

Применение эндопортальной технологии в хирургии объемных образований головного мозга

Контакты:

Сергей Варданович
Вераян
docser94@mail.ru

С.В. Вераян¹, А.В. Калиновский^{1,2}, Д.А. Рзаев¹⁻³, Е.В. Гормольсова¹, О.М. Андрушкевич^{1,2},
А.А. Абдилатипов^{1,3}, Е.В. Галушко¹

¹ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; Россия, 630087 Новосибирск,
ул. Немировича-Данченко, 132/1;

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия,
630091 Новосибирск, ул. Красный пр-кт, 52;

³ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; Россия,
630090 Новосибирск, ул. Пирогова, 2

Введение. Тубулярные ретракторы успешно применяются в хирургии головного мозга как альтернатива классическим методам ретракции. Современные тубулярные ретракторы снижают тракционную травму головного мозга, при этом сохраняя для хирурга возможность бимануальной техники.

Цель исследования – анализ результатов хирургического лечения внутримозговых объемных образований с использованием тубулярного ретрактора.

Материалы и методы. В исследование включены 204 пациента, прооперированных по поводу глубоко расположенных опухолей головного мозга в 2015–2023 гг. с применением тубулярных ретракторов. Рассмотрены демографические данные пациентов, клинические данные до и после оперативного вмешательства, данные нейровизуализационных исследований.

Результаты. Объемные образования в основном были расположены интравентрикулярно (39 %), реже – в подкорковых структурах и базальных ганглиях (20,5 %). Тотальная резекция была достигнута в 81,9 % случаев. Медиана послеоперационного индекса Карновского составила 80.

Заключение. Применение нейроэндопортальных технологий в хирургии глубоких внутримозговых и желудочковых образований может быть рекомендовано как альтернатива привычным микрохирургическим доступам, позволяя обезопасить пациента от дополнительной хирургической травмы структур мозга по ходу хирургического доступа, уменьшить время операции, исключить дополнительные хирургические осложнения.

Ключевые слова: тубулярный ретрактор, внутримозговое объемное образование, тракционная травма

Для цитирования: Вераян С.В., Калиновский А.В., Рзаев Д.А. и др. Применение эндопортальной технологии в хирургии объемных образований головного мозга. Нейрохирургия 2026;28(2):39–48.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2026-28-2-39-48>

Usage of endoport technology in surgery of cerebral mass lesions

S.V. Veranyan¹, A.V. Kalinovskiy^{1,2}, D.A. Rzaev¹⁻³, E.V. Gormolysova¹, O.M. Andrushkevich^{1,2}, A.A. Abdilatipov^{1,3}, E.V. Galushko¹

¹Federal Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia; 132/1 Nemirovich-Danchenko St., Novosibirsk 630087, Russia;

²Novosibirsk State Medical University, Ministry of Health of Russia; 52 Krasny Prospekt, Novosibirsk 630091, Russia;

³Novosibirsk National Research State University; 2 Pirogova St., Novosibirsk 630090, Russia

Contacts: Sergey Vardanovich Veranyan docser94@mail.ru

Background. Tubular retractors are successfully used in brain surgery as an alternative to classical retraction methods. Modern tubular retractors reduce brain retraction injury while maintaining the surgeon's ability to perform bimanual surgery.

Aim. To analyze the results of surgical treatment of intracerebral mass lesions using the tubular retractor.

Material and methods. The study included 204 patients who underwent surgery for deep-seated brain tumors between 2015 and 2023 using tubular retractors. Patient demographics, pre- and post-operative clinical data, and neuroimaging data were reviewed.

Results. Cerebral mass lesions were mainly, located intraventricularly [39 %], with a lower incidence in subcortical structures and the basal ganglia (20.5 %). Total resection was achieved in 81.9 % of cases. The median postoperative Karnofsky performance state was 80.

Conclusion. The use of neuroendoportal technologies in surgery for deep-seated intracerebral and intraventricular mass lesions can be recommended as an alternative to routine microsurgical approaches, allowing to protect the patient from additional brain trauma during the surgical approach as well as to reduce the operative time, and to eliminate the additional surgical complications.

