

EDN: XVEOLX

УДК 616-006

DOI: 10.56618/2071-2693\_2025\_17\_1\_28



## ПОРТ-АССИСТИРОВАННАЯ ХИРУРГИЯ ГЛУБИННЫХ ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

**Михаил Владимирович Остапюк<sup>1</sup>**

✉ostapyuk.michail@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0418-5597, SPIN-код: 5622-8420

**Леонид Яковлевич Кравец<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-002-9484-6992

**Константин Сергеевич Яшин<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-0002-5723-7389

**Светлана Викторовна Корицова<sup>1</sup>**

orcid.org/0009-0000-3961-8287

**Игорь Александрович Медяник<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-0002-7519-0959

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (пл. Минина и Пожарского, д. 10/1, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603055)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Тракционная травма является одной из основных причин неблагоприятных исходов при удалении глубоких новообразований головного мозга. Для минимизации тракционного воздействия была разработана порт-ассистированная хирургия. Несмотря на растущую популярность, технология имеет определенные технические особенности и ограничения, которые пока недостаточно подробно освещены в доступных публикациях. На основе накопленного опыта мы представляем ключевые аспекты применения тубусов, описываем их преимущества и результаты операций, выполненных при различных типах глубоких образований головного мозга

**ЦЕЛЬ.** Представление методики порт-ассистированной хирургии, ее ограничений и эффективности при удалении различных глубоких образований головного мозга.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** С использованием порт-ассистенции выполнено удаление глубоких объемных образований у 26 пациентов: 14 – с диффузными глиальными опухолями и 12 – образования с узловым ростом. Медиана глубины залегания образований составила 21 [15; 27] мм, а медиана объема – 18,5 [5,9; 53,5] см<sup>3</sup>. Установку порта и направление его директории осуществляли на основании данных предоперационной магнитно-резонансной трактографии и соотношения очага и внутренней капсулы.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** При выборе размера используемых портов следует учитывать всю суммарную длину хирургического коридора – от поверхности кожи до медиального края образования. От этого зависят площадь трепанации и вскрытия твердой мозговой оболочки и необходимость комбинации с обычными шпателями.

Радикальность операций с применением тубулярных ретракторов для всех образований составила 98,2 [87,5; 100] %, была ниже при глиальных опухолях (88,9 [57,2; 96,0] %) и выше при узловых образованиях (100,0 [100,0; 100,0] %), при исходных объемах 36,1 [19,8; 57,1] и 5,7 [2,8; 18,8] см<sup>3</sup> соответственно. Медиана пред- и послеоперационного индекса Карновского осталась неизменной и составила 80 [70; 90] %. Нарастание неврологического дефицита выявлено у 4 (15,4 %) пациентов, но только у 1 (3,8 %) дефицит был постоянным. Осложнений, связанных с применением порт-ассистенции, не наблюдалось.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Достаточно высокая радикальность «тубулярной хирургии» глубоких новообразований мозга, наряду с хорошими функциональными результатами, позволяет рекомендовать эту методику для более широкого применения.

**Ключевые слова:** глубокие новообразования, глиома, порт-ассистенция, тубулярная хирургия

*Для цитирования:* Остапюк М. В., Кравец Л. Я., Яшин К. С., Корицова С. В., Медяник И. А. Порт-ассистированная хирургия глубоких объемных образований: методика и результаты // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2025. Т. XVII, № 1. С. 28–36. DOI: 10.56618/2071-2693\_2025\_17\_1\_28.

PORT-ASSISTED SURGERY OF DEEP SPACE-OCCUPYING LESIONS:  
METHODOLOGY AND RESULTS**Michail V. Ostapyuk**<sup>1</sup>

✉ostapyuk.michail@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0418-5597, SPIN-code: 5622-8420

**Leonid Ya. Kravets**<sup>1</sup>

orcid.org/0000-002-9484-6992

**Konstantin S. Yashin**<sup>1</sup>

orcid.org/0000-0002-5723-7389

**Svetlana V. Korikova**<sup>1</sup>

orcid.org/0009-0000-3961-8287

**Igor A. Medyanik**<sup>1</sup>

orcid.org/0000-0002-7519-0959

<sup>1</sup> Privolzhskiy Medical Research University (10/1 Minin and Pozharskogo Square, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603055)**Abstract**

**INTRODUCTION.** Traction injury is one of the main causes of unfavorable outcomes in the removal of deep-seated brain lesions. Port-assisted surgery has been developed to minimize traction impact. Despite its growing popularity, this technique has specific technical features and limitations that are insufficiently observed in the literature. Based on our experience, we present key aspects of tubular retractor application, their advantages, and the outcomes of surgeries performed for various types of deep-seated brain lesions.

