

DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_2_102
УДК 616.831-006-053-089.874



РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАЦИИ В СОЗНАНИИ ПРИ УДАЛЕНИИ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ

М. В. Талабаев, А. Ю. Соловьева, Г. В. Забродец, Н. В. Чурило, К. Ф. Венегас

Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии,
Ф. Скорины ул., 24, Минск, Беларусь, 220114

РЕЗЮМЕ. В данной статье описан персональный опыт применения и проведения операций в сознании у детей при удалении новообразований, расположенных в функционально значимых отделах коры головного мозга.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: внедрить методику проведения нейрохирургических операций в сознании («awake surgery») у пациентов детского возраста и оценить ее эффективность и безопасность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: в статье приведен анализ опыта проведения операций в сознании у детей в период с 2016 по 2022, проведенных в РНПЦ неврологии и нейрохирургии. Всего 17 пациентам выполнено 20 операций в сознании по методике сон-пробуждение-сон. Из них было 8 мальчиков и 9 девочек. Возраст пациентов составил от 8,2 до 17,6 лет, медиана возраста 14,5 лет. Минимальный возраст мальчика — 8,2 года, девочки — 9 лет. Трое пациентов оперировано дважды. Срок наблюдения с момента хирургического лечения составил 2,93 года.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Результаты исследования показали высокие показатели сохранения качества жизни, только у 4 (23,5 %) в раннем послеоперационном периоде развился новый неврологический дефицит, который в большинстве случаев полностью регрессировал. Достичь радикальности удаления новообразования удалось у 76,5 % пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Наш опыт проведения операций в сознании, пациентам детского возраста, показал, что при тщательной предварительной подготовке и планировании каждого этапа операции, хирургия в сознании достаточно безопасна, позволяет сохранить качество жизни пациента, значительно снизить число пациентов, страдающих эпилепсией, связанной с новообразованием, при этом не снижая показателей радикальности удаления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: функционально значимые отделы головного мозга, осложнения, новообразования, операции в сознании, афазия.

Для цитирования: Талабаев М. В., Соловьева А. Ю., Забродец Г. В., Чурило Н. В., Венегас К. Ф. Результаты операции в сознании при удалении новообразований головного мозга у детей. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2023;15(2):102–108. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_2_102.

RESULTS OF AWAKE SURGERY FOR ELOQUENT BRAIN TUMORS RESECTION IN CHILDREN

M. V. Talabaev, H. Y. Salauyeva, G. V. Zabrodets, N. V. Churila, K. F. Venegas

Republican Research and Clinical Center for Neurology and Neurosurgery
24 F. Skoriny, Minsk, Republic of Belarus, 220114

SUMMARY. This article demonstrates the personal experience of using and performing awake surgery with eloquent brain area tumors in children.

PURPOSE OF THE STUDY: to introduce the technique of performing neurosurgical operations in consciousness («awake surgery») in children's patients and evaluate its effectiveness and safety.

MATERIALS AND METHODS: the article presents an analysis of the experience of performing neurosurgical operations in children in the period from 2016 to 2022, carried out in the RRCS of Neurology and Neurosurgery. 17 patients underwent 20 operations in consciousness using the sleep-wake-sleep technique. There were 8 boys and 9 girls. The age of the patients ranged from 8.2 to 17.6 years, the median age was 14.5 years. The minimum age of a boy is 8.2 years old, a girl is 9 years old. Three patients were operated twice. The follow-up period was 2.93 years.

RESULTS. The results of the study demonstrated high indicators of the quality of life, only 4 (23.5 %) developed a temporary neurological deficit in the early postoperative period, which in most cases completely regressed. It was possible to achieve gross total resection of the tumor in 76.5 % cases.

CONCLUSION. Our experience of performing awake operations in children's patients has shown that with careful preliminary preparation and planning of each stage of the operation. Operation in consciousness is safe enough, allows preserving the quality of life of the patient, significantly reducing the number of patients suffering from epilepsy associated with tumor, while not reducing number of patients with the gross total resection.

KEYWORDS: eloquent brain area, complications, tumors, awake surgery, aphasia.

For citation: Talabaev M. V., Salauyeva H. Y., Zabrodets G. V., Venegas K. F. Results of awake surgery for eloquent brain tumors resection in children. Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova. 2023;15(2):102–108. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_2_102.

Введение.