Keywords: tubular retractor, intracerebral mass lesion, retraction injury

For citation: Veranyan S.V., Kalinovskiy A.V., Rzayev D.A. et al. Usage of endoport technology in surgery of cerebral mass lesions. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2026;28(2):39–48.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2026-28-2-39-48>

ВВЕДЕНИЕ

В хирургии глубоко расположенных опухолей головного мозга применяются различные способы ретракции. В 1981 г. I.M. Greenberg представил первый самофиксирующийся ретрактор в краниальной хирургии [1]. Традиционно для обеспечения адекватной визуализации глубоких поражений головного мозга используются металлические ретракторы. Однако применение металлических ретракторов приводит к очаговому давлению последних на прилежащие ткани и локальному ограничению кровотока из-за коллапса микрососудов головного мозга [2]. Помимо очагового давления повреждается и окружающая паренхима вследствие образования грыжи вокруг ретрактора [3]. По данным литературы, тракционная травма встречается в 5–10 % случаев и сопровождается такими осложнениями, как отек мозга и инфаркт [4]. В 1988 г. P.J. Kelly и соавт. представили первые тубулярные ретракторы как альтернативу классическим способам ретракции [5]. Тубулярные ретракторы снижают тракционную травму за счет радиального симметричного распределения давления ретрактором на окружающие мозговые структуры по ходу хирургического доступа. Также возможность бимануальной маневренности при использовании тубулярного ретрактора является огромным преимуществом по сравнению с эндоскопической методикой, применяемой в первую очередь при хирургии интравентрикулярных образований головного мозга. Тубулярные ретракторы успешно применяются для резекции глубинно расположенных опухолей головного мозга, удаления коллоидных кист, инородных тел и эвакуации внутримозговых гематом различного генеза [6].

Цель исследования — анализ результатов хирургического лечения внутримозговых объемных образований с использованием тубулярного ретрактора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 204 пациента с церебральными новообразованиями различного генеза, которым было проведено оперативное вмешательство с использованием систем тубулярных ретракторов.

Оперативные вмешательства проведены в Федеральном центре нейрохирургии (г. Новосибирск) в период с 2015 по 2023 г.

Проанализированы демографические данные пациентов, клинические данные, индекс Карновского до и после вмешательства, пред- и послеоперационные данные инструментальных исследований, объем и степень резекции, объем интраоперационной кровопотери, продолжительность вмешательства, результаты гистологического исследования, послеоперационные осложнения и неврологические нарушения.

Во всех случаях выполнялась предоперационная магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга (томограф МРТ Magnetom Avanto Siemens AG, Германия, напряженность 1,5 Тл) с контрастным усилением (гадобускан). Для определения степени резекции объемного образования в послеоперационном периоде всем пациентам выполнена МРТ головного мозга с внутривенным контрастированием. Результаты были сопоставлены с данными предоперационных томографий. В зависимости от объема резекции объемного образования результаты были разделены на 4 группы: парциальное удаление (10–50 % объема), субтотальное удаление (51–90 % объема), близкое к тотальному удалению (91–99 % объема), тотальное удаление (100 % объема). Статистика и расчет показателей сформированы с помощью Microsoft Office Mondo 2016.

Во время оперативных вмешательств использовались тубулярные ретракторы ViewSite Brain Access System (Vycor Medical Inc., Boca Raton, США). Эти тубулярные ретракторы представляют собой прозрачные цилиндрические obturаторы, сами ретракторы разных длин и диаметров (рис. 1), которые обеспечивают хирургический коридор для доступа к необходимым участкам головного мозга с минимальным нарушением структуры окружающих тканей (рис. 2) [7].