**AIM.** To demonstrate the methodology of port-assisted surgery, its limitations, and effectiveness in the removal of deep-seated brain tumors.

**MATERIALS AND METHODS.** Port-assisted surgeries were performed on 26 patients with deep-seated lesions: 14 with diffuse gliomas and 12 with nodular tumors. The median tumor depth was 21 [15; 27] mm, and the median volume was 18.5 [5.9; 53.5] cm<sup>3</sup>. Port placement and trajectory planning were based on preoperative MR tractography and the relationship between the lesion and the internal capsule.

**RESULTS.** The choice of port size should account for the total length of the surgical corridor, from the skin surface to the medial edge of the tumor. This determines the area of craniotomy, dura opening, and the need for combining port-assisted surgery with conventional spatulas.

EOR of surgeries using tubular retractors was 98.2 % [87.5; 100 %] for all tumors, being lower for gliomas (88.9 % [57.2; 96.0 %]) and higher for nodular tumors (100.0 % [100.0; 100.0 %]), with median volumes of 36.1 [19.8; 57.1] cm<sup>3</sup> and 5.7 [2.8; 18.8] cm<sup>3</sup>, respectively. The median Karnofsky Performance Status score remained unchanged at 80 [70; 90]. Deterioration was observed in 4 (15.4 %) patients, but only in 1 (3.8 %) case it was persistent. No complications associated with port-assisted surgery were observed.

**CONCLUSION.** The high radicality and favorable functional outcomes of tubular surgery for deep-seated brain tumors support its recommendation for broader clinical use.

**Keywords:** deep-seated brain lesions, glioma, port-assisted surgery, tubular surgery

**For citation:** Ostapyuk M. V., Kravets L. Ya., Yashin K. S., Korikova S. V., Medyanik I. A. Port-assisted surgery of deep space-occupying lesions: methodology and results. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2025;XVII(1):28–36. (In Russ.). DOI: 10.56618/2071-2693\_2025\_17\_1\_28.

**Введение**

Хирургия глубоких объемных образований требовательна к достаточной визуализации патологического очага, что необходимо для полноты его удаления и надежного гемостаза. В процессе операции удержание «коридора» открытым проводится в классическом варианте мозговыми шпателями [1] либо, в некоторых случаях, хирургическими инструментами, что зависит от мастерства хирурга. Оба этих варианта опосредуют формирование локусов повы-

шенного давления на мозговое вещество, что может приводить к тракционной травме и, следовательно, функциональным потерям [2, 3]. Одним из путей решения этой проблемы является порт-ассистенция, при которой поддержание «коридора» открытым и достаточный обзор операционной раны достигаются за счет установки ригидных тубусов цилиндрической формы, позволяющих равномерно распределить оказываемое давление и держать «коридор» открытым без риска тракционного повреждения,

одновременно снижая зависимость от хирургических навыков безрентракторной методики [4]. Хронологически наблюдается нарастающий интерес к этой технике, начинающийся от кустарных вариантов и пришедший к использованию унифицированных тубусов в хирургии новообразований, гипертензионных гематом и других образований [5–11].

Согласно метаобзору клиники Майо (2020) [12], тубулярные ретракторы являются перспективным инструментом для безопасной резекции глубоких образований, без статистически значимых различий в исходах между различными типами портов.

В упомянутых работах авторы не указывают особенности и варианты хирургического доступа на этапе кожного разреза и трепанации, при описании патологического процесса описывается только диаметр очага, что может быть верным только для шарообразной формы и не совсем подходит для диффузных опухолей, и глубина залегания, что также отражает только один параметр, возможно, не имеющий большой ценности. Ряд авторов не ограничивают применение тубусов определенной глубиной, расширяя показания для порт-ассистенции.

В нашем исследовании мы представляем методику применения и результаты порт-ассистированной хирургии для различных по структуре глубоких образований и сравнение результатов с литературными данными.

**Цель** исследования – представление деталей методики порт-ассистированной хирургии, ее ограничений и оценка эффективности при удалении различных глубоких образований головного мозга.