Проведение операций в сознании с использованием непосредственной электрической стимуляции головного мозга, с целью снижения риска развития стойкого неврологического дефицита, набирает все большую популярность в нейрохирургии у взрослых пациентов [1, 3, 6, 9, 15, 16, 17]. Технология применяется при удалении низкозлокачественных опухолей (НЗО), глиом высокой степени злокачественности (ВЗО), кавернозных ангиом (КМ), а также в хирургии эпилепсии [16, 17, 18]. Работ, посвященных результатам у пациентов детского возраста сегодня немного и обобщают они единичные случаи и небольшие серии [16, 17, 18, 19]. Минимальный возраст пациента детского возраста, опубликованный в литературе, составил восемь лет [19]. Функциональные результаты, полученные в исследованиях на взрослых пациентах достаточно оптимистичны, не получено увеличения числа хирургических осложнений [3, 4, 10, 12]. Вопросы безопасности и эффективности хирургии в сознании у детей, функциональные исходы, влияние на радикальность удаления и другие параметры в настоящее время изучаются.

Цель исследования. Внедрить методику проведения нейрохирургических операций в сознании («awake surgery») у пациентов детского возраста и оценить ее эффективность и безопасность.

Материалы и методы.

В статье приведен анализ опыта проведения операций в сознании у детей в период с 2016 по 2022, проведенных в РНПЦ неврологии и нейрохирургии. Всего 17 пациентам выполнено 20 операций в сознании по методике сон-пробуждение-сон. Из них было 8 мальчиков и 9 девочек. Возраст пациентов составил от 8,2 до 17,6 лет, медиана возраста 14,5 лет. Минимальный возраст мальчика — 8,2 года, девочки — 9 лет. Трое пациентов оперировано дважды. Срок наблюдения с момента хирургического лечения составил 2,93 (1,88–5) года. Показаниями к хирургии в сознании были новообразования, расположенные в проекции первичных и дополнительных двигательных центров, речевых и зрительных отделах коры головного мозга (ГМ).

Гистологически новообразования были представлены низко-злокачественными глиальными и смешанными нейронально-глиальными новообразованиями у 15 (88,2 %), у одного (5,9 %) пациента высокозлокачественной опухолью — глиобластомой и у одного (5,9 %) кавернозной мальформацией. НЗО были представлены: в 8 (53,3 %) случаях дисэмбриопластической нейроэпителиальной опухолью (ДНЭО); в четырех (26,7 %) ганглиоглиомой (ГГ); в трех (20 %) пилоцитарной астроцитомой (ПА).

Для оценки выраженности гемипареза, использовалась стандартная оценка мышечной силы, в которой нормальной силе и полному объему движений соответствует 5 баллов, а отсутствию произвольных движений, параличу — соответствует ноль баллов. Динамика течения эпилепсии, связанной с новообра-

зованием, оценивалась по шкале исходов хирургического лечения эпилепсии Engel. Отсутствием судорог считался исход по Engel I класса, т. е. отсутствие приступов, отрицательно влияющих на качество жизни.

Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг (ИОНМ) выполнялся на аппарате ISIS IOM system (Inomed Medizintechnik GmbH). Нейрофизиологический контроль речевой функции осуществлялся 10 пациентам, движения — 8, зрения — одному.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) проводилась на томографе GE Discovery 750W 3T. 176 структурных T1-изображений мозга были получены с помощью последовательности BRAVO (TR/TE/FA — 1800 мс / 2,3 мс / 9°), функциональные T2-изображения были получены с помощью последовательности EPI (TR/TE/FA — 3000 мс / 30 мс / 90°, размер матрицы 64×64, воксел 3×3×3 мм, 30 аксиальных срезов; всего 248 функциональных объемов. Оценка радикальности удаления проводилась на основании результатов МРТ исследования до и после контрастирования выполненной в течение первых 24–48 часов после операции. Под тотальным удалением понималось — отсутствие остаточной опухоли по данным МРТ. Кроме того, с целью «поиска» новообразования и интраоперационной оценки радикальности удаления применялось ультразвуковое исследование (УЗИ) на аппарате «ARIETTA V70», с использованием линейного датчика для интраоперационного контроля модели L53K, частотой от 15 до 3 МГц и областью сканирования 20 мм.

Подготовка пациента к операции в сознании.

