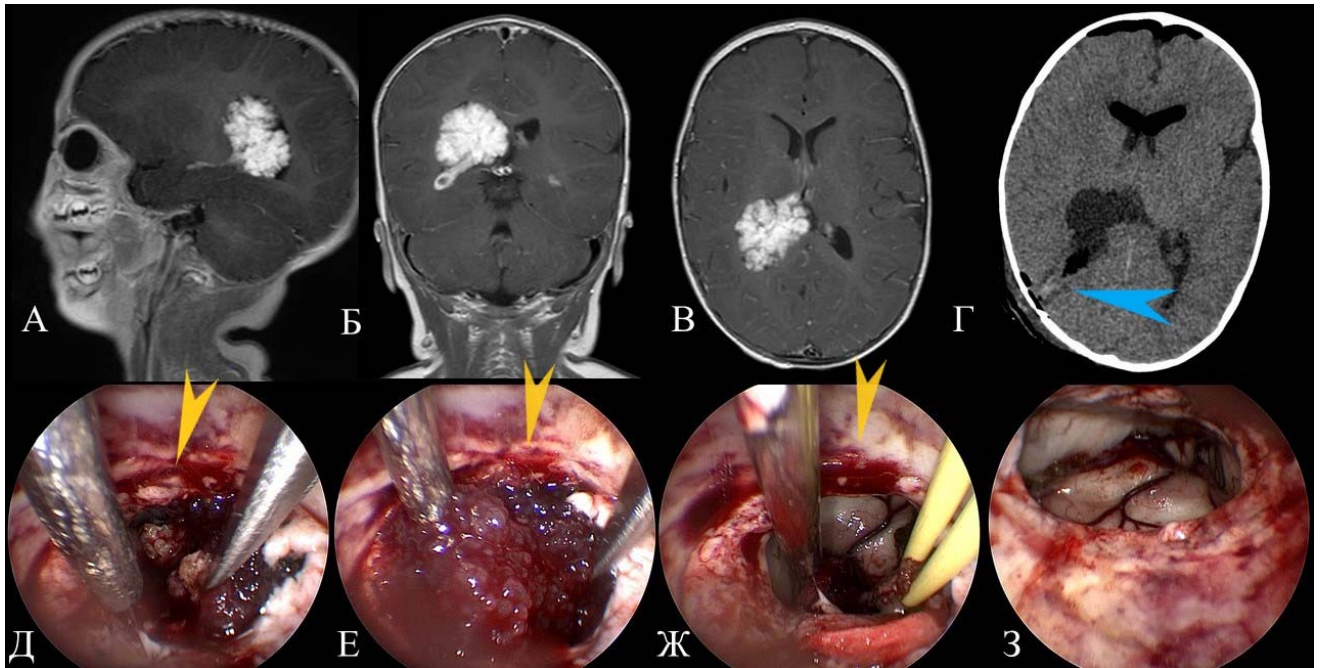


Рисунок 7.8 – Принцип работы порта с каналом для эндоскопа на примере удаления хориоидпапилломы бокового желудочка: А-В – МРТ головного мозга девочки 6 месяцев, Г - КТ на первые сутки после удаления опухоли, синяя стрелка указывает на небольшие тракционные изменения по ходу энцефалотомии. Д-З – удаление опухоли под контролем эндоскопа 30°: Д-Ж: безопасное перемещение инструментов в рану и из раны, свободные манипуляции двумя инструментами, желтые стрелки указывают на край прозрачной стенки порта, защищающей ткани мозга вдоль доступа; З – обзор полости бокового желудочка после удаления опухоли и гемостаза.

Безусловно, перед внедрением в рутинную практику необходимо провести клиническое испытание инструмента и сформулировать показания к его использованию более подробно. Имеющийся опыт применения данного устройства ограничивается несколькими клиническими случаями и недостаточен для комплексного анализа эффективности метода, что будет являться предметом дальнейших исследований.

7.4 Резюме

Среди опухолей основания головного мозга встречаются случаи, когда базальный хирургический доступ не является оптимальным и требуется транскортикальный доступ – как правило, это характерно для глиом зрительного тракта с распространением в таламус и иногда в средний мозг. В ходе анализа группы из 16 таких пациентов, где 7 пациентов были оперированы из трансстемпорального доступа с использованием тубулярного ретрактора (порта), а 9 – из того же доступа с использованием широко распространенных мозговых шпателей для тракции тканей мозга, выявлено преимущество порта как средства защиты тканей по ходу хирургического коридора. На контрольных изображениях МРТ после применения порта менее выражены изменения, характерные для тракционной травмы: достоверно меньший объем изменений в режиме T2 вдоль хирургического коридора ($p=0,002$) и в режиме DWI ($p=0,001$). При этом благодаря известному размеру порта и тщательному планированию хирургического вмешательства удастся значительно уменьшить размер хирургического доступа ($p=0,012$). Как уже обсуждалось в Главе 3, уменьшение хирургического доступа является благоприятным фактором, обуславливающим меньшее количество раневых осложнений, более быстрое восстановление после операции, лучший отдаленный косметический результат. Использование порта и уменьшение хирургического доступа не повлияло на достижение цели хирургического лечения: в обеих группах выполнено радикальное удаление опухолей. Таким образом, порт является безопасным методом снижения тракционной травмы головного мозга в случаях, когда предпочтительным оказывается транскортикальный доступ.

Заключение

На сегодняшний день первым и основным способом лечения большинства опухолей основания головного мозга у детей является микрохирургическое удаление. Учитывая постоянное улучшение результатов комплексного лечения опухолевой патологии, растущую выживаемость таких больных в том числе в результате достижений онкологии, реаниматологии и эндокринологии, возрастают требования к функциональному исходу хирургического лечения. Очевидными способами улучшения прогноза хирургического лечения являются максимально возможная безопасная резекция патологической ткани и снижение коллатерального повреждения, в том числе за счет снижения хирургической травмы (уменьшение краниотомии, раны мягких тканей, тракционной травмы головного мозга).

Для рассмотрения вопроса об эффективности и безопасности применения keyhole-доступов в представленной работе выполнен анализ серии из 100 пациентов, оперированных из супраорбитального, транскаллезного, птерионального keyhole-доступов (уменьшенных краниотомий) в сравнении с контрольной группой из 80 пациентов, оперированных из «классических» доступов. Обе группы соответствовали критериям включения, в том числе имелось предоперационное и послеоперационное описание неврологического, офтальмологического и эндокринного статуса, имелись исходные и контрольные изображения МРТ, а также были получены катамнестические данные в течение хотя бы одного года.

По исходной симптоматике, зависящей от природы опухолей и степени поражения структур основания черепа, группы не различались. Офтальмологическая симптоматика в обеих группах была представлена в основном зрительными нарушениями, включая снижение остроты зрения и выпадение полей зрения, достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$). В структуре изолированных эндокринных нарушений в дооперационном статусе преобладали несхарный

диабет и соматотропная недостаточность, без достоверных различий между группами ($p>0,05$). У большого числа пациентов в обеих группах выявление гипопитуитаризма являлось причиной выполнения нейровизуализации ($p>0,05$).

Хирургическое вмешательство из keyhole-доступов продолжалось в среднем 222,25 минут, в контрольной группе средняя продолжительность операции составила 224,8 минут, без значимых различий ($p>0,05$). Во всех случаях достигнут запланированный объем хирургического лечения: 70% радикального удаления в исследуемой и 54% в контрольной группе, в остальных случаях выполнялась запланированная частичная или субтотальная резекция ($p>0,05$). Интраоперационные осложнения отсутствовали в обеих группах. Эффективность операции не зависела от размера объемного образования: в обеих группах в равной степени присутствовали большие и гигантские опухоли ($p>0,05$) с отсутствием статистически значимых различий в результате хирургического лечения и послеоперационной картине ($p>0,05$). Уменьшенная краниотомия не ограничивает возможность выполнения запланированного объема резекции опухоли и не увеличивает продолжительность операции, то есть не делает операцию более трудоемкой. Стоит заметить, что уменьшенный хирургический доступ сам по себе требует меньше времени на выполнение и закрытие, чем стандартный, поэтому у хирурга имеется возможность уделить больше внимания и времени основному этапу операции, если это необходимо.

В послеоперационном периоде у пациентов обеих групп при оценке послеоперационного офтальмологического, неврологического и эндокринного статуса достоверных различий также не выявлено, что позволяет сделать вывод о безопасности выполнения хирургического лечения опухолей основания головного мозга из keyhole-доступа. Получены признаки более быстрого восстановления пациента в виде сокращения периода госпитализации в послеоперационном периоде. Пациенты, оперированные из keyhole-доступов, в среднем проводили в стационаре 8,75 койко-дней, из контрольной группы – 9,86 суток, выявлено небольшое, но достоверное различие ($p=0,04$). Если исключить пациентов, требовавших продолжения госпитализации только для подбора заместительной

гормональной терапии, в исследуемой средний койко-день после операции у пациентов составил 7,73, в контрольной достоверно больше – 9,9 койко-дня ($p=0,001$). В контрольной группе выявлено 9 случаев раневых осложнений, включая псевдоменингоцеле и раневые ликвореи, осложнившиеся до менингита в 3 случаях, в группе keyhole-доступов таких случаев не было.

Проанализированы контрольные МРТ через 1 год после операции, не получавших лучевую терапию, для оценки отдаленных последствий операции (за исключением рецидива опухоли). В контрольной группе во всех 19 случаях мобилизации височной мышцы для выполнения доступа (птериональный, субфронтальный, фронто-латеральный) спустя 1 год выявляется атрофия височной мышцы со стороны операции, в исследуемой группе таких пациентов выявлено 2 из 17. Кроме того, в контрольной группе в 58 случаях (81,7%) обнаружены рубцовая деформация и втяжение мягких тканей над областью краниотомии против 6 (8%) таких находок в группе keyhole-доступов ($p<0,001$).

Безусловно, применение keyhole-доступов ограничено при необходимости широкой экспозиции поверхностно расположенных структур (афференты артериовенозной мальформации, широкое вовлечение в патологический процесс твердой мозговой оболочки), однако такие клинические случаи в данной работе не рассматривались.

Таким образом, keyhole-доступ при разумном предоперационном планировании является безопасным методом лечения опухолей головного мозга, не увеличивая хирургических рисков, не ухудшая функционального исхода и не влияя на эффективность вмешательства. При этом использование keyhole-доступов снижает послеоперационную морбидность: уменьшается риск развития раневых осложнений, ускоряется восстановление пациента, достигается лучший косметический эффект, в том числе в отдаленном периоде. Полученные в ходе исследования данные не противоречат другим исследованиям вопроса эффективности и безопасности применения keyhole-доступов (Renovanz, 2015; Governale, 2015), а лишь подтверждают возможность использования данной методики в транскраниальной хирургии опухолей основания головного мозга у

пациентов детского возраста.

Обзор глубинных структур из базального keyhole-доступа может быть ограничен рельефом основания черепа и прилежащими критически важными структурами. В первую очередь такими помехами становятся спинка турецкого седла, большое крыло, внутренняя сонная артерия, зрительные нервы и хиазма – структуры, которые невозможно отодвинуть безопасно. Для преодоления этого ограничения в нашей работе применялась эндоскопическая ассистенция на различных этапах микрохирургического вмешательства. С помощью угловой 30° эндоскопической оптики осуществлялся контроль радикальности удаления и гемостаза на разных этапах операции, а также некоторых простых манипуляций.