## Материалы и методы

Из представленных на мировом рынке унифицированных портов в отечественной и нашей практике используются VBAS – ViewSite Brain Access System (*Vycor Medical Inc.*, США). С использованием данных тубусов различных типо-размеров на базе Университетской клиники Приволжского исследовательского медицинского университета с 2021 по 2022 г. прооперированы 26 пациентов с образованиями, располагающимися субкортикально, распро-

страняющимися в область базальных ганглиев и (или) пери- и интравентрикулярно. Средний возраст пациентов составил (54,4±12,5) года, а соотношение мужчин и женщин – 1:1,16. Медиана расстояния от образования до коры составила 21 [15; 27] мм, медиана объема – 18,5 [5,9; 53,5] см<sup>3</sup>. С учетом патоморфологии опухоли были разделены на диффузно-растущие глиомы (n=14) и отграниченные или узловатые очаги (n=12). Патоморфологический диагноз образований установлен на основании иммуногистохимического исследования, классификация астроцитом головного мозга проведена в соответствии с классификацией Всемирной организации здравоохранения 2021 г. (табл. 1).

**Таблица 1. Распределение образований по гистоструктуре**

**Table 1. Histostructure of lesions**

Глиальные опухоли (N=14)		«Узловые» образования (N=12)	
Глиобластома без выявленной мутации IDH (Grade IV)	10	Метастаз	6
Диффузная глиома средней линии (Grade IV)	1	Эпидермоидная киста	2
Анапластическая астроцитома с наличием мутации IDH (Grade III)	2	Реактивный глиоз	1
Анапластическая олигодендроглиома с наличием мутации с IDH-коделецией 1p19q (Grade III)	1	Переходная менингиома	1
		Центральная нейрочитома	1
		Кавернома	1

На предоперационном этапе пациентам проведено клиничко-неврологическое обследование. Топографо-анатомическая оценка и планирование операции проводились на основании стандартных последовательностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) и, в ряде случаев, трактографии и функциональной МРТ. Волюметрия проводилась с использованием Vidar Dicom Viewer v.3.2 (ООО «ПО Видар», Россия) и станций навигации Stealth Station S7 (*Medtronic*, США) и BrainLab (*Brainlab AG*, Германия).

Радикальность операций и функциональные результаты оценивались по двум группам (диффузно-растущие нейроглиальные опухоли и узловатые образования) на основе данных компьютерной томографии (КТ), МРТ и динамики неврологического статуса в течение 1



**Рис. 1.** Форм-фактор тубусов: *а* – тубус с фиксатором и извлеченным obtуратором; *б* – различные варианты тубусов с obtуратором