После установления показаний к проведению хирургии в сознании с каждым пациентом проводилось нейропсихологическое тестирование на стрессоустойчивость, общую и ситуативную тревожность, субклиническую депрессию, а также работа с родителями пациента по подготовке к операции в сознании. Обязательным этапом подготовки была тренировка («проигрывание») пациента детского возраста выполнения всего комплекса заданий, которые ему придется выполнять во время операции в сознании в палате, у части пациентов, в том числе, в условиях операционной.

Нейровизуализация. Стандартом предоперационной визуализации во всех случаях была структурная МРТ до и после контрастирования, а также МРТ диффузно-тензорные изображения (МРТ ДТИ), с помощью которых проводилось построение диффузно-тензорных трактограмм (МРТ ДДТ). В 12 (70,6 %) случаях выполнена функциональная МРТ (фМРТ). Все пациенты готовились к фМРТ согласно специально разработанного алгоритма, а пациенты, целью исследования которых было выявление речевых отделов коры, готовились с использованием оригинальных русскоязычных парадигм. С помощью T1 изотропных изображений с контрастом проводилось построение 3D модели коры ГМ с сосудами, расположение которых учитывалось при планировании хирургического доступа.



Рисунок 1. Особенности анестезии: а — муляж головы с обозначение точек введения и дозы анестетика; б — пациент во время анестезии скальпа. Figure 1. Features of anesthesia: a — the headform with markers of the injection points and the dose of the anesthetic; b — the patient during the anesthesia of the scalp.

Особенности анестезии. Перед подачей в операционную всем пациентам вводился диазепам в возрастной дозировке. До начала фиксации головы в скобе Мейфилда пациенту вводился пропофол с фentanилом в соответствующих возрастных дозировках, и он спал. После этого проводилась тотальная анестезия мягких тканей головы из 12 «стандартных» точек, дополнительно вводился анестетик в точки фиксации скобы Мейфилда и в область предполагаемого разреза мягких тканей (Рисунок 1). В качестве местного анестетика применялся бупивакаин. Кроме того, анестетик вводился в основание лоскута твердой мозговой оболочки (ТМО) непосредственно перед её вскрытием. Местная анестезия проводилась на фоне внутривенного введения фentanила и пропофола. Во всех случаях, перед началом операции, голову пациента фиксировали в скобе Мейфилда и выполняли регистрацию пациента в навигационной станции. Перед вскрытием ТМО пациент пробуждался и когда он мог хорошо общаться с нейрофизиологом и нейропсихологом, вскрывалась ТМО. Длительность фазы бодрствования составила от 30 до 110 минут, в среднем 61,2 минуты. После окончания основного этапа удаления новообразования, пациенту дополнительно внутривенно вводился пропофол и он спал.

Интраоперационная нейронавигация. Разметка кожного разреза и места трепанации во всех случаях осуществлялась с использованием оптической нейронавигации. При планировании нейрохирургического доступа учитывалось: расположение новооб-

разования и функционально значимых отделов (ФЗО) коры ГМ, установленных с помощью структурной МРТ, МРТ ДТТ и фМРТ; расположение крупных сосудов, в первую очередь венозных. Учитывалось, также и то, что вскрытие ТМО не должно проходить в проекции крупных корковых вен (в первую очередь верхней и нижней анастоматических вен) и желательно вне проекции ФЗО коры.

Особенности хирургической техники. Стандартно, всем пациентам проводилась предоперационная антибиотикопрофилактика. Во всех случаях размер трепанации был достаточный для полного удаления патологического процесса, как правило, край «окна» в ТМО не далее 1,0 см. от предполагаемой границы новообразования, т.е. избегали большой краниотомии. Мы руководствовались тем, что действительно важно определить расположение ФЗО коры мозга непосредственно в области предполагаемой кортикотомии. Расположение корковых функций за пределами этого поля не имеет значения.

После вскрытия ТМО дополнительно выполнялась ультразвуковая навигация и границы новообразования выделялись цветной нитью (Рисунок 2). После этого проводилось функциональное картирование коры мозга в области предполагаемой энцефалотомии. Удаление новообразования проводили методом субпиальной/эндопиальной резекции в пределах функциональных границ. Удаление новообразования проводили от менее функционально значимых отделов к более значимым.