Для количественной оценки эффективности эндоскопической ассистенции в keyhole-доступах было дополнительно отобрано 33 пациента. Применение эндоскопической ассистенции при транскраниальной keyhole-хирургии объемных образований переднего основания головного мозга в значительной степени дополняет операционный микроскоп, расширяя видимое операционное пространство. Это происходит благодаря лучшему освещению и большей глубине резкости изображения, полученного с эндоскопической оптикой. Особенно ценным преимуществом является более качественная визуализация малодоступных операционному микроскопу участков операционного пространства, а также возможность выполнять несложные манипуляции вроде гемостаза или аспирации мягких частей опухолей в этих областях.

Эффективность эндоскопической ассистенции не зависит от размера краниотомии – в рассмотренных группах различия между размерами визуализированного эндоскопом пространства были существенно больше, чем разница размеров краниотомий. Прямое влияние на эффективность эндоскопической ассистенции оказывает объем новообразования и его неправильная форма: чем больше распространение в соседнюю анатомическую область, тем большее преимущество получено в визуализации операционной области эндоскопом ($p < 0,05$ для всех направлений). Причем в транскаллезном доступе объем новообразования не влиял на потенциальное преимущество при

визуализации эндоскопом ($p>0,05$), в отличие от базальных супраорбитального и птерионального доступов ($p<0,05$). Причина в отсутствии в транскаллезном доступе помех для обзора операционной зоны в виде рельефа костей основания черепа. В транскаллезном же доступе получено минимальное преимущество в размере пространства для свободных манипуляций двумя инструментами – амплитуда движений напрямую ограничена отверстием Монро и размером выполненной каллезотомии.

Среди пациентов, оперированных из keyhole-доступов с применением эндоскопической ассистенции, не возникло никаких интраоперационных осложнений, которые были бы связаны с применением дополнительного метода визуализации, однако известно, что при работе под эндоскопическим контролем в глубинных отделах головного мозга есть риски повреждения структур, оставшихся в «слепой зоне» позади эндоскопа. Вместе с тем во многих случаях именно эндоскопическая визуализация позволила обнаружить остаток опухоли и более уверенно контролировать гемостаз в труднодоступных при микроскопической визуализации зонах. То есть эндоскопическая ассистенция сама по себе является безопасным методом дополнительной визуализации операционного пространства в глубинных отделах головного мозга, а также повышает безопасность хирургического вмешательства из keyhole-доступов в случаях крупных новообразований неправильной формы основания головного мозга у детей.

Разница в визуализации с помощью микроскопа и угловой эндоскопической оптики проанализирована также и в разделе «Эндоскопическая анатомия». Рассмотрены общие интраоперационные виды супраорбитального, птерионального и транскаллезного keyhole-доступов с помощью обоих видов визуализации, приведены для сравнения виды из тех же доступов, но на кадаверном материале с нормальной, не измененной опухолью анатомией.

С учетом полученных в нашем исследовании данных, эндоскопическую ассистенцию как способ улучшить визуализацию в пределах keyhole-доступа к опухоли основания головного мозга можно рекомендовать для:

- опухоли, распространяющейся за противоположную сонную артерию, в

противоположную среднюю черепную ямку, в третий желудочек, особенно выше отверстий Монро, ниже диафрагмы турецкого седла, в заднюю черепную ямку вдоль ската;

– опухоли, растущей по арахноидальным пространствам, как в случаях эпидермоидных кист и необходимости их нетравматичной ревизии, добиваясь необходимой степени радикальности;

– тщательного контроля гемостаза на всех этапах операции.

Основываясь на нашем опыте, можно определить роль эндоскопической визуализации в первичной хирургии опухолей основания головного мозга у детей как вспомогательную, по крайней мере, на текущем уровне развития технологий. Полностью эндоскопическая визуализация операционного пространства может безопасно применяться только в случаях, когда критически значимые структуры находятся в зоне видимости эндоскопа. В операциях по поводу объемных образований основания головного мозга некоторые черепные нервы и сосуды Виллизиева круга могут оказываться в «слепой зоне» эндоскопа, позади его линзы, что ограничивает свободное перемещение эндоскопа и смену инструментов в ране, требуя визуального контроля за этими манипуляциями либо с помощью микроскопа, либо постоянным извлечением эндоскопа с сохранением инструментов в поле зрения.

Поскольку для некоторых опухолей основания головного мозга оптимальным оказался не базальный хирургический доступ, а потребовалось смещение оси доступа и подход через среднюю височную извилину и нижний рог бокового желудочка, актуализировалась задача защиты тканей головного мозга по ходу энцефалотомии от тракционной травмы. Как правило, это характерно для глиом зрительного тракта с распространением в таламус и иногда в средний мозг. В ходе анализа группы из 16 таких пациентов, где 7 пациентов были оперированы из трансстемпорального доступа с использованием тубулярного ретрактора (порта), а 9 – из того же доступа с использованием широко распространенных мозговых шпателей для тракции тканей мозга, выявлено преимущество порта как средства защиты тканей по ходу хирургического коридора. На контрольных изображениях

МРТ после применения порта менее выражены изменения, характерные для тракционной травмы: достоверно меньший объем изменений в режиме T2 вдоль хирургического коридора ($p=0,002$) и в режиме DWI ($p=0,001$). При этом благодаря известному размеру порта и тщательному планированию хирургического вмешательства удается значительно уменьшить размер хирургического доступа ($p=0,012$). Уменьшение хирургического доступа является благоприятным фактором, обуславливающим меньшее количество раневых осложнений, более быстрое восстановление после операции, лучший отдаленный косметический результат – это показано в сравнительном анализе двух больших групп пациентов, оперированных из классических и keyhole-доступов. Использование порта и уменьшение хирургического доступа не повлияло на достижение цели хирургического лечения: порт не ограничивал возможности свободно манипулировать двумя инструментами на глубине, сохраняя стабильную визуализацию глубоко расположенных структур. Таким образом, порт является безопасным методом снижения тракционной травмы головного мозга в случаях, когда предпочтительным оказывается транскортикальный доступ. Также такой порт может быть использован для защиты тканей по ходу хирургического коридора при использовании эндоскопической визуализации и введении инструментов в рану через слепую зону эндоскопа.

В хирургическом лечении опухолей основания головного мозга есть несколько опций для снижения травматичности операции: использование минимальной достаточной краниотомии, улучшение качества визуализации в таких доступах и расширение зоны хирургической свободы с помощью эндоскопической ассистенции, при необходимости – защита тканей головного мозга от тракционной травмы вдоль энцефалотомии с помощью трубчатых ретракторов (портов). Эти методы могут быть рекомендованы для освоения и применения как у детских, так и у взрослых категорий пациентов с опухолями основания головного мозга.

Выводы

1. При сравнении группы пациентов с опухолями основания головного мозга, оперированных из keyhole-доступов, с группой оперированных из «классических» доступов, не выявлено влияния выбора доступа на выполнимость задачи хирургического лечения, на послеоперационный офтальмологический и гормональный статус (статистически значимых различий между группами не обнаружено $p > 0,05$ для всех показателей). С уменьшением размера хирургического доступа снижается морбидность, связанная с особенностями хирургической раны – на 88,7% уменьшается вероятность атрофии височной мышцы в доступах с ее вовлечением, на 73,7% менее выражены рубцовая деформация и втяжение мягких тканей над областью краниотомии ($p < 0,001$).

2. Главное ограничение к применению мини-доступа – необходимость визуального контроля над поверхностными структурами на большом протяжении. Не являются ограничениями: глубинная локализация патологического процесса, доступ вдоль жесткой несмещаемой структуры (фалькс, основание черепа), наличие жидкостных полостей по ходу траектории доступа: размер доступа не повлиял на эффективность операции и ее длительность ($p > 0,05$).

3. Эндоскопическая ассистенция позволяет дополнительно контролировать радикальность удаления опухоли, качество выполнения гемостаза, сохранность функционально значимых структур за пределами видимости операционного микроскопа. Потенциальное преимущество зависит от объема новообразования в базальных доступах ($p < 0,05$) и от формы патологического очага: чем больше оно распространено в том или ином направлении, тем больше пространства визуализируется эндоскопом, в том числе и доступного хирургическим инструментам ($p < 0,05$ направлений во всех трех доступах). Максимального преимущества удастся добиться при применении угловой эндоскопической оптики для визуализации труднодоступных зон вдоль рельефа внутреннего основания черепа, а также при распространении опухоли в третий желудочек и выше.

4. Ограничения к применению эндоскопической ассистенции и полностью эндоскопической визуализации сводятся к безопасности и удобству манипуляций в глубинных отделах головного мозга. Ограничены манипуляции под контролем угловой оптики: зона видимости, полученная с 30° эндоскопом, шире зоны, доступной для манипуляций. Через «слепую зону» позади эндоскопа невозможно безопасно вводить в рану инструменты, но защита тканей по ходу хирургического коридора в таком случае может осуществляться с помощью порта.

5. Трубчатый ретрактор (порт) снижает степень тракционной травмы при транскортикальных доступах к глубинным структурам, в том числе и в транстемпоральном доступе к опухолям основания головного мозга – выявлена статистически значимая разница при анализе изменений на контрольных МРТ: достоверно меньший объем изменений в режиме T2 вдоль хирургического коридора ($p=0,002$) и в режиме DWI ($p=0,001$). При этом не требуется увеличения размера краниотомии, а свобода хирургических манипуляций не ограничивается.

Практические рекомендации

1. Эндоскопическая ассистенция расширяет возможности keyhole-доступов с точки зрения визуализации операционного пространства и несколько увеличивает зону возможных манипуляций. В нашей серии наблюдений получено преимущество в визуализации в разных направлениях. Например, в супраорбитальном доступе эндоскопическая ассистенция позволяла расширить угол зоны видимости в ростральном направлении до $10,8^\circ$, в каудальном (ниже спинки турецкого седла) до $6,9^\circ$, в направлении противоположной внутренней сонной артерии до $8,37^\circ$ в направлении ипсилатеральной средней черепной ямки до $6,4^\circ$. В птериональном доступе эти показатели следующие: до $9,1^\circ$ в ростральном и $11,8^\circ$ в каудальном направлениях, до $13,97^\circ$ в передней черепной ямке и до $22,8^\circ$ кзади от спинки турецкого седла. Для пространственного восприятия это может показаться небольшими цифрами, однако на глубине 5–7 см (обычное расстояние от краниотомии до хиазмы в этих доступах) каждые 5° угла зоны видимости добавляют 0,6 см к зоне хирургической свободы. Соответственно, $22,8^\circ$ превращаются в дополнительные 3 см пространства, что в условиях сложной анатомии станет значимым преимуществом. Наиболее эффективно применение визуализации угловой эндоскопической оптикой для дополнительного контроля гемостаза и радикальности выполнения операции в участках, труднодоступных для операционного микроскопа.

2. Расширение зоны визуального контроля и возможностей для манипуляций с помощью эндоскопической ассистенции возможно в операционном пространстве, где хирургический коридор проходит вдоль рельефа основания черепа, а также при опухолях сложной конфигурации с распространением в соседние анатомические области. Примечательно, что чем больше опухоль и чем сложнее ее конфигурация, тем большую эффективность можно ожидать от эндоскопической визуализации по краям области операции.

3. При использовании эндоскопа как дополнительного метода

визуализации операционного пространства необходимо предотвращать травматизацию структур за пределами видимости эндоскопа и перемещать инструменты вдоль оси доступа только под визуальным контролем, либо защищать ткани вдоль хирургического коридора с помощью порта. С учетом этого правила холдеры для эндоскопической оптики только ограничивают свободу передвижений и требуют дополнительных действий при фиксации и ослаблении для частого перемещения эндоскопа. Холдер может быть эффективно использован только в случае, если стенки хирургического коридора чем-либо защищены или не включают в себя сосуды и другие критически значимые структуры головного мозга, а основной этап требует длительной визуализации раны на глубине с минимумом перемещений эндоскопа.