Методика применения тубулярного ретрактора

Положение пациента на операционном столе и место краниотомии определялись в зависимости от расположения объемного образования. Для фиксации



Рис. 1 | Fig. 1
Тубулярный ретрактор ViewSite Brain Access System
Tubular retractor of ViewSite Brain Access System



Рис. 2 | Fig. 2
Интродьюсер и ретрактор
Introducer and retractor

и позиционирования головы использовалась система фиксации черепа Mayfield. Оптимальное место для краниотомии и траектория установки ретракторной системы определялись с помощью системы нейронавигации (рис. 3).

После мини-краниотомии выполняли вскрытие твердой мозговой оболочки в проекции предполагаемого перечня. Затем с помощью нейронавигации выбирали оптимальное место для энцефалотомии и траектории транскортикального подхода к объемному образованию. Ретрактор вводили в мозговую ткань под контролем нейронавигационной системы. После достижения цели обтуратор, позволяющий провести рассечение путей белого вещества, удаляли, освобождая пространство для применения стандартной бимануальной микрохирургической техники (рис. 4).

Дальнейшее удаление опухоли проводили с помощью бимануальной техники с использованием микроскопа и микрохирургического инструментария. После удаления образования и осуществления гемостаза в его ложе извлекали ретрактор из мозгового вещества, выполняли ревизию стенок сформированной в мозговом веществе мозговой раны и, при необходимости, осуществляли гемостаз.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С использованием тубулярного ретрактора было проведено 204 оперативных вмешательства. Средний возраст пациентов составил $46,5 \pm 15,7$ года. У пациентов в основном преобладала общемозговая симптоматика (61 %; $n = 125$) и имели место двигательные нарушения (8,3 %; $n = 17$) и афатические расстройства (5,8 %; $n = 12$). Оклюзионная гидроцефалия была выявлена у 28 % ($n = 59$) пациентов. Установка вентрикулоперитонеального шунта до операции потребовалась

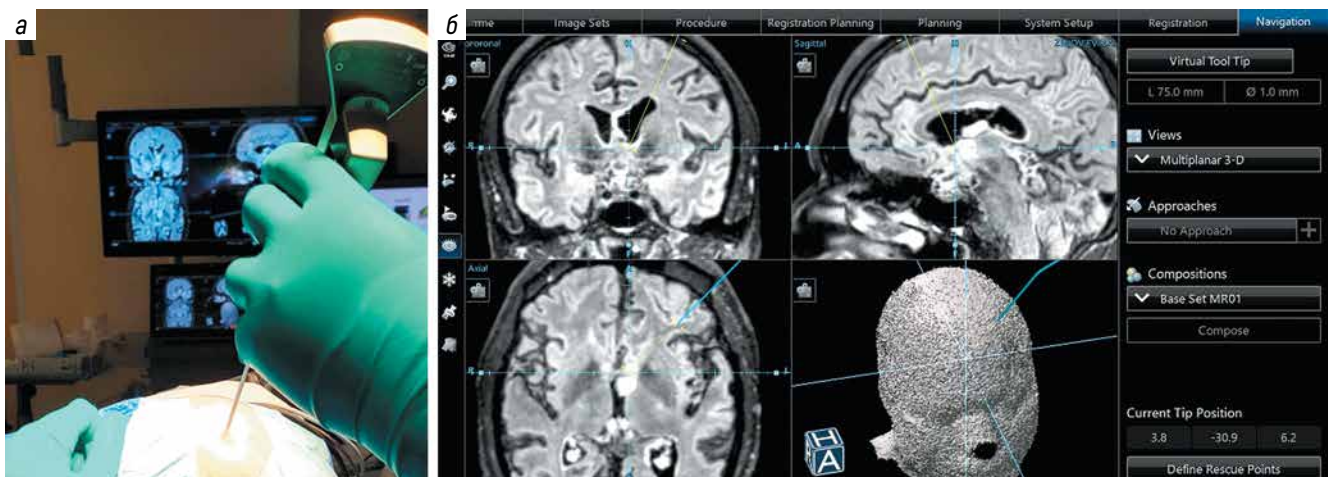


Рис. 3 | Fig. 3
Нейронавигация: а - планирование точки входа; б - система нейронавигации
Neuronavigation: a - entry point planning; б - neuronavigation system