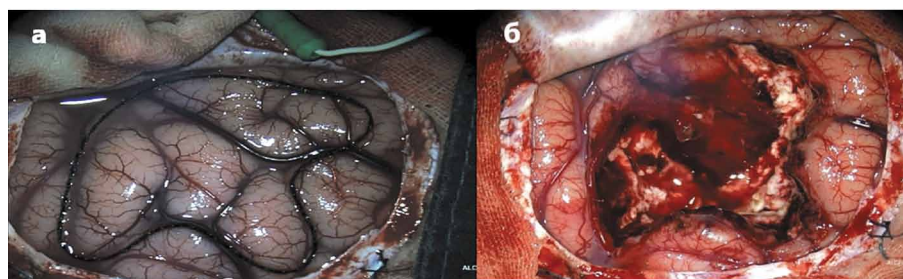


Рисунок 2. Процесс удаления: а — границы опухоли определены с помощью УЗИ и обозначены нитью; б — состояние после субпиального удаления.

Figure 2. Removal process: a — tumor limits determined by ultrasound and marked by thread; b — view after sub-pial resection.

Интраоперационный нейромониторинг. Непосредственное выполнение интраоперационного нейромониторинга (ИОНМ) и интерпретация данных осуществлялись врачами неврологами центра, прошедшими специальное обучение и подготовку по данному профилю. Функциональное картирование речевых отделов коры головного мозга в процессе «awake surgery». Ассистент (психолог или невролог) выполняет с пациентом тесты на артикуляционный, фонологический и семантический аспекты речи. При удовлетворительном уровне сознания выполняется последовательное стимуляционное картирование по Пенфилду (Penfield) биполярным зондом по типу «вилка» с межэлектродным расстоянием 5 мм с силой тока от 2 до 15 мА, частота 50 Гц, длительность стимула 300–500 мкс. При отсутствии ответной реакции сила тока увеличивается пошагово на 1–2 мА, а при необходимости длительность стимула может достигать максимума в 1000 мкс. Длительность воздействия на одну «точку» 2 секунды для артикуляционной и фонологической составляющей речи (счет от 1 до 20 и более) и 3–4 секунды для семантической (своевременная демонстрация образов предметов и действий). Обязательным является одновременное с тестированием выполнение пациентом движений в кисти (сжатие-разжатие кулака), а также запись электрокортикографии (четырёх канальным электродом-полоской) по краю картируемой зоны для выявления паттернов эпилептических разрядов и исключения ложно положительного ответа при тестировании.

В процессе удаления новообразования выполнялась попеременная стимуляция биполярным электродом (bipolar probe) и монополярным электродом (зонд-аспиратор). Кроме того, в процессе удаления, проводилась стимуляция белого вещества в плоскости резекции с целью идентификации функционально значимых проводящих путей, отвечающих за функцию речи и движения. Также на этапе субкортикальной стимуляции в процессе удаления опухоли в зонах близких к пирамидным трактам в случаях, когда наличие пациента в сознании не требовалось, применялась и short-train technique (Taniguchi): серии (train) 5–7 импульсов длительностью 300–500 мкс с межстимульным интервалом 4–5 мкс и частотой 1 Гц.

Картирование (стимуляция) зрительной коры, проводилась биполярным зондом по типу «вилка» с межэлектродным расстоянием 5 мм с силой тока 2–10 мА, пачками из 4–5 стимулов (длительность каждого стимула 500 мкс, межстимульный интервал 4 мс) с частотой 1 Гц, время проведения стимуляции одной «точки» 2–3 секунды, при отсутствии зрительных феноменов производится пошаговое повышение силы тока на 1–2 мА., при появлении простых зрительных феноменов регистрировалась проекция первичной зрительной коры.

Отделы коры ГМ при стимуляции, которых получены функциональные ответы, выделяют ватниками

и/или цветными нитями, для исключения их из зоны резекции в процессе операции. Пациенты, у которых контролировалась речевая функция, тестирование проводилось на тех языках, на которых он разговаривает или изучает в школе. Пятерым (55,6 %) из 9 пациентам речевое тестирование выполнялось на двух языках: на родном (русском) и английском. Самым младшим пациентом был мальчик 8 лет.

Установить расположение ФЗО коры во время непосредственной кортикальной стимуляции удалось у 8 (47,1 %) пациентов. У 5 с процессом в проекции двигательной коры, двоих в речевых отделах и у одного в зрительной коре. В двух случаях зарегистрированы ответы при стимуляции кортикоспинальных трактов.