4. Применение порта (трубчатого ретрактора) позволяет сохранять стабильную визуализацию глубинно расположенной области операции, при этом сводя к минимуму тракционную травму тканей головного мозга. Для применения такого порта не требуется краниотомия больше 3 см в диаметре. Трубчатый ретрактор может быть рекомендован для любого хирургического доступа, подразумевающего энцефалотомию на глубину от 2 см, в том числе и для транскортикальных доступов к опухолям основания головного мозга. На меньшей глубине достаточную тракцию тканей можно обеспечить без дополнительных инструментов, особенно при доступе через борозду: глубина борозд редко бывает больше 2–3 см.

5. Выбор доступа зависит от взаимоотношения объемного образования и окружающих анатомических структур, конфигурации самой опухоли. Идеальной траекторией доступа станет ось хирургического коридора, совпадающая с самой длинной осью опухоли. По этой же траектории расстояние от трепанационного окна до опухоли окажется кратчайшим. Использование минимально инвазивных доступов к опухолям основания головного мозга является безопасным методом хирургического лечения, позволяющим снизить коллатеральное повреждение тканей. Объем опухоли, даже большой, не ограничивает возможности применения keyhole-доступов. Однако сложная конфигурация крупной опухоли и ее

распространение в соседние анатомические области могут затруднять визуализацию отдельных участков патологического процесса. Для преодоления этого ограничения используется эндоскопическая ассистенция с угловой оптикой. Выбор доступа, определение степени радикальности удаления новообразования и необходимость применения дополнительного метода визуализации могут и должны быть определены при анализе исходных МРТ и клинической картины, включая неврологический, офтальмологический и эндокринный статус, а также предполагаемую природу опухоли.

Список сокращений

- АФП – альфа-фетопротеин
- ГКО – герминативно-клеточные опухоли
- КТ – компьютерная томография
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- ОриИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии
- ХГЧ – хорионический гонадотропин человека
- ХСО – хиазмально-селлярная область
- DWI – diffusion-weighted imaging, диффузионно-взвешенные изображения
- FLAIR – fluid attenuated inversion recovery, последовательность инверсии-восстановления с ослаблением сигнала от свободной жидкости
- WHO – World health organization, Всемирная организация здравоохранения

Список литературы

1. Абдилатипов, А.А. Применение эндоскопической техники при транскраниальном удалении новообразований хиазмально-селлярной области и передней черепной ямки: диссертация ... кандидата медицинских наук: 3.1.10. / Абдилатипов Абдишукур Абдилатипович; [Место защиты: Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко]. – Москва, 2021. – 175 с.
2. Валиахметова, Э.Ф. Глиомы зрительного пути у детей. Обзор литературы. Часть II: лечение / Э.Ф. Валиахметова, Б.В. Холодов, С.И. Чулкова // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 5.
3. Валиахметова, Э.Ф. Глиомы зрительного пути у детей: диэнцефальная кахексия / Э.Ф. Валиахметова, Н.А. Мазеркина, Л.И. Папуша [и др.] // Сибирский онкологический журнал. – 2021. – Т. 20, № 1. – С. 34-45.
4. Валиахметова, Э.Ф. Глиомы зрительного пути у детей: прогностические факторы, оценка ответа и роль двухкомпонентной химиотерапии / Э.Ф. Валиахметова, О.И. Быданов, С.К. Горельшев [и др.] // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 62-72.
5. Гольбин, Д.А. Эндоскопическая ассистенция в хирургии опухолей краниофациального распространения: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.28 / Гольбин Денис Александрович; [Место защиты: Научно-исследовательский институт нейрохирургии РАМН]. – Москва, 2010. – 119 с.
6. Горельшев, С.К. Использование супраорбитального доступа с эндоскопической ассистенцией у детей / С.К. Горельшев, О.А. Медведева // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. – 2017. – Т. 9. – С. 53-53.
7. Горельшев, С.К. Минимально инвазивная хирургия и эндоскопическая

ассистенция при удалении опухолей основания черепа у детей / С.К. Горелышев, О.А. Медведева // Нейрохирургические технологии в лечении заболеваний и повреждений основания черепа. – Москва, 2020. – С. 179-198.

8. Данилин, В.Е. Внутрочерепные менингиомы детского возраста / В.Е. Данилин, Д.А. Рзаев, Г.В. Лetyгин [и др.] // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2020. – Т. 84, № 3. – С. 44-51.

9. Дашьян, В.Г. Эндоскопическая хирургия гипертензивных внутримозговых и внутрижелудочковых гематом: варианты техники / В.Г. Дашьян, И.М. Годков // Нейрохирургия. – 2020. – Т. 22, № 2. – С. 83-89.

10. Джинджихадзе, Р.С. Минимально инвазивные доступы в микрохирургии церебральных аневризм: диссертация ... доктора медицинских наук: 14.01.18 / Джинджихадзе Реваз Семенович; [Место защиты: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова]. – Санкт-Петербург, 2020. – 418 с.

11. Джинджихадзе, Р.С. Миниптериональная краниотомия в хирургии аневризм переднего отдела виллизиева круга / Р.С. Джинджихадзе, О.Н. Древаль, В.А. Лазарев [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2016. – Т. 80, № 6. – С. 58-65.

12. Джинджихадзе, Р.С. Эволюция хирургических доступов к передней и средней черепным ямкам: от расширенной краниотомии к супраорбитальному keyhole-доступу / Р.С. Джинджихадзе, О.Н. Древаль, В.А. Лазарев [и др.] // Вопросы нейрохирургии (имени Н.Н. Бурденко). – 2016. – Т. 80, № 3. – С. 99-105.

13. Камбиев, Р.Л. Эндоскопическая ассистенция при церебральных нейрохирургических доступах: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.01.18 / Камбиев Ренат Леонидович; [Место защиты: Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова]. – Санкт-Петербург, 2016. – 175 с.

14. Коновалов, А. Н. Височный трансхориоидальный доступ при опухолях среднего мозга и зрительного бугра / А.Н. Коновалов, Ш.У. Кадыров // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2013. – Т. 77, № 4. – С. 16-25.

15. Коновалов, А. Н. Хирургические доступы к опухолям таламуса / А.Н. Коновалов, Ш.У. Кадыров // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2011. –

Т. 75, № 1. – С. 4-11.

16. Кушель, Ю.В. Актуальность keyhole-доступов в хирургии гигантских опухолей основания головного мозга. Теоретическое обоснование на примере чрезбровного супраорбитального доступа. / Ю.В. Кушель, Е.И. Сафронова, М.О. Демин // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2022. – Т. 86, № 5. – С. 46-55.

17. Лепсверидзе, Л.Т. Эндоскопический метод в хирургическом лечении пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями / М.С. Лепсверидзе, Л. Т. Семенов, А.О. Гуца // Нервные болезни. – 2016. – Т. 14, № 4. – С. 38-45.

18. Пицхелаури, Д.И. Супраорбитальный чрезбровный доступ для удаления менингиом передней черепной ямки и супраселлярной области / Д.И. Пицхелаури, А.З. Саникидзе, И.Т. Абрамов [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2017. – Т. 81, № 6. – С. 89-98.

19. Пошатаев, В.К. Применение эндоскопической ассистенции в хирургическом лечении больных с опухолями мосто-мозжечкового угла: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.28 / Пошатаев Владимир Кириллович; [Место защиты: Научно-исследовательский институт нейрохирургии РАМН]. – Москва, 2013. – 90 с.

20. Сафронова, Е.И. Опыт применения тубулярных ретракторов в транскраниальной хирургии интрааксиальных опухолей головного мозга у детей / Е.И. Сафронова, Ю.В. Кушель // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2022. – Т. 86, № 2. – С. 15-24.

21. Серова, Н.К. Глиомы переднего зрительного пути у детей: симптоматика, результаты лечения (офтальмологические аспекты) / Н.К. Серова, Э.Ф. Валиахметова, Ю.Ю. Трунин [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2020. – Т. 35, № 4. – С. 80.

22. Шиманский, В.Н. Эндоскопическая ассистенция при васкулярной декомпрессии черепных нервов / В.Н. Шиманский, В.В. Карнаухов, Т.А. Сергиенко [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2012. – Т. 76, № 2. – С. 3-10.

23. Штенё, Ю.М. Анатомическое обоснование микрохирургического метода удаления краниофарингиом: диссертация ... кандидата медицинских наук / Штенё Юрий Михайлович. – Москва, 1980.
24. Abe, T. Transnasal surgery for infradiaphragmatic craniopharyngiomas in pediatric patients / T. Abe, D.K. Lüdecke // *Neurosurgery*. – 1999. – Vol. 44, № 5. – P. 956-957.
25. Aboud, E. Giant intracranial epidermoids: is total removal feasible? / E. Aboud, M. Abolfotoh, S. Pravdenkova [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2015. – Vol. 122, № 4. – P. 743-756.
26. Aftahy, A.K. Midline Meningiomas of the Anterior Skull Base: Surgical Outcomes and a Decision-Making Algorithm for Classic Skull Base Approaches / A.K. Aftahy, M. Barz, P. Krauss [et al.] // *Cancers (Basel)*. – 2020. – Vol. 12, № 11. – P. 3243.
27. Ahn, Y. Optic pathway glioma: outcome and prognostic factors in a surgical series / Y. Ahn, B.K. Cho, S.K. Kim [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2006. – Vol. 22, № 9. – P. 1136-1142.
28. Akçakaya, M.O. Fully endoscopic supraorbital keyhole approach to the anterior cranial base: A cadaveric study / M.O. Akçakaya, Y. Aras, N. İzgi [et al.] // *J. Neurosci. Rural Pract.* – 2015. – Vol. 6, № 3. – P. 361-368.
29. Akiyama, O. Microsurgical and endoscopic approaches to the pulvinar / O. Akiyama, K. Matsushima, A. Gungor [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2017. – Vol. 127, № 3. – P. 630-645.
30. Akiyama, Y. Rigid endoscopic resection of deep-seated or intraventricular brain tumors / Y. Akiyama, M. Wanibuchi, T. Mikami [et al.] // *Neurol. Res.* – 2015. – Vol. 37, № 3. – P. 278-282.
31. Albright, A.L. Principles and practice of pediatric neurosurgery / A.L. Albright, I.F. Pollack, P.D. Adelson. – Third edit. – New York: Thieme, 2015.
32. Alikasifoglu, A. Management of prolactinomas in children and adolescents; which factors define the response to treatment? / A. Alikasifoglu, N.B. Celik, Z.A. Ozon [et al.] // *Pituitary*. – 2022. – Vol. 25, № 1. – P. 167-179.
33. Almeida, J.P. Current Results of Surgical Treatment of

Craniopharyngiomas: The Impact of Endoscopic Endonasal Approaches / J.P. Almeida, A. Kalyvas, N. Mohan [et al.] // *World Neurosurg.* – 2020. – Vol. 142. – P. 582-592.

34. Almubarak, A.O. Minimally Invasive Brain Port Approach for Accessing Deep-Seated Lesions Using Simple Syringe / A.O. Almubarak, A. Alobaid, O. Qoqandi [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 117. – P. 54-61.

35. Ansari, S.F. The supraorbital eyebrow craniotomy for intra- And extra-axial brain tumors: A single-center series and technique modification / S.F. Ansari, A. Eisenberg, A. Rodriguez [et al.] // *Oper. Neurosurg.* – 2020. – Vol. 19, № 6. – P. 667-677.