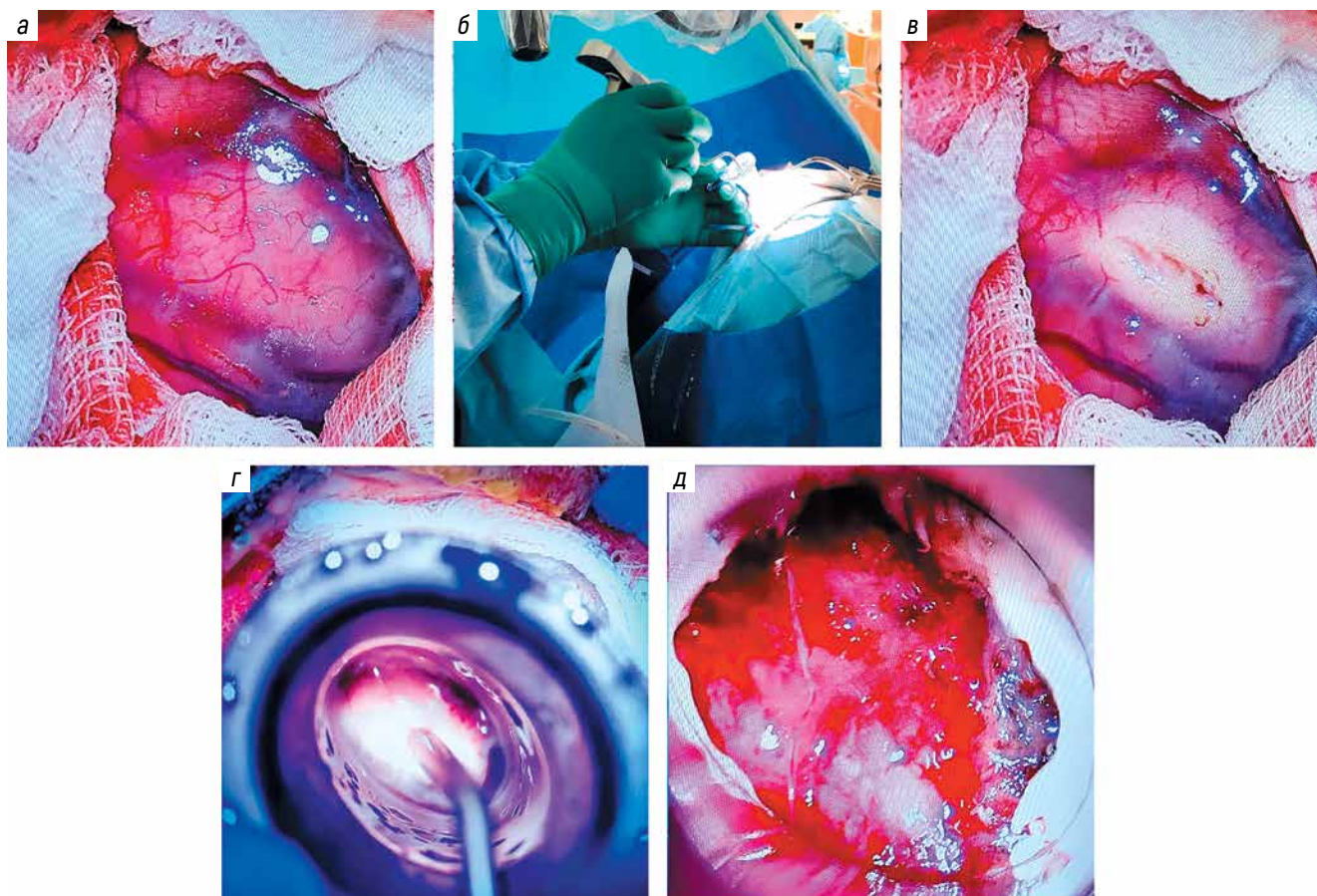


Рис. 4 | Fig. 4

Планирование краниотомии: а, б – хирургическая область и определение траектории для тубулярного ретрактора; в – энцефалотомия для транскортикального доступа; г, д – постепенное введение ретрактора и доступ к объемному образованию
Planning of craniotomy: а, б – surgical area and determination of the trajectory for the tubular retractor; в – encephalotomy for transcortical access; г, д – gradual introduction of the retractor and access to the mass lesion