Влияние ИОНМ на хирургию. В случаях, когда на стимуляцию коры ГМ регистрируется «ответ» в виде прекращения ритмичных действий или тонического напряжения определенной мышечной группы при картировании двигательных отделов коры ГМ или остановка, или другое расстройство речи при речевом картировании — это место на коре помечается ватником определенной формы (например, треугольный ватник означает функцию речи, а квадратный — функцию движения), то место планируемой кортикотомии изменяется (Рисунок 3).

Если получаем моторный ответ при подкорковой монополярной стимуляции (стимуляция проводящих путей) при силе тока менее 3–5 мА, что указывает на близость к кортико-спинальным или речевым трактам в пределах приблизительно 3–5 мм, то это могло привести к изменению плана операции, например, к выполнению более ограниченной резекции в определенном месте.

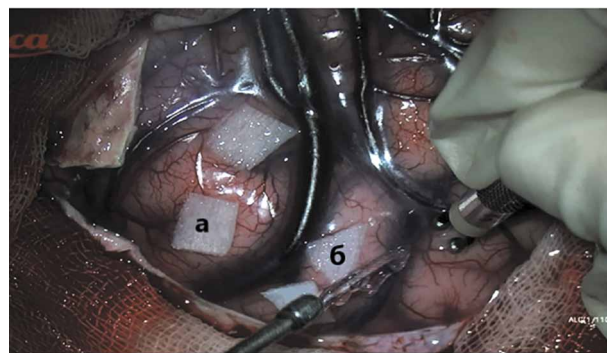


Рисунок 3. Выделение ватниками ФЗО коры ГМ:

а — квадратные ватники (двигательная кора (лицо, кисть));
б — треугольные (речевая кора).

Figure 3. Distinguish EBATs: a — square tags (motor area (face, brush)); b — triangular (speech area).

Интраоперационное УЗИ исследование. Отличительной особенностью НЗО у детей, является их очевидная схожесть со здоровой тканью мозга. В нашей группе пациентов у 14 (82,4 %) кора мозга была не изменена или эти изменения были крайне сложно уловимы, операционный микроскоп использовался

во всех случаях. Поэтому, кроме оптической навигации, с целью поиска новообразования, а затем и контроля радикальности удаления мы использовали аппарат УЗИ с линейным датчиком модели L53K, частотой от 15 до 3 МГц и областью сканирования 20 мм. Из 17 пациентов тотальное удаление новообразований выполнено 13 (76,5 %). Достигнутая радикальность соответствует современным опубликованным данным [2]. Нерадикальное удаление выполнено четверым (23,5 %) из них у троих (17,6 %) объем удаления был ограничен ответами в процессе ИОНМ и только в одном случае (5,9 %) у пациента с ПА не радикальное удаление показала послеоперационная МРТ.

Особенностями операций в сознании было в одном (5 %) случае, на этапе анестезии скальпа, у пациента развился судорожный припадок (пациент в это время спал), который купирован внутривенным введением диазепама. В одном случае (5 %) при удалении опухоли инсулярной области, во время субкортикальной стимуляции и получения двигательного ответа с мышц языка, развился судорожный припадок, который купирован орошением коры «ледяным» физиологическим раствором. В двух случаях (10 %), на этапе пробуждения, после вскрытия ТМО, отмечалось выбухание мозга, что в одном случае потребова-

ло введения осмодиуретиков. Во всех этих наблюдениях операции продолжены в штатном режиме, других осложнений или особенностей течения операции и послеоперационного периода не было. Болевая реакция при выделении вены Labbe, имела место у одной пациентки, внутривенного введения фентанила и вмешательства психолога было достаточно.

Преходящий неврологический дефицит диагностирован после 4 (20 %) операций из 20, у 4 (23,5 %) пациентов из 17 оперированных. У троих пациентов с новообразованиями в зоне Вернике на следующий день после операции, развилось расстройство речи, которое мы можем объяснить развитием послеоперационного отека и ишемии в проекции аркуатного пучка. Нарушение речи было классифицировано, как артикуляционный адиадохокнез, который характерен для повреждения аркуатного пучка, соединяющего зону Брока с Верника. Послеоперационная МРТ в режиме diffusion-weighted imaging (DWI) показала небольшие очаги ишемии в проекции аркуатного пучка. Во всех случаях речевая функция полностью восстановилась в течение 2–3 недель. У одного пациента (5 %), после повторной операции развился гемипарез, который регрессировал до легкого в кисти в течение трех месяцев (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика пациентов. Table 1. Characteristics of patients.