36. Anwar, M. Advances in Radiation Therapy / M. Anwar, S.M. McBride, D.A. Haas-Kogan // *Pediatric CNS Tumors* / Eds. N. Gupta, A. Banerjee, D.A. Haas-Kogan. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – P. 343-364.

37. Araujo-Castro, M. Pituitary tumors: epidemiology and clinical presentation spectrum / M. Araujo-Castro, V.R. Berrocal, E. Pascual-Corrales // *Hormones (Athens)*. – 2020. – Vol. 19, № 2. – P. 145-155.

38. Arivazhagan, A. Pediatric intracranial meningiomas--do they differ from their counterparts in adults? / A. Arivazhagan, B.I. Devi, S.V.R. Kolluri [et al.] // *Pediatr. Neurosurg.* – 2008. – Vol. 44, № 1. – P. 43-48.

39. Arnaout, M.M. Supraorbital keyhole approach: Pure endoscopic and endoscope-assisted perspective / M.M. Arnaout, S. Luzzi, R. Galzio [et al.] // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2020. – Vol. 189. – P. 105623.

40. Avery, M.B. Supraorbital and mini-pterional keyhole craniotomies for brain tumors: a clinical and anatomical comparison of indications and outcomes in 204 cases / M.B. Avery, R.J. Mallari, G. Barkhoudarian [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2021. – Vol. 136, № 5. – P. 1314-1324.

41. Badie, B. Endoscopic and minimally invasive microsurgical approaches for treating brain tumor patients / B. Badie, N. Brooks, M.M. Souweidane // *Journal of neuro-oncology.* – 2004. – Vol. 69, № 1. – P. 209-219. – doi: 10.1023/B:NEON.0000041884.93566.fb

42. Baliga, S. *Pediatric Cancer* / S. Baliga, T.I. Yock // *Hematol. Oncol. Clin.*

North Am. – 2020. – Vol. 34, № 1. – P. 143-159.

43. Ballestero, M.F.M. Pediatric Skull Base Tumors: A Management Challenge / M.F.M. Ballestero, S.N.F. de Souza, R.C.P. Neto [et al.] // *J. Pediatr. Neurosci.* – 2021. – Vol. 16, № 1. – P. 35-43.

44. Banerjee, A. Low-Grade Gliomas / A. Banerjee, T. Nicolaidis // *Pediatric CNS Tumors* / Eds. N. Gupta, A. Banerjee, D.A. Haas-Kogan. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – P. 1-35.

45. Basal brain tumours // *The Lancet.* – 1927. – Vol. 209, № 5417. – P. 1352. – doi: 10.1016/S0140-6736(00)78130-X

46. Beltagy, M.A. El. Benefits of endoscope-assisted microsurgery in the management of pediatric brain tumors / M.A. El Beltagy, M.M.E. Atteya // *Neurosurg. Focus.* – 2021. – Vol. 50, № 1. – P. E7.

47. Berhouma, M. The fully endoscopic supraorbital trans-eyebrow keyhole approach to the anterior and middle skull base / M. Berhouma, T. Jacquesson, E. Jouanneau // *Acta Neurochir (Wien).* – 2011. – Vol. 153, № 10. – P. 1949-1954.

48. Beyer, R.A. Moyamoya pattern of vascular occlusion after radiotherapy for glioma of the optic chiasm / R.A. Beyer, P. Paden, D.F. Sobel [et al.] // *Neurology.* – 1986. – Vol. 36, № 9. – P. 1173-1178.

49. Birch, K. Clinical experience with a high definition exoscope system for surgery of pineal region lesions / K. Birch, D. Drazin, K.L. Black [et al.] // *J. Clin. Neurosci.* – 2014. – Vol. 21, № 7. – P. 1245-1249.

50. Bowzyk Al-Naeeb, A. Current Management of Intracranial Germ Cell Tumours / A.B. Al-Naeeb, M. Murray, G. Horan [et al.] // *Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol).* – 2018. – Vol. 30, № 4. – P. 204-214.

51. Braunstein, S. Intracranial Germ Cell Tumors / S. Braunstein, S.M. McBride, D.A. Haas-Kogan // *Pediatric CNS Tumors* / Eds. N. Gupta, A. Banerjee, D.A. Haas-Kogan. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – P. 121-143.

52. Buchfelder, M. Transcranial surgery for pituitary adenomas / M. Buchfelder, J. Kreutzer // *Pituitary.* – 2008. – Vol. 11, № 4. – P. 375-384.

53. Buerki, R.A. An overview of meningiomas / R.A. Buerki, C.M. Horbinski,

T. Kruser, [et al.] // *Futur. Oncol.* – 2018. – Vol. 14, № 21. – P. 2161-2177.

54. Caldarelli, M. Intracranial midline dermoid and epidermoid cysts in children / M. Caldarelli, L. Massimi, C. Kondageski [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2004. – Vol. 100, № 5. – P. 473-480.

55. Campbell, P.G. Endocrinological and ophthalmological consequences of an initial endonasal endoscopic approach for resection of craniopharyngiomas / P.G. Campbell, B. McGettigan, A. Luginbuhl [et al.] // *Neurosurg. Focus.* – 2010. – Vol. 28, № 4. – P. E8.

56. Cappabianca, P. Application of neuroendoscopy to intraventricular lesions / P. Cappabianca, G. Cinalli, M. Gangemi [et al.] // *Neurosurgery.* – 2008. – Vol. 62, № 2. – P. 575-578.

57. Chang, E. Late Effects of Treatment and Palliative Care / E. Chang, R. Goldsby, S. Mueller [et al.] // *Pediatric CNS Tumors* / Eds. N. Gupta, A. Banerjee, D.A. Haas-Kogan. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – P. 365-387.

58. Cheng, C.M. Quantitative verification of the keyhole concept: a comparison of area of exposure in the parasellar region via supraorbital keyhole, frontotemporal pterional, and supraorbital approaches / C.M. Cheng, A. Noguchi, A. Dogan [et al.] // *Journal of neurosurgery.* – 2013. – Vol. 118, № 2. – P. 264-269. – doi: 10.3171/2012.9.JNS09186

59. Choque-velasquez, J. Modified Pure Endoscopic Approach to Pineal Region: Proof of Concept of Efficient and Inexpensive Surgical Model Based on Laboratory Dissections / J. Choque-Velasquez, F. Miranda-Solis, R. Colasanti [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 117. – P. e3-e3.

60. Cinalli, G. Surgical treatment of thalamic tumors in children / G. Cinalli, D.T. Aguirre, G. Mirone // *Journal of Neurosurgery: Pediatrics.* – 2018. – Vol. 21, № 3. – P. 247-257. – doi: 10.3171/2017.7.PEDS16463

61. Cnossen, M.H. Endocrinologic disorders and optic pathway gliomas in children with neurofibromatosis type 1 / S.C. Jost, J.W. Ackerman, J.R. Garbow [et al.] // *Pediatrics.* – 1997. – Vol. 100, № 4. – P. 667-670.

62. Colao, A. Pituitary Tumors in Childhood / A. Colao, R. Pirchio // *Endotext* /

Eds. K.R. Feingold [et al.]. – South Dartmouth (MA), 2000.

63. Corrivetti, F. Flexible Endoscopic-Assisted Microsurgical Radical Resection of Intracanalicular Vestibular Schwannomas By Retrosigmoid Approach: Operative Technique / F. Corrivetti, G. Cacciotti, C.G. Scavo [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 115. – P. 229-233.

64. Couldwell, W.T. Transsphenoidal and transcranial surgery for pituitary adenomas / W.T. Couldwell // *J. Neurooncol.* – 2004. – Vol. 69, № 1-3. – P. 237-256.

65. D'avella E. The endoscopic endonasal approach for pediatric craniopharyngiomas: the key lessons learned / E. d'Avella, D. Solari, T. Somma [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2019. – Vol. 35, № 11. – P. 2147-2155.

66. De Martino, L. Diencephalic Syndrome Due to Optic Pathway Gliomas in Pediatric Patients: An Italian Multicenter Study / L. De Martino, S. Picariello, S. Triarico [et al.] // *Diagnostics (Basel, Switzerland).* – 2022. – Vol. 12, № 3. – P. 664.

67. Di Ieva, A. A journey into the technical evolution of neuroendoscopy / A. Di Ieva, M. Tam, M. Tschabitscher [et al.] // *World Neurosurg.* – 2014. – Vol. 82, № 6. – P. E777-E789.

68. Di, X. Endoscopic minimally invasive neurosurgery: Emerging techniques and expanding role through an extensive review of the literature and our own experience. Part I: Intraendoscopic neurosurgery / X. Di, A. Sui, R. Hakim [et al.] // *Pediatr. Neurosurg.* – 2012. – Vol. 47, № 5. – P. 315-326.

69. Di, X. Endoscopic minimally invasive neurosurgery: Emerging techniques and expanding role through an extensive review of the literature and our own experience. Part II: Extraendoscopic neurosurgery / X. Di, A. Sui, R. Hakim [et al.] // *Pediatr. Neurosurg.* – 2012. – Vol. 47, № 5. – P. 327-336.

70. Ding, Z. Intradural Subtemporal Keyhole Approach with Neuronavigational Assistance to the Petroclival and Ventrolateral Brainstem Regions: Quantitative Analysis of Anatomic Exposure and Surgical Freedom / Z. Ding, X. Lu, Q. Wang [et al.] // *World Neurosurg.* – 2019. – Vol. 124. – P. 682-692.

71. Dirks, P.B. Development of anaplastic changes in low-grade astrocytomas

of childhood / P.B. Dirks, V. Jay, L.E. Becker [et al.] // *Neurosurgery*. – 1994. – Vol. 34, № 1. – P. 68-78.

72. Dodge, H.W. Gliomas of the optic nerves / H.W. Dodge, J.G. Love, W.M. Craig [et al.] // *AMA. Arch. Neurol. Psychiatry*. – 1958. – Vol. 79, N 6. – P. 607-621.

73. Dolenc, V.V. Central skull base anatomy / V.V. Dolenc // *Microsurgical Anatomy and Surgery of the Central Skull Base*. – Vienna: Springer Vienna, 2003. – P. 3-50.

74. Donaghy, R.M.P. Pressure measurement beneath retractors for protection of delicate tissues / R.M.P. Donaghy, M. Numoto, L.J. Wallman [et al.] // *Am. J. Surg.* – 1972. – Vol. 123, № 4. – P. 429-431.

75. Drapeau, A. Pediatric craniopharyngioma / A. Drapeau, P.C. Walz, J.G. Eide [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2019. – Vol. 35, № 11. – P. 2133-2145.

76. Drysch, A. Comparative analysis of techniques to prevent laparoscopic fogging / A. Drysch, K. Schmitt, B. Uribe [et al.] // *Minim. invasive Ther. allied Technol. MITAT Off. J. Soc. Minim. Invasive Ther.* – 2016. – Vol. 25, № 6. – P. 319-322.

77. Echevarría, M.E. Pediatric Central Nervous System Germ Cell Tumors: A Review / M.E. Echevarría, J. Fangusaro, S. Goldman // *Oncologist*. – 2008. – Vol. 13, № 6. – P. 690-699.

78. Eichberg, D.G. Use of Tubular Retractor for Resection of Deep-Seated Cerebral Tumors and Colloid Cysts: Single Surgeon Experience and Review of the Literature / D.G. Eichberg, S. Buttrick, G.D. Brusko [et al.] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 112. – P. e50-e60.