3 пациентам. Медиана предоперационного индекса Карновского составила 70 (50–80). Средний объем поражения по данным МРТ составил $32,4 \pm 41,6$ см³ (табл. 1).

Новообразования преимущественно были расположены интравентрикулярно (39 %; $n = 80$), реже – в подкорковых структурах и базальных ганглиях (20,5 %; $n = 41$), в височной доле (7,8 %; $n = 16$) (рис. 5).

Наиболее распространенными гистологически верифицированными опухолями были глиобластома (31,2 %; $n = 64$), метастазы (13,6 %; $n = 28$) и коллоидные кисты (10,7 %; $n = 22$) (рис. 6).

Интраоперационная установка временного наружного вентрикулярного дренажа после удаления внутрижелудочковых опухолей головного мозга в целях профилактики ликвородинамических нарушений потребовалась 51 пациенту. Средняя продолжительность оперативного вмешательства составила $127,7 \pm 63,2$ мин. Объем кровопотери составил в среднем 209,6 мл (медиана 100 мл).

Радикальность оценивали по данным послеоперационной МРТ головного мозга с контрастированием, выполнявшейся через 48 ч после операции. Тотальное удаление образований (отсутствие остаточного объема опухоли по данным контрольной МРТ) достигнуто в 81,9 % ($n = 168$) случаев, удаление, близкое к тотальному (остаточный объем опухоли не более 9 % от первоначального), – в 11,7 % ($n = 24$). В 12 (5,8 %) случаях тубулярный ретрактор применялся для верификации гистологического диагноза опухоли – было выполнено частичное удаление опухоли/биопсия. Медиана послеоперационного индекса Карновского составила 80 (30–90).

У 3 пациентов в послеоперационном периоде развилось острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу, что было связано с коагуляцией артериальных сосудов во время удаления глубоких опухолей. У 3 пациентов после оперативного вмешательства развился менингит с дальнейшим регрессом на момент выписки на фоне антибактериальной