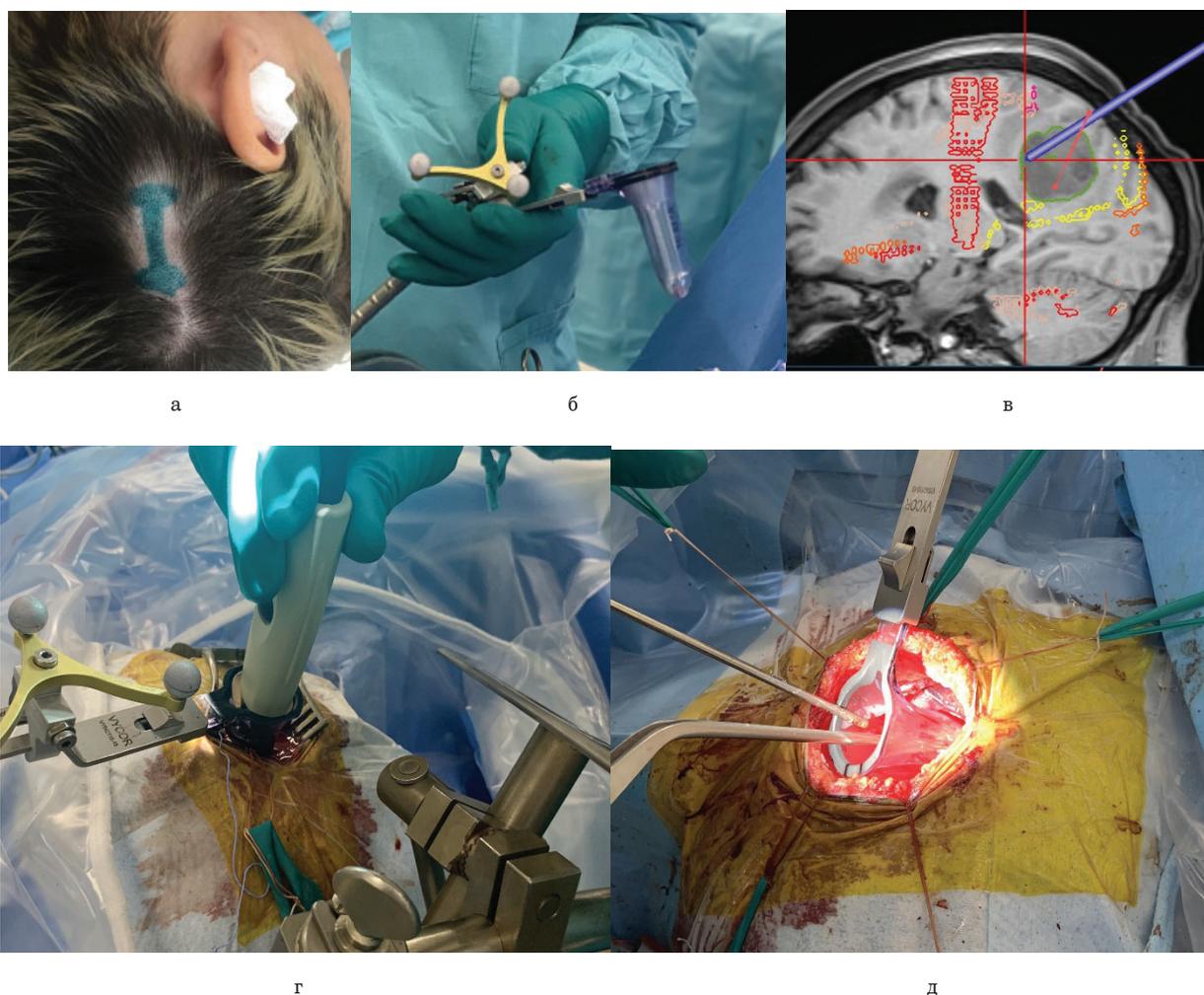
**Fig. 1.** Tube design: *a* – tube with retainer and obturator removed; *b* – different variants of tubes with obturator

месяца. Нарастание или появление нового неврологического дефицита, регрессировавшего в течение месяца, считалось транзиторным, а сохраняющаяся симптоматика – постоянным.

*Форм-фактор тубуса и методика операции.* Внешне тубус представляет собой прозрачный пластиковый конус, на поперечном сечении имеющий форму эллипса и состоящий из непосредственно порта, через который осуществляются манипуляции, и внутреннего obtуратора, который при установке тубуса раздвигает ткани по мере продвижения (рис. 1). В собранном виде тубус через металлический фиксатор может быть прикреплен к гибкой руке ретрактора и зарегистрирован в навигационной системе (рис. 2, б, в). Производителем представлены тубусы длиной 3, 5 и 7 см, остальные параметры представлены по длине осей эллипсовидного наружного отверстия порта. По длине большой оси эллипса существует четыре размера: 12, 17, 21 и 28 мм. Внешний диаметр больше, что создает возможность для небольшого наклона инструментов. Для удаления образований нами использовались тубусы с наибольшим диаметром – 21 и 28 мм. Небольшие размеры портов позволяют уменьшить как размеры краниотомии, так и кожные разрезы.

В большинстве случаев использовался линейный разрез кожи длиной до 8 см (рис. 2, а). Краниотомия выполнялась в форме круга, с учетом возможного вращения и репозиции

тубуса, но с превышением площади поперечного сечения внешнего окна тубуса, что позволяло изменять траекторию его направления для полного удаления опухоли (рис. 2, д). Для тубуса с большей осью, 21 мм, диаметр трепанации располагался в диапазоне от 3,1 до 4,3 см, а для 28 мм – в диапазоне от 4,2 до 5,7 см. Твердая мозговая оболочка вскрывалась минимально достаточным разрезом для введения тубуса и незначительно превышала площадь его поперечного сечения. Предполагаемый хирургический «коридор» планировался вдоль проекционных и ассоциативных трактов, реконструированных из МР-трактографии, во избежание их повреждения при продвижении тубуса. В работе Jennings et al. [13] предлагается два основных «коридора» для удаления субкортикальных образований: передний, через полюс лобной доли, и задний, через теменную долю. В нашей работе выбор лобного или теменного доступа зависел от расположения опухоли относительно внутренней капсулы: при локализации позади заднего бедра или в области желудочкового треугольника применялся теменной доступ, при переднем расположении – лобный. Однако некоторые локализации, например, в островковой доле или в области височного рога бокового желудочка, предполагали смену тактики и адаптацию к данной локализации. Формирование входа для дальнейшего продвижения порта выполняли путем дис-