79. Elliott, R.E. Surgical management of giant pediatric craniopharyngiomas / R.E. Elliott, J.H. Wisoff // *J. Neurosurg. Pediatr.* – 2010. – Vol. 6, № 5. – P. 403-416.

80. El-Shehaby, A.M.N. Single-session Gamma Knife radiosurgery for optic pathway/hypothalamic gliomas / A.M.N. El-Shehaby, W.A. Reda, K.M.A. Karim [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2016. – Vol. 125, № 1. – P. 50-57.

81. Evanson, J. Radiology of the Pituitary / J. Evanson // *Endotext* / Eds. K.R. Feingold [et al.]. – South Dartmouth (MA), 2000.

82. Fideleff, H.L. Prolactinoma in children and adolescents / H.L. Fideleff, H.R. Boquete, M.G. Suárez [et al.] // *Horm. Res.* – 2009. – Vol. 72, № 4. – P. 197-205.
83. Filipce, V. Quantitative and qualitative analysis of the working area obtained by endoscope and microscope in various approaches to the anterior communicating artery complex using computed tomography-based frameless stereotaxy: A cadaver study / V. Filipce, P. Pillai, O. Makiese [et al.] // *Neurosurgery.* – 2009. – Vol. 65, № 6. – P. 1147-1152.
84. Fisher, B.J. Results of a policy of surveillance alone after surgical management of pediatric low grade gliomas / B.J. Fisher, C.C. Leighton, O. Vujovic [et al.] // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* – 2001. – Vol. 51, № 3. – P. 704-710.
85. Fisher, M.J. Visual outcomes in children with neurofibromatosis type 1-associated optic pathway glioma following chemotherapy: a multicenter retrospective analysis / M.J. Fisher, M. Loguidice, D.H. Gutmann [et al.] // *Neuro. Oncol.* – 2012. – Vol. 14, № 6. – P. 790-797.
86. Fornari, M. Surgical treatment of intracranial dermoid and epidermoid cysts in children / M. Fornari, C.L. Solero, G. Lasio [et al.] // *Child's Nerv. Syst.* – 1990. – Vol. 6, № 2. – P. 66-70.
87. Fouladi, M. Survival and functional outcome of children with hypothalamic/chiasmatic tumors / M. Fouladi, D. Wallace, J.W. Langston [et al.] // *Cancer.* – 2003. – Vol. 97, № 4. – P. 1084-1092.
88. Frohman, L.A. Isolated familial somatotropinomas: clinical and genetic considerations / L.A. Frohman // *Trans. Am. Clin. Climatol. Assoc.* – 2003. – Vol. 114. – P. 165-177.
89. Gaab, M.R. Neuroendoscopic approach to intraventricular lesions / M.R. Gaab, H.W.S. Schroeder // *J. Neurosurg. JNS.* – 1998. – Vol. 88, № 3. – P. 496-505.
90. Gandhoke, G.S. Supraorbital Versus Endoscopic Endonasal Approaches for Olfactory Groove Meningiomas: A Cost-Minimization Study / G.S. Gandhoke, M. Pease, K.J. Smith [et al.] // *World Neurosurg.* – 2017. – Vol. 105. – P. 126-136.
91. Gao, X. Childhood and juvenile meningiomas / X. Gao, R. Zhang, Y. Mao [et al.] // *Child's Nerv. Syst.* – 2009. – Vol. 25, № 12. – P. 1571.

92. Garrett, M. Transcranial minimally invasive neurosurgery for tumors / M. Garrett, G. Consiglieri, P. Nakaji // *Neurosurgery Clinics*. – 2010. – Vol. 21, № 4. – P. 595-605. – doi: 10.1016/j.nec.2010.07.002
93. Gazzeri, R. Endoscopic supraorbital eyebrow approach for the surgical treatment of extraaxial and intraaxial tumors / R. Gazzeri, Y. Nishiyama, C. Teo // *Neurosurg. Focus*. – 2014. – Vol. 37, № 4. – P. 1-8.
94. Governale, L.S. Minimally invasive pediatric neurosurgery / L.S. Governale // *Pediatr. Neurol.* – 2015. – Vol. 52, № 4. – P. 389-397.
95. Grabenbauer, G.G. Radiation therapy of optico-hypothalamic gliomas (OHG) – radiographic response, vision and late toxicity / G.G. Grabenbauer, U. Schuchardt, M. Buchfelder [et al.] // *Radiother. Oncol. J. Eur. Soc. Ther. Radiol. Oncol.* – 2000. – Vol. 54, № 3. – P. 239-245.
96. Guiot, G. [Ventriculoscopy] / G. Guiot, C. Comoy // *Rev. Prat.* – 1963. – Vol. 13. – P. 3655-3656.
97. Guiot, J. [Intracranial endoscopic explorations] / J. Guiot, J. Rougerie, M. Fourestier [et al.] // *Presse Med.* – 1963. – Vol. 71. – P. 1225-1228.
98. Hasegawa, H. Long-term surgical outcomes of intracranial epidermoid tumors: impact of extent of resection on recurrence and functional outcomes in 63 patients / H. Hasegawa, K. Vakharia, L.P. Carlstrom [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2021. – Vol. 136, № 6. – P. 1592-1600.
99. Hawkins, C. BRAF-KIAA1549 fusion predicts better clinical outcome in pediatric low-grade astrocytoma / C. Hawkins, E. Walker, N. Mohamed [et al.] // *Clin. cancer Res. an Off. J. Am. Assoc. Cancer Res.* – 2011. – Vol. 17, № 14. – P. 4790-4798.
100. Hidalgo, E.T. Resection of Intraventricular Tumors in Children by Purely Endoscopic Means / E.T. Hidalgo, A. Ali, H.L. Weiner [et al.] // *World Neurosurg.* – 2016. – Vol. 87. – P. 372-380.
101. Hill, C.S. Neurosurgical experience of managing optic pathway gliomas / E. Lacaze, V. Kieffer, A. Streri [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2021. – Vol. 37, № 6. – P. 1917-1929.
102. Hopf, N.J. Endoscopic neurosurgery and endoscope-assisted

microneurosurgery for the treatment of intracranial cysts / N.J. Hopf, A. Perneczky // *Neurosurgery*. – 1998. – Vol. 43, № 6. – P. 1330-1337.

103. Hoshide, R. Neuroendoscopy to Achieve Superior Glioma Resection Outcomes / R. Hoshide, C. Teo // *Clin. Neurosurg.* – 2017. – Vol. 64. – P. 139-143.

104. Huntoon, K. Meningioma: A Review of Clinicopathological and Molecular Aspects / K. Huntoon, A.M.S. Toland, S. Dahiya // *Front. Oncol.* – 2020. – Vol. 10. – P. 2245.

105. Ichikawa, T. Hybrid Microscopic-Endoscopic Surgery for Craniopharyngioma in Neurosurgical Suite: Technical Notes / T. Ichikawa, Y. Otani, J. Ishida [et al.] // *World Neurosurg.* – 2016. – Vol. 85. – P. 340-348.e1.

106. Jahraus, C.D. Optic pathway gliomas / C.D. Jahraus, N.J. Tarbell // *Pediatr. Blood Cancer*. – 2006. – Vol. 46, № 5. – P. 586-596.

107. Javadpour, M. Endoscopic extended transsphenoidal surgery for newly diagnosed paediatric craniopharyngiomas / M. Javadpour, M. Amoo, D. Crimmins [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2021. – Vol. 37, № 5. – P. 1547-1561.

108. Jinguji, S. Long-term outcomes in patients with pineal nongerminomatous malignant germ cell tumors treated by radical resection during initial treatment combined with adjuvant therapy / S. Jinguji, J. Yoshimura, K. Nishiyama [et al.] // *Acta Neurochir. (Wien)*. – 2015. – Vol. 157, № 12. – P. 2175-2183.

109. Jost, S.C. Diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced imaging as markers of clinical behavior in children with optic pathway glioma / S.C. Jost, J.W. Ackerman, J.R. Garbow [et al.] // *Pediatr. Radiol.* – 2008. – Vol. 38, № 12. – P. 1293-1299.

110. Kalamarides, M. Identification of a progenitor cell of origin capable of generating diverse meningioma histological subtypes / M. Kalamarides, A.O. Stemmer-Rachamimov [et al.] // *Oncogene*. – 2011. – Vol. 30, № 20. – P. 2333-2344.

111. Keil, M.F. Pituitary tumors in childhood: update of diagnosis, treatment and molecular genetics / M.F. Keil, C.A. Stratakis // *Expert Rev. Neurother.* – 2008. – Vol. 8, № 4. – P. 563-574.

112. Kelly, A.P. Pediatric pituitary adenomas are more aggressive, more likely to be hormone producing and are more difficult to cure than adult pituitary adenomas: case series and systematic literature review / A.P. Kelly, J.P. Greenfield, G.A. Dobri [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2022. – Vol. 38, № 4. – P. 729-738.
113. Kelly, P.J. Volumetric Stereotactic Surgical Resection of Intra-axial Brain Mass Lesions / P.J. Kelly // *Mayo Clin. Proc.* – 1988. – Vol. 63, № 12. – P. 1186-1198.
114. Kestle, J.R. Moyamoya phenomenon after radiation for optic glioma / J.R. Kestle, H.J. Hoffman, A.R. Mock // *J. Neurosurg.* – 1993. – Vol. 79, № 1. – P. 32-35.
115. Khan, D.Z. The endoscope-assisted supraorbital «keyhole» approach for anterior skull base meningiomas: an updated meta-analysis / D.Z. Khan, I.S. Muskens, R.A. Mekary [et al.] // *Acta Neurochir. (Wien).* – 2021. – Vol. 163, № 3. – P. 661-676.
116. Kim, M.-H. Transcortical Endoscopic Surgery for Intraventricular Lesions / M.-H. Kim // *J. Korean Neurosurg. Soc.* – 2017. – Vol. 60, № 3. – P. 327-334.
117. Kim, Y.H. Endoscopic endonasal skull base surgery for pediatric brain tumors / Y.H. Kim, J.Y. Lee, J.H. Phi [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2019. – Vol. 35, № 11. – P. 2081-2090.
118. Komotar, R.J. Pilocytic and pilomyxoid hypothalamic/chiasmatic astrocytomas / R.J. Komotar, P.C. Burger, B.S. Carson [et al.] // *Neurosurgery.* – 2004. – Vol. 54, № 1. – P. 72-80.
119. Kortmann, R.-D. Current and future strategies in radiotherapy of childhood low-grade glioma of the brain. Part II: Treatment-related late toxicity / R.D. Kortmann, B. Timmermann, R.E. Taylor [et al.] // *Strahlentherapie und Onkol. Organ der Dtsch. Rontgengesellschaft.* – 2003. – Vol. 179, № 9. – P. 585-597.
120. Kotecha, R.S. Meningiomas in children and adolescents: a meta-analysis of individual patient data / R.S. Kotecha, E.M. Pascoe, E.J. Rushing [et al.] // *Lancet. Oncol.* – 2011. – Vol. 12, № 13. – P. 1229-1239.
121. Kotecha, R.S. Pediatric meningioma: current approaches and future direction / R.S. Kotecha, R.C. Junckerstorff, S. Lee [et al.] // *J. Neurooncol.* – 2011. – Vol. 104, № 1. – P. 1-10.

122. Koumas, C. Outcomes following endoscopic endonasal resection of sellar and supresellar lesions in pediatric patients / C. Koumas, A. Laibangyang, S.L. Barron [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2019. – Vol. 35, № 11. – P. 2099-2105.