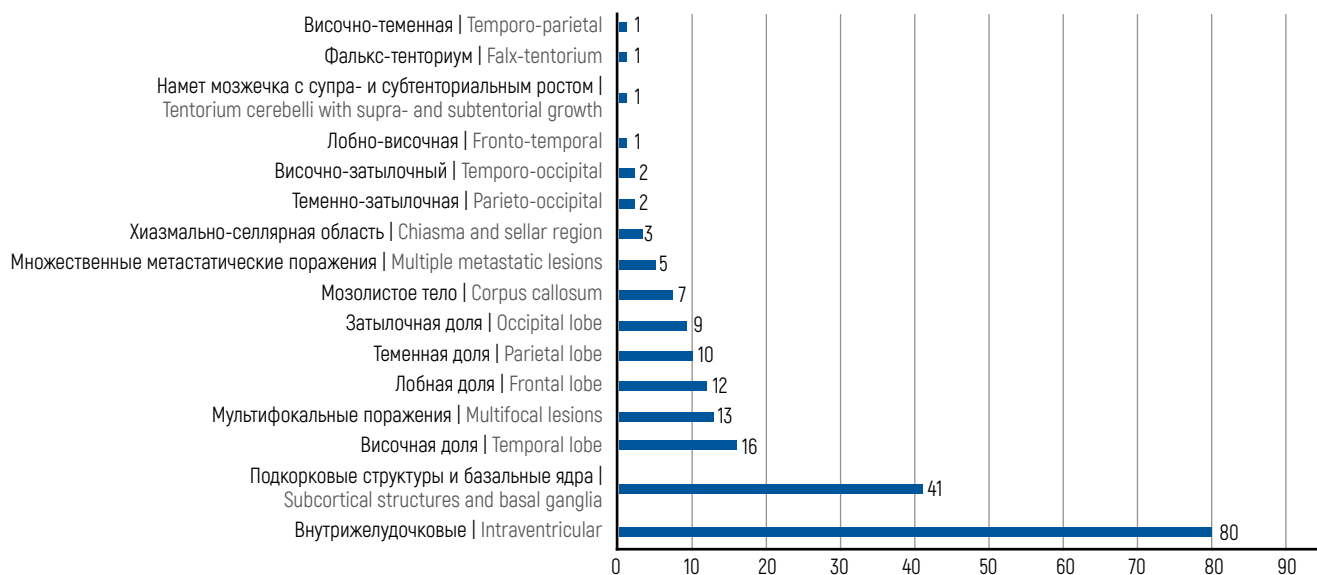


Рис. 5 | Fig. 5

Локализация опухоли, n
Tumor localization, n



Рис. 6 | Fig. 6

Гистологическая верификация новообразований, n
Histological verification of neoplasms, n

терапии. Оклюзионная гидроцефалия возникла у 1 пациента вследствие развития порэнцефалической кисты; через 4 мес после резекции было выполнено оперативное вмешательство в объеме эндоскопической фенестрации стенок кисты. Послеоперационные неврологические нарушения были обусловлены расположением и распространением объемного образования в область соседних структур головного мозга (табл. 2).

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 1

Женщина, 58 лет, госпитализирована в отделение нейроонкологии Федерального центра нейрохирургии с жалобами на нарушение речи, слабость в правых конечностях. В анамнезе: в течение нескольких месяцев отмечала головные боли, слабость, утомляемость. После возникновения генерализованного приступа судорог с потерей сознания госпитализирована в неврологический стационар. Проведена МРТ головного мозга

Таблица 1 | Table 1

Предоперационные данные пациентов (n = 204)
Preoperative data of patients (n = 204)

Показатель Parameter	Значение Value
Пол, n (%): Sex, n (%): мужской males женский females	112 (54,5) 92 (45,4)
Средний возраст, лет Average age, years	46,5 ± 15,7
Медиана предоперационного индекса Карновского (диапазон) Median preoperative Karnofsky performance status (range)	70 (50–80)
Предоперационные симптомы и дефициты, n (%): Preoperative symptoms and deficits, n (%): общемозговая симптоматика general cerebral symptoms двигательные нарушения movement disorders афатические расстройства aphasic disorders зрительные нарушения visual impairments	125 (61) 17 (8,3) 12 (5,8) 5 (2,4)
Гидроцефалия, n (%) Hydrocephalus, n (%)	59 (29)
Вентрикулперитонеальный шунт, n Ventriculoperitoneal shunt, n	3
Объем поражения, см ³ Volume of mass lesion, cm ³	32,4 ± 41,6

с контрастным усилением, по данным которой выявлено объемное образование левого таламуса размерами 48 × 35 × 30 мм, окруженное выраженным перифокальным отеком, интенсивно накапливающее контрастное вещество. Поперечная дислокация срединных мозговых структур вправо 4 мм (рис. 7).

Проведено оперативное вмешательство — краниотомия в теменно-затылочной области слева, микрохирургическое удаление объемного образования левого таламуса с применением нейронавигации, нейрофизиологического мониторинга и тубулярного ретрактора. По данным МРТ головного мозга с контрастированием объемное образование удалено тотально (рис. 8).

В послеоперационном периоде у пациентки отмечался регресс общемозговой симптоматики. Выписана на 7-й день после госпитализации.

Проведено патологоанатомическое исследование биопсийного (операционного) материала (иммуногистохимическое и генетическое исследования), по данным которого верифицирована глиобластома, IDH-wildtype, Grade 4.