**Рис. 2.** Этапы порт-ассистированной хирургии: а – вариант кожного разреза; б – использование навигации; в – контроль положения тубуса в навигационной станции; г – коррекция траектории с наклоном тубуса; д – визуализация опухоли ультразвуковым датчиком

**Fig. 2.** Stages of port-assisted surgery: a – variant of skin incision; б – use of navigation; в – control of tube position in navigation station; г – correction of trajectory with tube tilt; д – visualization of tumor with ultrasound sensor

секции ближайшей к очагу борозды (n=16) при достаточной релаксации мозга или кортикотомии на вершине извилины вне проекции функциональных зон (n=10) в случае отека, значительного выбухания мозга или иных причин, не позволяющих выполнить арахноидальную диссекцию.

Операции проводили с интраоперационным нейрофизиологическим корковым и субкортикальным мониторингом (*Inomed Medizintechnik GmbH*, Германия), в 1 случае – с интраоперационным пробуждением пациента для картирования речевых зон. После формирования входа продвижение тубуса осуществлялось под одновременным навигационным и прямым зрительным контролем в поле

микроскопа вдоль спланированного «коридора». В некоторых случаях коррекция траектории, контроль удаления и вероятных кровоизлияний возможны с использованием интраоперационного ультразвукового датчика (рис. 2, г).

Удаление патологического очага проводилось в двух классических вариантах:

- 1) по перифокальной зоне единым блоком – при узловых очагах;
- 2) «от центра к периферии» – при больших размерах, когда первоначально удалялась центральная часть с последующей поэтапной резекцией периферических фрагментов.

При глубине раны, превышающей длину порта, для улучшения обзора допускалось использование шпателя ассистентом. Шпатель

продвигался, скользя по тубусу за его дистальный край, что обеспечивало динамическую тракцию нависающей мозговой ткани за границей порта после удаления большей части опухоли. Манипуляции микрохирургическими инструментами, как и закрытие раны не имели каких-то особенностей.

Статистический анализ выполнен в StatSoft Statistica 12. При нормальном распределении (тест Шапиро – Уилка) вычисляли (средние значения  $\pm$  стандартное отклонение) и 95 %-е доверительные интервалы. При отклонении от нормального распределения указывались медиана и 25–75-й перцентиль. Для сравнения пропорций применяли точный тест Фишера, для ненормального распределения – U-критерий Манна – Уитни. Взаимосвязи категориальных переменных анализировали с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона. Уровень значимости установлен на  $p=0,05$ .

### Результаты исследования

Мы разделили и оценили результаты операций среди пациентов со злокачественными глиомами и отграниченными, узловыми образованиями. Гетерогенная природа образований определила расхождения в исходных размерах, особенностях хирургических манипуляций и степени резекции, и в то же время половозрастные данные, длительность операции, глубина залегания и сроки нахождения в стационаре оказались сопоставимы.

*Клинические исходы.* Медиана послеоперационного периода составила 3 [3; 5] койко-дня, послеоперационной летальности не было. Медиана пред- и послеоперационного индекса Карновского осталась неизменной и составила 80 [70; 90] %.

Нарастание неврологического дефицита выявлено у 4 (16 %) пациентов, по 2 в каждой группе, что не имело статистической разницы. В 1 случае выявлен судорожный синдром, купированный противосудорожными препаратами, по 1 случаю транзиторных речевых и зрительных нарушений и 1 пациент со стойким двигательным и зрительным дефицитом и раневыми осложнениями. У этого пациента операция проводилась с использованием метаболитической навигации, что позволило удалить глиобластому тотально, однако на КТ-сканах в ложе опухоли было выявлено кровоизлияние объемом около 15 мл, которое не потребовало ревизионной операции, однако послеоперационный период также сопровождался раневой инфекцией, что значительно удлинило сроки госпитализации. Помимо неврологических осложнений, у 2 пациентов был выявлен подкожный ликворный резервуар, что потребовало дополнительной герметизации раны. В обеих группах пред- и послеоперационный функциональный статус остался практически неизменным (табл.2).