123. Lacaze, E. Neuropsychological outcome in children with optic pathway tumours when first-line treatment is chemotherapy / E. Lacaze, V. Kieffer, A. Streri [et al.] // *Br. J. Cancer.* – 2003. – Vol. 89, № 11. – P. 2038-2044.

124. Lamba, N. The epidemiology of primary and metastatic brain tumors in infancy through childhood / N. Lamba, A. Groves, M. Torre [et al.] // *J. Neurooncol.* – 2022. – Vol. 156, № 2. – P. 419-429.

125. Lawrentschuk, N. Laparoscopic lens fogging: a review of etiology and methods to maintain a clear visual field / N. Lawrentschuk, N.E. Fleshner, D.M. Bolton // *J. Endourol.* – 2010. – Vol. 24, № 6. – P. 905-913.

126. Lei, T. Endoscopically Assisted Targeted Keyhole Retrosigmoid Approaches for Microvascular Decompression: Quantitative Anatomic Study / E. Belykh, N.R. Onaka, X. Zhao [et al.] // *World Neurosurgery.* – 2018. – Vol. 119. – P. 1-15.

127. Leng, L.Z. Endoscopic, endonasal resection of craniopharyngiomas: analysis of outcome including extent of resection, cerebrospinal fluid leak, return to preoperative productivity, and body mass index / L.Z. Leng, J.P. Greenfield, M.M. Souweidane [et al.] // *Neurosurgery.* – 2012. – Vol. 70, № 1. – P. 110-114.

128. Lian, X. Treatment outcomes of intracranial germinoma: a retrospective analysis of 170 patients from a single institution / X. Lian, X. Hou, J. Yan [et al.] // *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* – 2019. – Vol. 145, № 3. – P. 709-715.

129. Liao, C. The Visual Acuity Outcome and Relevant Factors Affecting Visual Improvement in Pediatric Sporadic Chiasmatic-Hypothalamic Glioma Patients Who Received Surgery / C. Liao, H. Zhang, Z. Liu [et al.] // *Front. Neurol.* – 2020. – Vol. 11. – P. 766.

130. Linsler, S. Endoscopic Assisted Supraorbital Keyhole Approach or Endoscopic Endonasal Approach in Cases of Tuberculum Sellae Meningioma: Which Surgical Route Should Be Favored? / S. Linsler, G. Fischer, V. Skliarenko [et al.] // *World*

Neurosurg. – 2017. – Vol. 104. – P. 601-611.

131. Listerick, R. Natural history of optic pathway tumors in children with neurofibromatosis type 1: A longitudinal study / R. Listerick, J. Charrow, M. Greenwald [et al.] // J. Pediatr. – 1994. – Vol. 125, № 1. – P. 63-66.

132. Lithgow, K. Craniopharyngiomas / K. Lithgow, U. Pohl, N. Karavitaki // Endotext / Eds. K.R. Feingold [et al.]. – South Dartmouth (MA), 2000.

133. Liu, J. Clinical features and long-term outcomes of pediatric meningiomas / L. Wu, C. Yang, T. Liu [et al.] // Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg. – 2021. – Vol. 37, № 10. – P. 3041-3047.

134. Lynch, J.C. Surgical strategy for intracranial dermoid and epidermoid tumors: An experience with 33 Patients / J.C. Lynch, A. Aversa, C. Pereira [et al.] // Surg. Neurol. Int. – 2014. – Vol. 5. – P. 163.

135. Malbari, F. Pediatric Neuro-Oncology / F. Malbari // Neurol. Clin. – 2021. – Vol. 39, № 3. – P. 829-845.

136. Mansour, S. Literature Review the Use of BrainPath Tubular Retractors in the Management of Deep Brain Lesions: A Review of Current Studies / S. Mansour, N. Echeverry, S. Shapiro [et al.] // World Neurosurg. – 2020. – Vol. 134. – P. 155-163.

137. Martens, T. Long-term follow-up and quality of life in patients with intracranial germinoma / T. Martens, R. Rotermund, C. Zu Eulenburg [et al.] // Neurosurg. Rev. – 2014. – Vol. 37, № 3. – P. 445-450; discussion 451.

138. McCullough, D.C. Optic pathway tumors. A review with proposals for clinical staging / D.C. McCullough, F. Epstein // Cancer. – 1985. – Vol. 56, № 7. – P. 1789-1791.

139. Merchant, T.E. Proton versus photon radiotherapy for common pediatric brain tumors: comparison of models of dose characteristics and their relationship to cognitive function / T.E. Merchant, C. Hua, H. Shukla [et al.] // Pediatr. Blood Cancer. – 2008. – Vol. 51, № 1. – P. 110-117.

140. Milano, M.T. Single- and Multi-Fraction Stereotactic Radiosurgery Dose Tolerances of the Optic Pathways / M.T. Milano, J. Grimm, S.G. Soltys [et al.] // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. – 2021. – Vol. 110, № 1. – P. 87-99.

141. Molitch, M.E. Prolactinoma Management / M.E. Molitch, J. Drummond, M. Korbonits // *Endotext* / Eds. K.R. Feingold [et al.]. – South Dartmouth (MA), 2000.
142. Mortini, P. Pituitary Surgery / P. Mortini, L. Albano, L.R. Barzaghi [et al.] // *Presse Med.* – 2021. – Vol. 50, № 4. – P. 104079.
143. Müller, H.L. Craniopharyngioma / H.L. Müller, C. Alapetite, J. Wisoff // *Nat. Rev. Dis. Prim.* – 2019. – Vol. 5, № 1. – P. 75.
144. Murray, M.J. Consensus on the management of intracranial germ-cell tumours / M.J. Murray, U. Bartels, R. Nishikawa [et al.] // *Lancet Oncol.* – 2015. – Vol. 16, № 9. – P. e470-e477.
145. Nicolin, G. Natural history and outcome of optic pathway gliomas in children / G. Nicolin, P. Parkin, D. Mabbott [et al.] // *Pediatr. Blood Cancer.* – 2009. – Vol. 53, № 7. – P. 1231-1237.
146. Nishiyama, K. A novel three-dimensional and high-definition flexible scope / K. Nishiyama, Y. Natori, K. Oka // *Acta Neurochir. (Wien)*. – 2014. – Vol. 156, № 6. – P. 1245-1249.
147. Noudel, R. Intracranial teratomas in children: the role and timing of surgical removal / R. Noudel, M. Vinchon, P. Dhellemmes [et al.] // *J. Neurosurg. Pediatr.* – 2008. – Vol. 2, № 5. – P. 331-338.
148. Ogasawara, C. Meningioma: A review of epidemiology, pathology, diagnosis, treatment, and future directions / C. Ogasawara, B.D. Philbrick, D.C. Adamson // *Biomedicines.* – 2021. – Vol. 9, № 3. – P. 319.
149. Ogiwara, T. Pitfalls of skull base reconstruction in endoscopic endonasal approach / T. Ogiwara, A. Nagm, T. Hasegawa [et al.] // *Neurosurg. Rev.* – 2018. – Vol. 42, № 3. – P. 683-689.
150. Oppong, M.D. Intraventricular mass lesions: Still a question of surgical approach? / M.D. Oppong, O. Müller, R. Jabbarli [et al.] // *J. Clin. Neurosci. Off. J. Neurosurg. Soc. Australas.* – 2017. – Vol. 43. – P. 157-162.
151. Ostling, L. Craniopharyngioma / L. Ostling, D.A. Haas-Kogan, R.H. Lustig, [et al.] // *Pediatric CNS Tumors* / Eds. N. Gupta, A. Banerjee, D.A. Haas-Kogan. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – P. 145-169.

152. Ottenhausen, M. Decision-making algorithm for minimally invasive approaches to anterior skull base meningiomas / M. Ottenhausen, K. Rumalla, A.F. Alalade [et al.] // *Neurosurg. Focus FOC.* – 2018. – Vol. 44, № 4. – P. E7.

153. Packer, R.J. Carboplatin and vincristine chemotherapy for children with newly diagnosed progressive low-grade gliomas / R.J. Packer, J. Ater, J. Allen [et al.] // *J. Neurosurg.* – 1997. – Vol. 86, № 5. – P. 747-754.

154. Packer, R.J. Objective response of multiply recurrent low-grade gliomas to bevacizumab and irinotecan / R.J. Packer, R. Jakacki, M. Horn [et al.] // *Pediatr. Blood Cancer.* – 2009. – Vol. 52, № 7. – P. 791-795.

155. Packer, R.J. Pediatric low-grade gliomas: implications of the biologic era / R.J. Packer, S. Pfister, E. Bouffet [et al.] // *Neuro. Oncol.* – 2017. – Vol. 19, № 6. – P. 750-761.

156. Park, E.S. Pediatric glioma at the optic pathway and thalamus / E.S. Park, J.B. Park, Y.S. Ra // *Journal of Korean Neurosurgical Society.* – 2018. – Vol. 61, № 3. – P. 352-362. – doi: 10.3340/jkns.2018.0040

157. Pascual, J.M. Craniopharyngioma and the Third Ventricle: This Inescapable Topographical Relationship / J.M. Pascual, R. Prieto // *Front. Oncol.* – 2022. – Vol. 12. – P. 872689.

158. Patel, P. Technical strategies for the transcallosal transforaminal approach to third ventricle tumors: expanding the operative corridor / P. Patel, A.A. Cohen-Gadol, F. Boop [et al.] // *J. Neurosurg. Pediatr.* – 2014. – Vol. 14, № 4. – P. 365-371.

159. Pereira, B.J.A. Comprehensive analysis of meningioma in the first two decades of life: A systematic review / B.J.A. Pereira, A.N. de Almeida, P.H.P. de Aguiar [et al.] // *Neurochirurgie.* – 2020. – Vol. 66, № 1. – P. 36-40.

160. Pernecky, A. Endoscope-assisted brain surgery: Part 1 – Evolution, basic concept, and current technique / A. Pernecky, G. Fries // *Neurosurgery.* – 1998. – Vol. 42, № 2. – P. 219-225.

161. Prevedello, D.M. Port approaches to intrinsic brain tumors / D.M. Prevedello, A.B. Todeschini, J.M.R. Barbero [et al.] // *Comprehensive Overview of Modern Surgical Approaches to Intrinsic Brain Tumors* / Editors: K. Chaichana, A.

Quiñones-Hinojosa. – Academic Press, 2019. – P. 465-474.

162. Purohit, A. Endoscopic endonasal versus transcranial approach to resection of olfactory groove meningiomas: a systematic review / A. Purohit, R. Jha, A.M. Khalafallah [et al.] // *Neurosurg. Rev.* – 2020. – Vol. 43, № 6. – P. 1465-1471.

163. Raza, S.M. Minimally invasive trans-portal resection of deep intracranial lesions / S.M. Raza, P.F. Recinos, J. Avendano [et al.] // *Minim. Invasive Neurosurg.* – 2011. – Vol. 54, № 1. – P. 5-11.

164. Reisch, R. Ten-year experience with the supraorbital subfrontal approach through an eyebrow skin incision / R. Reisch, A. Perneczky // *Operative Neurosurgery.* – 2005. – Vol. 57, № 4. – P. ONS-242-ONS-255. – doi: 10.1227/01.NEU.0000178353.42777.2C

165. Reisch, R. The keyhole concept in neurosurgery / R. Reisch, A. Stadie, R. Kockro [et al.] // *World neurosurgery.* – 2013. – Vol. 79, № 2. – P. S17. e9-S17.e13. – doi: 10.1016/j.wneu.2012.02.024

166. Rennert, J. Imaging of sellar and parasellar lesions / J. Rennert, A. Doerfler // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2007. – Vol. 109, № 2. – P. 111-124.