Таблица 2 | Table 2

Послеоперационные неврологические осложнения при различной локализации опухолей
Postoperative neurological complications according to different tumor locations

Локализация осложнений Localization of mass lesion	Осложнение Complication	n
Поражения таламуса Thalamic lesions	Афатические расстройства Aphasic disorders	6
	Гемипарез Hemiparesis	3
	Гемиплегия Hemiplegia	4
Внутрижелудочковые поражения Intraventricular lesions	Афатические расстройства Aphasic disorders	3
	Гемипарез Hemiparesis	4
	Гемиплегия Hemiplegia	3
Лобная доля Frontal lobe	Гемипарез Hemiparesis	1
	Афазия Aphasia	1
Височная доля с распространением в подкорковые структуры Temporal lobe with extension into subcortical structures	Афатические расстройства Aphasic disorders	2
	Гемипарез Hemiparesis	4
	Гемиплегия Hemiplegia	4
Затылочная доля Occipital lobe	Парез взора Gaze palsy	1
	Гемианопсия Hemianopsia	1
Теменная доля Parietal lobe	Единый эпилептический приступ Single epileptic seizure	1
	Гемипарез Hemiparesis	1
Хиазмально-селлярная область Chiasma and sellar region	Гемианопсия Hemianopsia	2
Намет мозжечка с супра- и субтенториальным ростом Tentorium cerebelli with supra- and subtentorial growth	АкINETический мутизм Actinetic mutism	1

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 2

Женщина, 41 года, госпитализирована в отделение онкологии Федерального центра нейрохирургии с жалобами на слабость и онемение в левых конечностях. Симптомы присутствовали у пациентки в течение 3 мес, прогрессивно усиливались. После консультации невролога и проведенной МРТ головного мозга с контрастированием

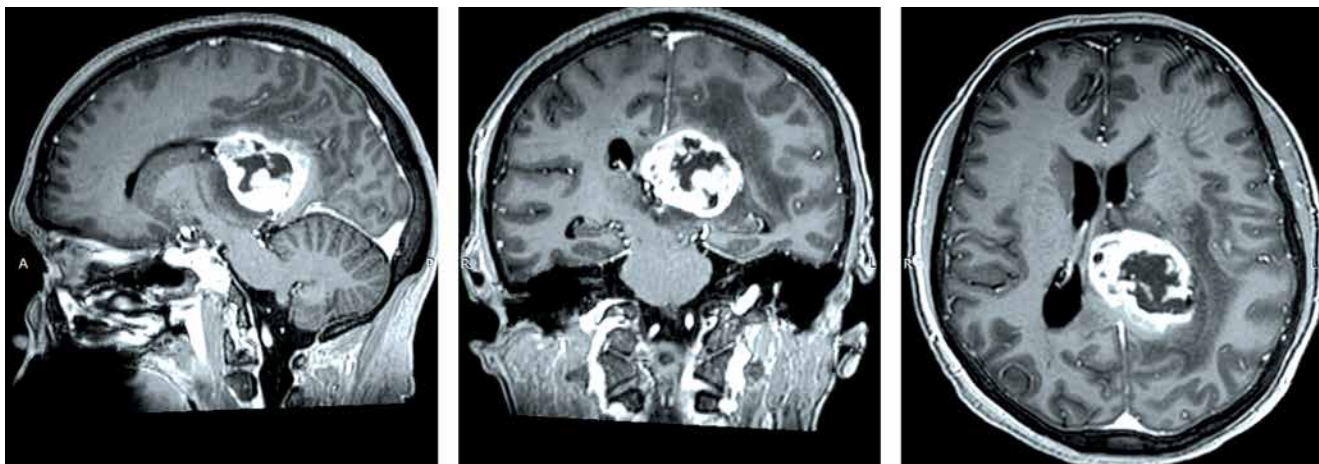


Рис. 7 | Fig. 7

Клинический случай 1. Предоперационные магнитно-резонансные томограммы (сагиттальная, коронарная, аксиальная плоскости), режим T1 с контрастированием
Clinical case 1. Preoperative magnetic resonance imaging (sagittal, coronal, axial planes), T1 mode with contrast