№	Пол	Локализация	Гистология	Дополнительный язык тестирования	Объем резекции опухоли	Ответы при ИОНМ	Ухудшение	Регресс	Эпилепсия до операции	Энгель I
1	М	Инсула	ГБ		Субтотал	+ с коры	нет		+	да
2	Ж	Постцентральная извилина	ГГ		Тотал	+ с коры	нет		+	да
3	Ж	Вернике	ГГ		Тотал	нет	Афаз тракт	да	+	да
4	Ж	Прецентральная извилина+СМА	ДНЭО		Субтотал	+ с коры	гемипарез	да	+	нет
5	М	Вернике+ПБ4.6	ПА		Тотал	нет	нет		+	да
6	Ж	Брока	ПА		Субтотал	нет	нет		+	да
7	М	Брока	ДНЭО		Тотал	нет	нет		+	да
8	Ж	Вернике	ДНЭО	Английский	Тотал	+ с коры	Афаз тракт	да	+	да
9	М	Вернике	ДНЭО	Английский	Тотал	+ с коры	нет		+	да
10	М	Вернике	ДНЭО	Английский	Тотал	нет	нет		+	да
11	Ж	Вернике	ГГ	Английский	Тотал	нет	нет		+	да
12	М	Прецентральная извилина	ДНЭО		Тотал	+ с коры и ПП	нет		+	да
13	Ж	Зрительная кора	ДНЭО		Тотал	+ с коры	Зрение		+	да
14	М	Брока	КМ	Английский	Тотал	нет	нет		+	да
15	Ж	Инсула	ПА		Субтотал	+ с коры и ПП	Гемитракты	нет	+	нет
16	Ж	Инсула	ДНЭО		Тотал	нет	нет		+	да
17	М	Вернике	ГГ		Тотал	нет	Афаз тракт	да	+	да

Радикальность удаления. Окончательная оценка радикальности удаления проводилась на основании данных МРТ исследования в первые 24 часа после операции для всех пациентов. Послеоперационная МРТ показала наличие небольшой остаточной опухоли у 4 (23,5 %), т.е. радикальное удаление удалось выполнить 13 (76,5 %) пациентам.

Течение эпилепсии. У всех 17 пациентов, которым выполнялась операция в сознании, заболевание проявило себя эпилептическими припадками. Изучив течение эпилепсии после удаления новообразования, установлено, что результат Энгель 1 получен у 15 (88,2 %) пациентов и отменены антиэпилептические препараты у 9 (52,9 %).

Результаты. Возрастание интереса в нейрохирургической среде к проведению операций в сознании, а также увеличение количества пациентов в детской возрастной группе с показаниями к данному виду операций, диктуют условия для разработки и внедрения «awake» технологии в детской нейрохирургии. Однако возрастные особенности детской психики, повышенная психологическая хрупкость и более высокие риски, по сравнению со взрослой популяцией, увеличивают вероятность развития психологических побочных реакций во время операции с последующим нейрокогнитивным дефицитом, усложняя применение Awake у детей [11]. Учитывая отсутствие на сегодняшний день четких рекомендаций пред и послеоперационной нейропсихологической оценки пациентов детского возраста, нами был использован индивидуальный алгоритм подготовки каждого пациента и его семьи. Психологическая оценка и подготовка проводились сертифицированным психологом во время предоперационных встреч, кроме того проводилась интраоперационная психологическая поддержка пациентов. Особое внимание уделялось оценке реактивной (ситуативной) и личностной тревожности, отношению к боли и склонности к депрессии, а также проводилось проигрывание интраоперационных заданий для правильного их выполнения пациентом при пробуждении. Хирургия в сознании рассматривалась, как потенциально травмирующее событие и как возможная причина развития посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), а также причина развития депрессии в более старшем возрасте [11, 15]. Послеоперационная оценка пациентов проводилась в ближайшем послеоперационном периоде, а также у 15 (91,7 %) пациентов через 6–12 месяцев.