167. Renovanz, M. Does size matter? Minimally invasive approach in pediatric neurosurgery – a review of 125 minimally invasive surgeries in children: clinical history and operative results / M. Renovanz, A.K. Hickmann, A. Gutenberg [et al.] // *Child's Nervous System.* – 2015. – Vol. 31, № 5. – P. 665-674. – doi: 10.1007/s00381-015-2620-y

168. Rhoton, A.L.J. The anterior and middle cranial base / A.L.J. Rhoton // *Neurosurgery.* – 2002. – Vol. 51, № 4. – P. S273-302.

169. Rigante, M. Endoscopic transsphenoidal approach versus microscopic approach in children / M. Rigante, L. Massimi, C. Parrilla [et al.] // *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* – 2011. – Vol. 75, № 9. – P. 1132-1136.

170. Robinow, Z.M. Supraorbital Keyhole Craniotomy via Eyebrow Incision: A Systematic Review and Meta-Analysis. / Robinow ZM, Peterson C, Waldau B, Shahlaie K. // *World Neurosurg.* – 2022. – Vol. 158, – e509-e542.

171. Rocque, B.G. Neuroendoscopy for Intraventricular Tumor Resection / B.G.

Rocque // *World Neurosurg.* – 2016. – Vol. 90. – P. 619-620.

172. Rosenørn, J. Reduction of regional cerebral blood flow during brain retraction pressure in the rat / J. Rosenørn, N.H. Diemer // *J. Neurosurg.* – 1982. – Vol. 56, № 6. – P. 826-829.

173. Rosenørn, J. The influence of intermittent versus continuous brain retractor pressure on regional cerebral blood flow and neuropathology in the rat / J. Rosenørn, N.H. Diemer // *Acta Neurochir. (Wien).* – 1988. – Vol. 93, № 1-2. – P. 13-17.

174. Rosenørn, J. The risk of ischaemic brain damage during the use of self-retaining brain retractors / J. Rosenørn // *Acta Neurol. Scand.* – 1989. – Vol. 79, № s120. – P. 1-30.

175. Russo, N. Endoscopic Approaches to Intraventricular Lesions / N. Russo, A. Brunori, A. Delitala // *J. Neurol. Surg. A. Cent. Eur. Neurosurg.* – 2015. – Vol. 76, № 5. – P. 353-360.

176. Sai Kiran, N.A. Surgical management of thalamic gliomas: case selection, technical considerations, and review of literature / N.A. Sai Kiran, S. Thakar, R. Dadlani [et al.] // *Neurosurgical review.* – 2013. – Vol. 36, № 3. – P. 383-393. – doi: 10.1007/s10143-013-0452-3

177. Salma, A. Lateral supraorbital approach vs pterional approach: An anatomic qualitative and quantitative evaluation / A. Salma, A. Alkandari, S. Sammet, [et al.] // *Neurosurgery.* – 2011. – Vol. 68, № 2. – P. 364-371.

178. Sandberg, D.I. Endoscopic Resection of Intraventricular Brain Tumors in Children / D.I. Sandberg // *World Neurosurg.* – 2016. – Vol. 89. – P. 708-709.

179. Sarkar, S. A Comparison of Long-Term Treatment Outcomes Between Giant and Nongiant Craniopharyngiomas / S. Sarkar, S.R. Chacko, S. Korula [et al.] // *World Neurosurg.* – 2022. – Vol. 162. – P. e587-e596.

180. Sarkar, S. Long-term outcomes following maximal safe resection in a contemporary series of childhood craniopharyngiomas / S. Sarkar, S.R. Chacko, S. Korula [et al.] // *Acta Neurochir. (Wien).* – 2021. – Vol. 163, № 2. – P. 499-509.

181. Schroeder, H.W.S. General principles and intraventricular neuroendoscopy: endoscopic techniques / H.W.S. Schroeder // *World Neurosurg.* – 2013. – Vol. 79, № 2.

– P. S14.e23-8.

182. Shamji, M.F. Syndromic and sporadic pediatric optic pathway gliomas: review of clinical and histopathological differences and treatment implications / M.F. Shamji, B.G. Benoit // *Neurosurg. Focus.* – 2007. – Vol. 23, № 5. – P. E3.

183. Sharif, S. Second primary tumors in neurofibromatosis 1 patients treated for optic glioma: substantial risks after radiotherapy / S. Sharif, R. Ferner, J.M. Birch [et al.] // *J. Clin. Oncol. Off. J. Am. Soc. Clin. Oncol.* – 2006. – Vol. 24, № 16. – P. 2570-2575.

184. Shear, B.M. Extent of resection of epidermoid tumors and risk of recurrence: case report and meta-analysis / B.M. Shear, L. Jin, Y. Zhang [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2019. – Vol. 133, № 2. – P. 291-301.

185. Shim, K.W. Neuroendoscopy: Current and future perspectives / K.W. Shim, E.K. Park, D.S. Kim [et al.] // *J. Korean Neurosurg. Soc.* – 2017. – Vol. 60, № 3. – P. 322-326.

186. Shofty, B. Visual outcome following chemotherapy for progressive optic pathway gliomas / B. Shofty, L. Ben-Sira, S. Freedman [et al.] // *Pediatr. Blood Cancer.* – 2011. – Vol. 57, № 3. – P. 481-485.

187. Singh, I. Combined microsurgical and endoscopic technique for removal of extensive intracranial epidermoids / I. Singh, S. Rohilla, P. Kumar [et al.] // *Surg. Neurol. Int.* – 2018. – Vol. 9. – P. 36.

188. Souweidane, M.M. The evolving role of surgery in the management of pediatric brain tumors / M.M. Souweidane // *J. Child Neurol.* – 2009. – Vol. 24, № 11. – P. 1366-1374.

189. Spetzler, R.F. The quiet revolution: Retractorless surgery for complex vascular and skull base lesions – Clinical article / R.F. Spetzler, N. Sanai // *J. Neurosurg.* – 2012. – Vol. 116, № 2. – P. 291-300.

190. Sughrue, M.E. Complication avoidance in minimally invasive neurosurgery / M.E. Sughrue, S.A. Mills, R.L. Young // *Neurosurgery Clinics.* – 2010. – Vol. 21, № 4. – P. 699-702. – doi: 10.1016/j.nec.2010.07.006

191. Takemura, Y. Comparison of microscopic and endoscopic approaches to the cerebellopontine angle / Y. Takemura, T. Inoue, T. Morishita [et al.] // *World Neurosurg.*

– 2014. – Vol. 82, № 3. – P. 427-441.

192. Tarapore, P.E. Microscopic endonasal transsphenoidal pituitary adenectomy in the pediatric population / P.E. Tarapore, M.E. Sughrue, L. Blevins [et al.] // *J. Neurosurg. Pediatr.* – 2011. – Vol. 7, № 5. – P. 501-509.

193. Tatsi, C. Aggressive pituitary tumors in the young and elderly / C. Tatsi, C.A. Stratakis // *Rev. Endocr. Metab. Disord.* – 2020. – Vol. 21, № 2. – P. 213-223.

194. Taylor, A.J. Population-based risks of CNS tumors in survivors of childhood cancer: the British Childhood Cancer Survivor Study / A.J. Taylor, M.P. Little, D.L. Winter [et al.] // *J. Clin. Oncol. Off. J. Am. Soc. Clin. Oncol.* – 2010. – Vol. 28, № 36. – P. 5287-5293.

195. Taylor, T. Radiological classification of optic pathway gliomas: experience of a modified functional classification system / T. Taylor, T. Jaspan, G. Milano [et al.] // *Br. J. Radiol.* – 2008. – Vol. 81, № 970. – P. 761-766.

196. Teo, C. Application of endoscopy to the surgical management of craniopharyngiomas / C. Teo // *Child's Nerv. Syst.* – 2005. – Vol. 21, № 8-9. – P. 696-700.

197. Teo, C. Principles and practice of keyhole brain surgery / C. Teo, M.E. Sughrue. – Thieme, 2015.

198. Teo, C. The concept of minimally invasive neurosurgery / C. Teo // *Neurosurgery Clinics of North America.* – 2010. – Vol. 21, № 4. – P. 583-584. – doi: 10.1016/j.nec.2010.07.001

199. Thomas, H. Paediatric proton therapy / H. Thomas, B. Timmermann // *Br. J. Radiol.* – 2020. – Vol. 93, № 1107. – P. 20190601.

200. Udaka, Y.T. Pediatric Brain Tumors / Y.T. Udaka, R.J. Packer // *Neurol. Clin.* – 2018. – Vol. 36, № 3. – P. 533-556.

201. Walz, P.C. Pediatric pituitary adenomas / P.C. Walz, A. Drapeau, A. Shaikhouni [et al.] // *Child's Nerv. Syst. ChNS Off. J. Int. Soc. Pediatr. Neurosurg.* – 2019. – Vol. 35, № 11. – P. 2107-2118.

202. Weizman, L. Automatic segmentation, internal classification, and follow-up of optic pathway gliomas in MRI / L. Weizman, L.B. Sira, L. Joskowicz [et al.] // *Med.*

Image Anal. – 2012. – Vol. 16, № 1. – P. 177-188.

203. Wilson, D.A. The Supraorbital Endoscopic Approach for Tumors / D.A. Wilson, H. Duong, C. Teo [et al.] // World Neurosurg. – 2014. – Vol. 82, № 1-2. – P. e243-e256.

204. Wilson, D.H. Limited exposure in cerebral surgery. Technical note / D.H. Wilson // J. Neurosurg. – 1971. – Vol. 34, № 1. – P. 102-106.

205. Winn, H.R. Youmans neurological surgery / H.R. Winn. – Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier, 2011.

206. Wu, C.C. MRI features of pediatric intracranial germ cell tumor subtypes / C.C. Wu, W.Y. Guo, F.C. Chang [et al.] // J. Neurooncol. – 2017. – Vol. 134, № 1. – P. 221-230.

207. Yalon, M. A feasibility and efficacy study of rapamycin and erlotinib for recurrent pediatric low-grade glioma (LGG) / M. Yalon, B. Rood, T.J. MacDonald [et al.] // *Pediatr. Blood Cancer*. – 2013. – Vol. 60, № 1. – P. 71-76.

208. Yaşargil, M.G. Microneurosurgical treatment of intracranial dermoid and epidermoid tumors / M.G. Yaşargil, C.D. Abernathy, A.C. Sarioglu // *Neurosurgery*. – 1989. – Vol. 24, № 4. – P. 561-567.

209. Yeremeyeva, E. Microscopic and endoscopic anterior communicating artery complex anatomy as seen through keyhole approaches / E. Yeremeyeva, A. Salma, A. Chow [et al.] // *J. Clin. Neurosci*. – 2012. – Vol. 19, № 10. – P. 1422-1425.

210. Yu, G. Gravity-Assisted Ipsilateral Paramedian Approach for Parafalcine Meningioma Resection / G. Yu, X. Wang, X. Zhang [et al.] // *World Neurosurg*. – 2020. – Vol. 135. – P. 234-240.

211. Zada, G. «Through the looking glass»: Optical physics, issues, and the evolution of neuroendoscopy / G. Zada, C. Liu, M.L.J. Apuzzo // *World Neurosurg*. – 2012. – Vol. 77, № 1. – P. 92-102.