*Радикальность удаления.* Для диффузно-растущих глиом при изначальном размере

Таблица 2. Результаты операций при диффузных и узловых образованиях

Table 2. Results of surgery for diffuse and nodular lesions

Критерий сравнения	Диффузные	Узловые	p-value
Число наблюдений, абс.	14	12	
Возраст, лет <sup>1</sup>	59 [45; 64]	54 [37; 67]	0,8995 <sup>2</sup>
Пол, м/ж	8/6	4/8	0,2068 <sup>3</sup>
Объем опухоли, куб. см <sup>1</sup>	36,1 [19,8; 57,1]	5,7 [2,8; 17,1]	0,0011 <sup>2</sup>
Расстояние от коры до очага, мм <sup>1</sup>	20 [15; 24]	24 [16; 30]	0,4624 <sup>2</sup>
Длительность операции, мин <sup>4</sup>	(286 $\pm$ 83)	(238 $\pm$ 56)	0,1759 <sup>2</sup>
Послеоперационный к/д <sup>1</sup>	3 [3; 7]	3,5 [3; 4]	0,4319 <sup>2</sup>
Степень резекции, % <sup>1</sup>	88,9 [57,2; 96,0]	100 [100; 100]	0,0012 <sup>2</sup>
ИК до операции <sup>1</sup>	70 [60;80]	85 [80;90]	0,0407 <sup>2</sup>
ИК к моменту выписки <sup>1</sup>	70 [60;80]	80 [80;90]	0,0463 <sup>2</sup>
Нарастание дефицита, абс. (%)	2 (14,3)	2 (16,7)	0,6409 <sup>3</sup>

Примечание: <sup>1</sup> – Ме – медиана, [Q1; Q2] – значения 25-го и 75-го перцентилей; <sup>2</sup> – U-критерий Манна – Уитни;

<sup>3</sup> – точный тест Фишера; <sup>4</sup> – (среднее  $\pm$  стандартное отклонение); ИК – индекс Карновского.

в 36,1 [19,8; 57,1] см<sup>3</sup> степень резекции составила 88,9 [57,2; 96,0] %: удаление более 95 % выполнено у 4 (29 %) пациентов, от 90 до 95 % – еще у 2 (14 %) пациентов. Медиана остаточного объема среди глиом составила всего 3,5 [1,0; 17,6] мл, что значимо для объема последующей адъювантной терапии. При заведомой невозможности полного удаления глубинной глиомы применение порт-ассистенции позволило достичь определенной циторедукции, что оказывает влияние на выживаемость пациентов.

Для узловых форм с медианой исходного размера в 5,9 [2,9; 17,3] см<sup>3</sup> радикальность удаления составила 100 [100; 100] %. Таким образом, применение портов для небольших по размеру и ограниченных по характеру роста образований может быть высокоэффективной методикой, минимизирующей функционально неблагоприятные результаты.

При сравнении способов формирования входа (диссекция борозды и кортикотомия) значимых различий в неврологических исходах и хирургических результатах не выявлено. При диссекции борозды неврологический дефицит отмечался несколько чаще (19 против 10 %), однако носил транзиторный характер. Различий в функциональных исходах ( $p=0,9170$ , критерий  $\chi^2$  Пирсона) и степени резекции между лобным и теменным доступами также не обнаружено ( $p=0,7169$ , тест Краскела – Уоллиса ANOVA).

## Обсуждение

Публикации по порт-ассистированной хирургии глубинных опухолей не детализируют методику применения и не проводят качественное сравнение результатов для различных типов образований. Наш опыт позволил выявить ряд технических деталей, связанных с использованием портов. Расстояние от коры до наружной поверхности опухоли традиционно считается основным критерием выбора длины порта. Однако этот подход не учитывает толщину мягких тканей и костей черепа, которые уменьшают эффективную длину тубуса. Для решения этой проблемы приходилось увеличивать разрез мягких тканей и площадь трепанации, что позволяло погрузить тубус глубже, за края трепанации. Еще один важный аспект – глу-

бина расположения внутреннего полюса опухоли. При его близости к анатомическому центру мозга удлиняется и необходимый хирургический «коридор», превышая длину порта и повышая риск тракционной травмы. Это указывает на необходимость учитывать не только расстояние до наружного полюса опухоли, но и ее глубинное распространение. Возможная оптимизация длины порта остается нерешенной проблемой, поскольку удлинение порта может ограничить свободу манипуляций инструментами и усложнить контроль во время операции. По нашему опыту, допустима комбинация порт-ассистенции и шпателей, позволяющая эффективно проводить манипуляции за пределами тубуса.