В ближайшем послеоперационном периоде все пациенты не имели каких-либо негативных воспоминаний, связанных с операцией. Тестирование в отдаленном послеоперационном периоде, также не показало наличия ПТСР и признаков депрессии. Более того, 7 из 15 опрошенных охотно делились воспоминаниями о пережитом событии и испытывали чувство гордости за то, что с ними произошло. Все 15 пациентов сообщили, что при необходимости они снова готовы перенести операцию в сознании, поскольку у них нет неприятных воспоминаний, они чувствуют себя под-

готовленными к этому и уверенны в предстоящем результате, а также могут рекомендовать awake другим детям в случае необходимости. В послеоперационном периоде ни один из пациентов не принимает психотропных препаратов. Особое внимание и опасения вызвала девушка 16 лет с признаками поведенческого расстройства. У нее было большое количество татуировок на теле и конечностях, в том числе на наиболее чувствительных частях тела и множественные характерные для суицидальной попытки рубцов на внутренней поверхности левого предплечья. Поведенческие расстройства могли быть предпосылкой для непредсказуемого поведения во время операции, а также явиться базисом для развития депрессии в более старшем возрасте. Ключевыми факторами, позволившими предложить проведение операции в сознании, явились низкий уровень ситуативной тревожности и ее спокойное отношение к боли.

Интересен также факт, что проще всего операцию перенес самый молодой из пациентов, мальчик 8 лет. Предиктором принятия решения о проведении операции в сознании являлось то, насколько спокойно он мог находиться в замкнутом пространстве, во время проведения фМРТ и легко выполнял парадигмы при проведении исследования, что, по нашему мнению, связано с индивидуальной стрессоустойчивостью ребенка и удачно проведенной работой психолога. Во многом успех операции в сознании зависит от качества взаимодействия пациента и медицинского персонала. Участие психолога на этапе подготовки и проведения таких операций сегодня является стандартным [11, 12, 14].

Сохранение качества жизни вместе с радикальностью удаления новообразования являются главными критериями эффективности лечения в современной нейрохирургии [7, 9, 13]. Внедряя технологию операций в сознании, мы исходили из того, что в первую очередь операция должна остаться достаточно безопасной для пациента. В нашей группе пациентов не было описываемых в литературе осложнений в виде рвоты, проблем с дыханием и других, которые могли бы потребовать срочной интубации. У взрослых подобные осложнения описаны у 3,5 % пациентов [20, 21].

Заключение. Операции в сознании — это командная работа, в которой работа каждого участника является залогом успеха всего коллектива. Наш опыт проведения операций в сознании, пациентам детского возраста, показал, что при тщательной предварительной подготовке и планировании каждого этапа операции, хирургия в сознании достаточно безопасна, позволяет сохранить качество жизни пациента, значительно снизить число пациентов, страдающих эпилепсией, связанной с новообразованием, при этом не снижая показателей радикальности удаления. Отсутствие регистрируемых неврологических выпадений в процессе удаления новообразования не означает, что они не могут развиваться в ближайшие дни после операции, но в большинстве случаев они полностью восстанавливаются в течение нескольких недель.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

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

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

ORCID авторов / ORCID of authors

Талабаев Михаил Владимирович/
Talabaev Mikle Vladimirovich
<https://orcid.org/0000-0002-3135-7323>

Соловьева Анна Юрьевна/Salauyeva Hanna Yuryevna
<https://orcid.org/0000-0002-5996-7617>

Забродец Глеб Викторович/Zabrodets Gleb Viktorovich
<https://orcid.org/0009-0001-2166-3829>

Чурило Наталия Вячеславовна/
Churila Nataliya Viacheslavovna
<https://orcid.org/0009-0007-2746-2845>