212. Zhang, C. Quantitative analysis of exposure and surgical maneuverability of three purely endoscopic keyhole approaches to the floor of the third ventricle / C. Zhang, Z. Yan, X. Wang [et al.] // *Journal of Neurosurgical Sciences*. – 2021. – doi: 10.23736/S0390-5616.21.05455-2

213. Zipfel, J. Surgical Management of Pre-Chiasmatic Intraorbital Optic Nerve Gliomas in Children after Loss of Visual Function-Resection from Bulbus to Chiasm / J. Zipfel, J. Tellermann, D. Besch [et al.] // Child. (Basel, Switzerland). – 2022. – Vol. 9, № 4. – P. 459.

214. Zoeller, G.K. Malignant transformation of an optic pathway glioma without prior radiation therapy / G.K. Zoeller, C.D. Brathwaite, D.I. Sandberg // J. Neurosurg. Pediatr. – 2010. – Vol. 5, № 5. – P. 507-510.

Приложение А

Параметры объемных образований, оперированных из птерионального keyhole-доступа

№	Диагноз	Объем опухоли см ³	Распространение опухоли, мм									
			Кпереди от турецкого седла	Смещение среднего мозга кзади	Ниже спинки турецкого седла вдоль ската	Кзади от ската	За интратенториальную ВСА	За контралатеральную ВСА	Кзади от интратенториального малого крыла	Кзади от контралатерального малого крыла	Выше диафрагмы турецкого седла	
1	Краниофарингиома	41,3	0	19,14	0	0	25,77	0	0	25,9	0	32,33
2	Краниофарингиома	72,4	0	28,83	36,4	36,7	9,48	6,32	0	69,69	0	16
3	Краниофарингиома	70,8	0	28	45,53	23,65	20,31	3	3	57,16	0	38,54
4	Краниофарингиома	80	0	26,32	34,6	28,5	29,43	3,49	3,49	26,21	0	31
5	Холестеатома	44,35	29,12	0	0	0	36	0	0	18,49	0	34
6	Краниофарингиома	50	5,42	28	0	0	14,4	0	0	17	0	39,6
7	Краниофарингиома	104	24	23,16	9,83	9,38	10,95	18,27	18,27	29,54	9,42	30
8	Краниофарингиома	8	0	10,27	0	0	15,51	0	0	20,24	0	17,5
9	Краниофарингиома	63,2	14,5	18,7	21,2	10,8	17,6	7,4	7,4	20,63	0	35,43

Параметры объемных образований, оперированных из транскаллозного доступа

№	Диагноз	Объем опухоли, см ³	Распространение опухоли, мм									
			Кпереди от турецкого седла	Смещение среднего мозга кзади	Книзу от спинки турецкого седла вдоль ската	За ВСА со стороны доступа	За контролатеральную ВСА	Кзади от ипсилатерального малого крыла	Кзади от контролатерального малого крыла	Выше диафрагмы турецкого седла		
1	Глиома хиазмы	18,2	9,7	16,31	0	16,13	0	0	0	0	0	23,8
2	Герминома	15,4	2,8	11,55	9,7	0	0	0	0	0	0	17,3
3	Глиома хиазмы и дна третьего желудочка	4,1	0	21,3	0	0	0	0	0	0	0	14
4	Краниофарингиома	12,4	2,6	16,83	6,31	0	7	0	0	0	0	28,45
5	Глиома хиазмы	88,5	6,45	36,73	6,8	21,4	19,2	0	0	0	0	47,56
6	Краниофарингиома	25,6	3	16	4,25	11,8	3,8	0	0	0	0	40
7	Кавернома	7,35	0	10,08	0	0	0	0	0	0	0	10,66
8	Глиома хиазмы и зрительного тракта	16,8	3,3	12,75	0	0	0	0	0	0	0	18,2
9	Краниофарингиома	34,6	5,4	19,1	3,7	13,9	7,4	1,2	0	0	0	42,4
10	Глиома хиазмы и зрительного тракта	27,3	2,8	15,4	2,2	10,7	5,3	0	0	0	0	37,6

Приложение Б

1. Хирургическое лечение детей с мезенцефало-галамическими опухолями в 2019–2021 гг.

Доступ	Средняя площадь краниотомии, см ²	Радикальность	Койко-день	Рецидив	Инфекционные осложнения	Ишемические осложнения	Геморрагические осложнения
Транссильвиевый (N=7)	16,2 ± 0,9	тотальное удаление -- 7 (100%)	5	0	0	0	0
Транскаллезный (N=11)	11,5 ± 1,4	тотальное -- 9 (82%), субтотальное -- 2 (18%)	4,9	2	0	0	0
Транстемпоральный (N=27)	12,2 ± 1,3	тотальное -- 21 (77,7%), субтотальное -- 6 (22,3%)	4,9	6	1	0	0

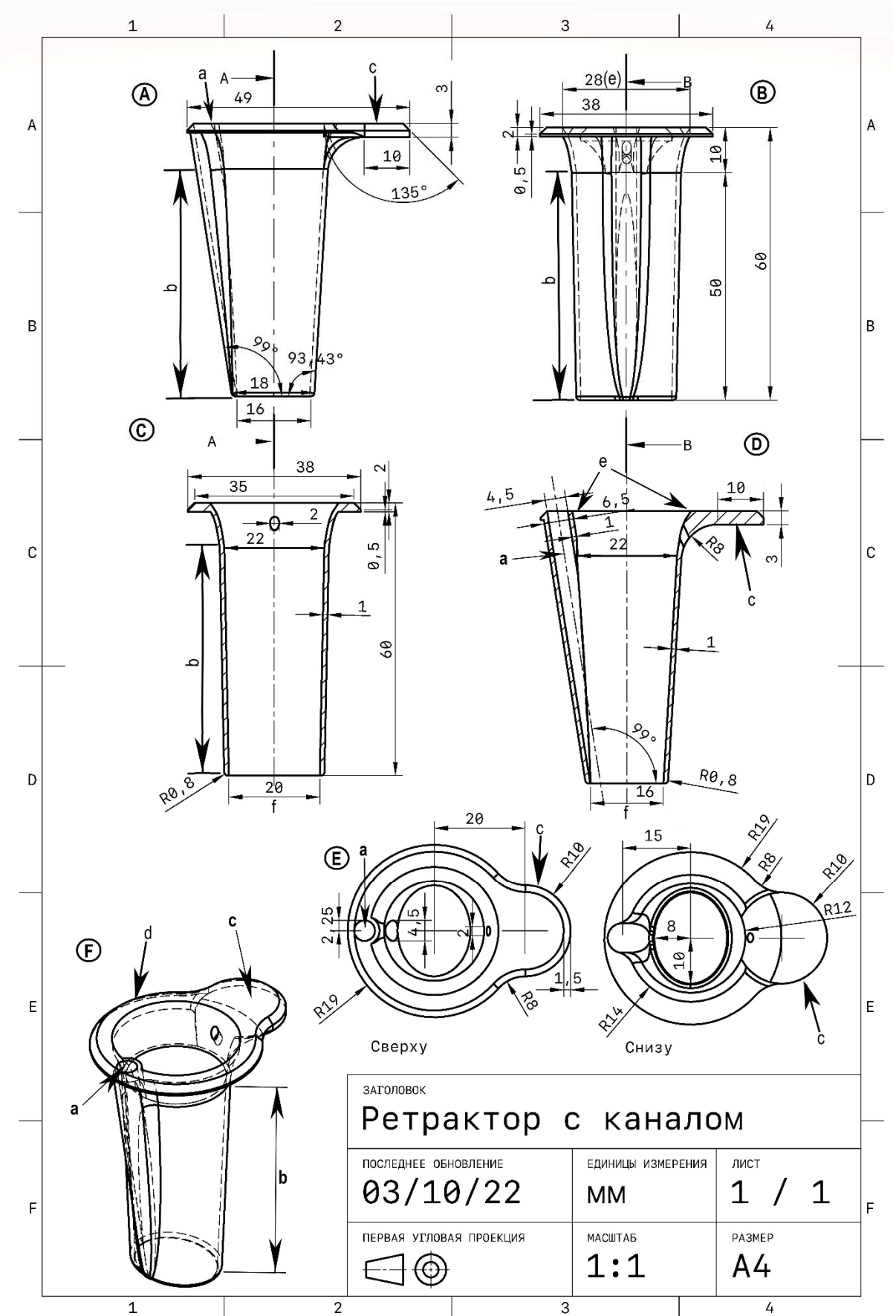
2. Функциональный исход лечения в группе мезенцефало-галамических опухолей с учетом места исходного роста новообразования

Место исходного роста	n	Доступ	Гемипарез до операции	Гемипарез после операции	Углубление прозопареза	Дефект полей зрения, п/о	Восстановление
Зрительный тракт	16	Транстемпоральный 11 (68,75%) Транссильвиевый 1 (5,8%) Транскаллезный 10 (58,8%)	14 (87,5%)	Хуже – 8 (50%) Лучше – 1 (6,25%) Всего – 14 (87,5%)	1 (6,25%)	11 (68,75%)	полное – 5 (31,25%), частичное – 9 (56,25%), без перемен – 2 (12,5%)
Таламус	17	Транстемпоральный 6 (35,3%) Транссильвиевый 1 (5,8%) Транскаллезный 10 (58,8%)	7 (41,2%)	Хуже – 4 (23,5%) всего 9 (52,9%)	1 (5,8%)	0	полное – 3 (17,6%), частичное – 4 (23,5%), без перемен – 4 (23,5%)
Ножка мозга	5	Транстемпоральный	4 (80%)	Хуже – 2 (40%), улучшение – 1 (20%) всего 5 (100%)	1 (3,7%)	0	полное – 1 (20%), частичное – 2 (40%), без перемен – 2 (40%)
Базальные ядра	6	Транстемпоральный 4 (66,7%) Транссильвиевый 1 (16,7%) Транскаллезный 1 (16,7%)	5 (83,3%)	Хуже – 2 (44,4%), улучшение – 1 (11,1%) всего 5 (88,9%)	1 (16,7%)	0	полное – 3 (50%), частичное – 1 (16,7%), без перемен – 2 (33,3%)
Гипоталамус	1	Транскаллезный	0	Хуже – 1 (100%)	0	0	Полное

Приложение В

Трубчатый ретрактор для микрохирургического доступа к глубинным отделам больших полушарий головного мозга с дополнительным каналом для эндоскопа (чертежи).

Размеры и конфигурация трубки-расширителя (ретрактора) и obturатора представлены на рисунках 1 и 2 соответственно. Рисунок А.1 – чертеж трубчатого ретрактора с указанием основных размеров и значений. А – вид сбоку, В – вид спереди (со стороны канала для эндоскопа), С и D – вид в разрезе, Е – проекция сверху и сбоку, F – изометрия. Стрелками указаны основные части ретрактора: а – канал для эндоскопа, b – рабочая часть ретрактора, с – площадка для фиксации ретрактора, d – наружный ободок, e – входное отверстие (круглое), f – выходное отверстие (овальное). Рисунок А.2 – чертеж obturатора с указанием основных размеров и значений. А – вид сбоку, В – вид спереди, С – вид в боковом разрезе, D – вид в передне-заднем разрезе, Е – проекция сверху и сбоку, F – изометрия. Стрелками указаны основные части obturатора: а – прилегающая к рабочей части поверхность, b – «ушки» для извлечения obturатора после установки порта, с – закругленный кончик, d – отверстие для аспирации или вентрикулярного катетера.



ЗАГОЛОВОК		
Ретрактор с каналом		
ПОСЛЕДНЕЕ ОБНОВЛЕНИЕ	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	ЛИСТ
03/10/22	ММ	1 / 1
ПЕРВАЯ УГЛОВАЯ ПРОЕКЦИЯ	МАСШТАБ	РАЗМЕР
	1:1	A4

Рисунок В.1 – Чертеж ретрактора с каналом