Согласно данным крупных обзоров, порт-ассистенция демонстрирует хорошие результаты с минимальным количеством неврологических осложнений, что подтверждает ее эффективность для хирургического лечения глубинных образований. Однако злокачественные глиомы составляли лишь небольшую долю (от 14 % в метаобзоре до 23 % в отдельных работах), в то время как основная часть пациентов имели метастазы и доброкачественные опухоли, которые технически проще удалить безопасно, что повлияло на общую статистику. В нашей выборке результаты хирургического лечения злокачественных глиом оказались удовлетворительными (88,9 % резекции при частоте неблагоприятных исходов 7 %), тогда как в работе Hajtovic et al. [14] при высокой степени резекции (93 %) частота функционально неудовлетворительных исходов достигла 35 %. Это подчеркивает необходимость более осторожного подхода в стремлении тотального удаления злокачественных глубинных глиом для сохранения функционального статуса пациентов.

В отечественной литературе описан опыт порт-ассистированной хирургии у детей, где не отмечено схожих технических проблем [15]. Однако это может быть связано с меньшими размерами мозга и, соответственно, меньшей глубиной расположения образований, его пластичностью, что значительно отличается от хирургического лечения взрослых пациентов.

## Заключение

Порт-ассистированная хирургия представляет собой методику, которая позволяет эффективно удалять глубинные образования головного мозга, с наилучшими результатами при узловых образованиях небольших размеров. При диффузном росте опухоли (в случае злокачественных глиом) тубус может стать хорошим инструментом для максимально безопасной циторедукции, что важно для эффективности последующего адъювантного лечения.

**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. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

1. Assina R., Rubino S., Sarris C. E., Gandhi C. D., Prestigiacomo C. J. The history of brain retractors throughout the development of neurological surgery. *Neurosurgical Focus*. 2014;36(4):E8. Doi: <https://doi.org/10.3171/2014.2.FOCUS13564>.
2. Andrews R. J., Muto R. P. Retraction brain ischaemia: cerebral blood flow, evoked potentials, hypotension and hyperventilation in a new animal model. *Neurological Research*. 1992;14(1):12–18. Doi: <https://doi.org/10.1080/01616412.1992.11740004>.
3. Bassan H., Limperopoulos C., Visconti K. et al. Neurodevelopmental outcome in survivors of periventricular hemorrhagic infarction. *Pediatrics*. 2007;120(4):785–792. Doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2007-0211>.
4. Ogura K., Tachibana E., Aoshima C., Sumitomo M. New microsurgical technique for intraparenchymal lesions of the brain: Transcylinder approach. *Acta Neurochirurgica*. 2006;148(7):779–785. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-006-0768-7>.
5. Prevedello D. M. Port approaches to intrinsic brain tumors. *Comprehensive Overview of Modern Surgical Approaches to Intrinsic Brain Tumors*; eds by D. M. Prevedello, A. B. Todeschini, J. M. R. Barbero et al. Academic Press; 2019, pp. 465–474.
6. Raza S. M., Recinos P. F., Avendano J., Adams H., Jallo G. I., Quinones-Hinojosa A. Minimally invasive trans-portal resection of deep intracranial lesions. *Minim Invasive Neurosurg*. 2011;54(1):5–11. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-0031-1273734>.
7. Mansour S., Echeverry N., Shapiro S., Snelling B. The use of BrainPath tubular retractors in the management of deep brain lesions: A review of current studies. *World Neurosurg*. 2020;(134):155–163. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.08.218>.
8. Eichberg D. G., Buttrick S., Brusko G. D., Ivan M., Starke R. M., Komotar R. J. Use of tubular retractor for resection of deep-seated cerebral tumors and colloid cysts: Single surgeon experience and review of the literature. *World Neurosurg*. 2018;(112):e50–e60. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.12.023>.
9. Almubarak A. O., Alobaid A., Qoqandi O., Bafaquh M. Minimally invasive brain port approach for accessing deep-seated lesions using simple syringe. *World Neurosurg*. 2018;(117):54–61. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.05.236>.
10. Echeverry N., Mansour S., MacKinnon G., Jaraki J., Shapiro S., Snelling B. Intracranial tubular retractor systems: A comparison and review of the literature of the BrainPath, Vycor, and METRx tubular retractors in the management of deep brain lesions. *World Neurosurg*. 2020;(143):134–146. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.07.131>.
11. Okasha M., Ineson G., Pesic-Smith J., Surash S. Transcortical approach to deep-seated intraventricular and intra-axial tumors using a tubular retractor system: A technical note and review of the literature. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2021;82(3):270–277. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1719025>.
12. Marengo-Hillebrand L., Prevatt C., Suarez-Meade P., Ruiz-Garcia H., Quinones-Hinojosa A., Chaichana K. L. Minimally invasive surgical outcomes for deep-seated brain lesions treated with different tubular retraction systems: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2020;(143):537–545. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.07.115>.
13. Jennings J. E., Kassam A. B., Fukui M. B., Monroy-Sosa A., Chakravarthi S., Kojis N., Rovin R. A. The surgical white matter chassis: A practical 3-dimensional atlas for planning subcortical surgical trajectories. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2018;14(5):469–482. Doi: <https://doi.org/10.1093/ons/oxp177>.
14. Hajtovic S., Sun J., Multani J. S., Herrmann L. L., Britton H., Gautreaux J., et al. Surgical cytoreduction of deep-seated high-grade glioma through tubular retractor. *J Neurosurg*. 2022;139(1):73–84. Doi: <https://doi.org/10.3171/2022.9.JNS22842>.
15. Сафронова Е. И., Кушель Ю. В. Опыт применения тубулярных ретракторов в транскраниальной хирургии интрааксиальных опухолей головного мозга у детей // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. 2022. Т. 86, № 2. С. 15–24. [Safronova E. I., Kushel Yu. V. Experience of using tubular retractors in transcranial surgery of intraaxial brain tumors in children. *Issues of neurosurgery named after N. N. Burdenko*. 2022;86(2):15–24. (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.17116/neiro20228602115>.