Венегас Кевин/Venegas Kevin
<https://orcid.org/0000-0001-5580-3466>

Литература/References

1. July J, Manninen P, Lai J, Yao Z, Bernstein M. The history of awake craniotomy for brain tumor and its spread into Asia. *Surg Neurol.* 2009; 71(5):621–625. <https://doi.org/10.1016/j.surneu.2007.12.022>
2. Lohkamp LN, Beuriat PA, Desmurget M, Cristofori I, Szathmari A, Huguet L, Di Rocco F, Mottolese C. Awake brain surgery in children — a single-center experience. *Child's Nervous System.* 2019; 35:2071–2077. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04522-9>
3. Kaiying Z, Gelb AW. Awake craniotomy. Indications, benefits, and techniques. *Colombian Journal of Anesthesiology.* 2018. 46(2S):46–51. <http://dx.doi.org/10.1097/cj9.0000000000000045>
4. Özlü O. Anaesthesiologist's Approach to Awake Craniotomy. *Turkish journal of anaesthesiology and reanimation.* 2018; 46(4):250–256. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2018.56255>
5. Osborn I, Sebeo J. «Scalp block» during craniotomy: a classic technique revisited. *Journal of neurosurgical anesthesiology.* 2010; 22(3):187–194. <https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e3181d48846>
6. Deras P, Moulinié G, Maldonado IL, Moritz-Gasser S, et al. Intermittent general anesthesia with controlled ventilation for asleep-awake-asleep brain surgery: a prospective series of 140 gliomas in eloquent areas. *Neurosurgery.* 2012; 71(4):764–771. <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3182647ab8>
7. Conte V, L'Acqua C, Rotelli S, Stocchetti N. Bispectral index during asleep-awake craniotomies. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2013; 25:279–284. <https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e3182913afd>
8. Craig D. McClain Edited by Sulpicio G. Soriano. *Essentials of Pediatric Neuroanesthesia.* Cambridge University Press. 2018. <https://doi.org/10.1017/9781316652947>
9. Hervey-Jumper SL, Li J, Lau D, Molinaro AM, Perry DW, et al. Awake craniotomy to maximize glioma resection: methods and technical nuances over a 27-year period. *Journal of neurosurgery.* 2015; 123(2):325–339. <https://doi.org/10.3171/2014.10.JNS141520>
10. Delion M, Terminassian A, Lehouste T, Aubin G, et al. Specificities of Awake Craniotomy and Brain Mapping in Children for Resection of Supratentorial Tumors in the Language Area. *World neurosurgery.* 2015; 84(6):1645–1652. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.06.073>
11. De Witte E, Satoer D, Robert E, Colle H, Verheyen S, et al. The Dutch Linguistic Intraoperative Protocol: a valid linguistic approach to awake brain surgery. *Brain and language.* 2015; 140:35–48. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.10.011>
12. Heitzer AM, Raghubar K, Ris D, Minard CG, et al. Neuropsychological functioning following surgery for pediatric low-grade glioma: a prospective longitudinal study. *J Neurosurg Pediatr.* 2020; 25:251–259. <https://thejns.org/doi/abs/10.3171/2019.9.PEDS19357>
13. Oelschlägel M, Meyer T, Morgenstern U, Wahl H, Gerber J, et al. Mapping of language and motor function during awake neurosurgery with intraoperative optical imaging *Neurosurg Focus.* 2020; 48 (2): E3. <https://doi.org/10.3171/2019.11.FOCUS19759>
14. Riquin, E, Dinomais M, Malka J, Lehouste T, et al. Psychiatric and Psychologic Impact of Surgery While Awake in Children for Resection of Brain Tumors. *World neurosurgery.* 2017; 102:400–405. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.03.017>
15. Balogun, JA, Khan OH, Taylor M, Dirks P. Pediatric awake craniotomy and intra-operative stimulation mapping. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia.* 2014; 21(11):1891–1894. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2014.07.013>
16. Talabaev M, Venegas K, Zabrodets G, et al. Result of awake surgery for pediatric eloquent brain area tumors: single-center experience. *Child's Nervous System.* Published online: May 2020; 36:2667–2673. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04666-8>
17. Trevisi G, Roujeau T, Duffau H. Awake surgery for hemispheric low-grade gliomas: oncological, functional and methodological differences between pediatric and adult populations. *Child's nervous system: ChNS: official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery.* 2016; 32(10):1861–1874. <https://doi.org/10.1007/s00381-016-3069-3>
18. Aghi MK, Nahed BV, Sloan AE, Ryken TC, Kalkanis SN, Olson JJ. The role of surgery in the management of patients with diffuse low grade glioma: A systematic review and evidence-based clinical practice guideline. *Journal of neuro-oncology.* 2015; 125(3):503–530. <https://doi.org/10.1007/s11060-015-1867-1>
19. Riquin E, Martin P, Duverger Ph, Menei Ph, Delion M. A case of awake craniotomy surgery in an 8-year-old girl. *Childs Nerv Syst.* 2017; 33:1039–1042. <https://doi.org/10.1007/s00381-017-3463-5>
20. Lohkamp LN, Mottolese C, Szathmari A, Huguet L, et al. Awake brain surgery in children-review of the literature and state-of-the-art. *Child's nervous system: ChNS: official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery.* 2019; 35(11):2071–2077. <https://doi.org/10.1007/s00381-019-04279-w>
21. Balogun JA, Khan OH, Taylor M, Dirks P, et al. Pediatric awake craniotomy and intra-operative stimulation mapping. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia.* 2014; 21(11):1891–1894. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2014.07.013>