## Сведения об авторах

Михаил Владимирович Остапюк – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М. В. Колокольцева, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии Университетской клиники При-

волжского исследовательского медицинского университета (г. Нижний Новгород, Россия);

Леонид Яковлевич Кравец – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ор-

топедии и нейрохирургии им. М. В. Колокольцева, главный научный сотрудник группы микронеурологии Университетской клиники Приволжского исследовательского медицинского университета (г. Нижний Новгород, Россия);

*Константин Сергеевич Яшин* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М. В. Колокольцева, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии Университетской клиники Приволжского исследовательского медицинского университета (г. Нижний Новгород, Россия);

### Information about the authors

*Michail V. Ostapyuk* – Assistant at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery named after M. V. Kolokoltsev, Neurosurgeon at the Neurosurgery Department of the University Clinic, Privolzhskiy Medical Research University (Nizhny Novgorod, Russia);

*Leonid Ya. Kravets* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery named after M. V. Kolokoltsev, Chief Researcher of the Microneurosurgery Group, at the University Clinic, Privolzhskiy Medical Research University (Nizhny Novgorod, Russia);

*Konstantin S. Yashin* – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics

*Светлана Викторовна Корикова* – студентка Лечебного факультета Приволжского исследовательского медицинского университета (г. Нижний Новгород, Россия);

*Игорь Александрович Медяник* – доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М. В. Колокольцева, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии Университетской клиники Приволжского исследовательского медицинского университета (г. Нижний Новгород, Россия).

and Neurosurgery named after M. V. Kolokoltsev, Neurosurgeon at the Neurosurgery Department of the University Clinic, Privolzhskiy Medical Research University (Nizhny Novgorod, Russia);

*Svetlana V. Korikova* – Student at the Faculty of General Medicine, Privolzhskiy Medical Research University (Nizhny Novgorod, Russia);

*Igor A. Medyanik* – Dr. of Sci. (Med.), Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery named after M. V. Kolokoltsev, Neurosurgeon at the Neurosurgery Department of the University Clinic, Privolzhskiy Medical Research University (Nizhny Novgorod, Russia).

*Принята к публикации 26.02.2025*

*Accepted 26.02.2025*