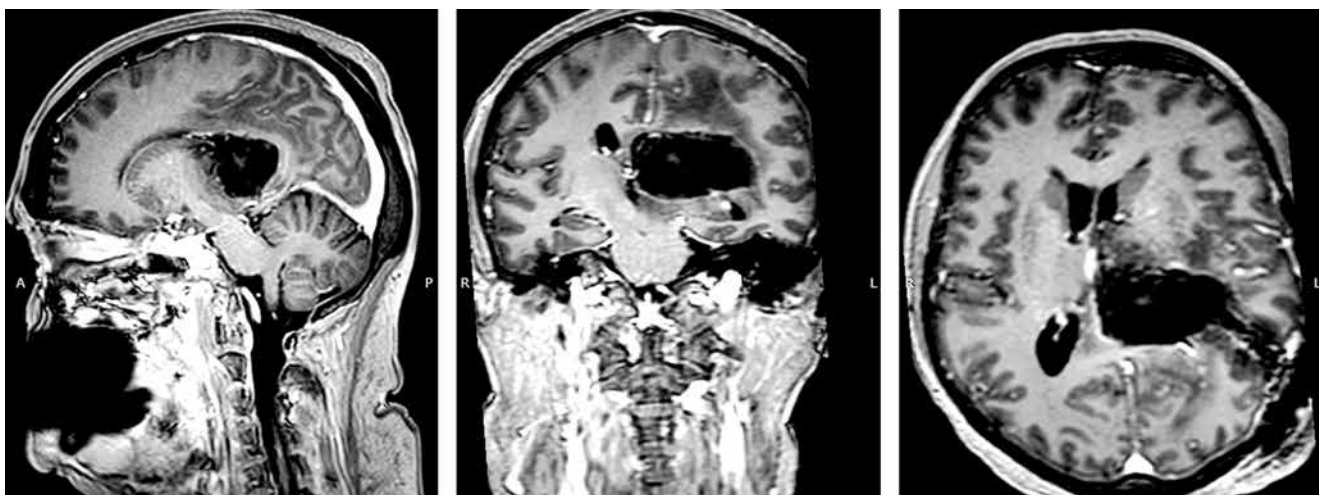


Рис. 8 | Fig. 8

Клинический случай 1. Послеоперационные магнитно-резонансные томограммы (сагиттальная, коронарная, аксиальная плоскости), режим T1 с контрастированием. Остаточная контрастируемая часть опухоли не визуализируется
Clinical case 1. Postoperative magnetic resonance imaging (sagittal, coronal, axial planes), T1 mode with contrast. The residual contrast-enhanced portion of the tumor is not visualized

диагностировано объемное образование правого бокового желудочка размерами $79 \times 60 \times 48$ мм, окруженное перифокальным отеком. Латеральная дислокация срединных мозговых структур влево до 13 мм (рис. 9).

Выполнено оперативное вмешательство — краниотомия в теменно-затылочной области справа, микрохирургическое удаление объемного образования заднего рога правого бокового желудочка с использованием интраоперационной навигации и тубулярного ретрактора. Объемное образование удалено тотально (рис. 10).

В послеоперационном периоде у пациентки отмечен регресс левостороннего гемипареза и общемозговой симптоматики. Выписана на 11-й день после госпитализации.

По данным иммуногистохимического исследования верифицирована атипичная менингиома, Grade 2.

ОБСУЖДЕНИЕ

Давление, которому подвергается мозговая ткань при применении традиционных систем ретракции, снижает перфузию ткани в области воздействия ретрактора и вызывает локальную ишемию. В 1992 г. R.J. Andrews и соавт. отслеживали электрическую активность у крыс, выполняя ретракцию мозга при давлении 30 мм рт. ст. в течение 10–20 мин, и заметили 50 % снижение амплитуды потенциалов, восстанавливающиеся в течение 5–20 мин после снятия ретракции.

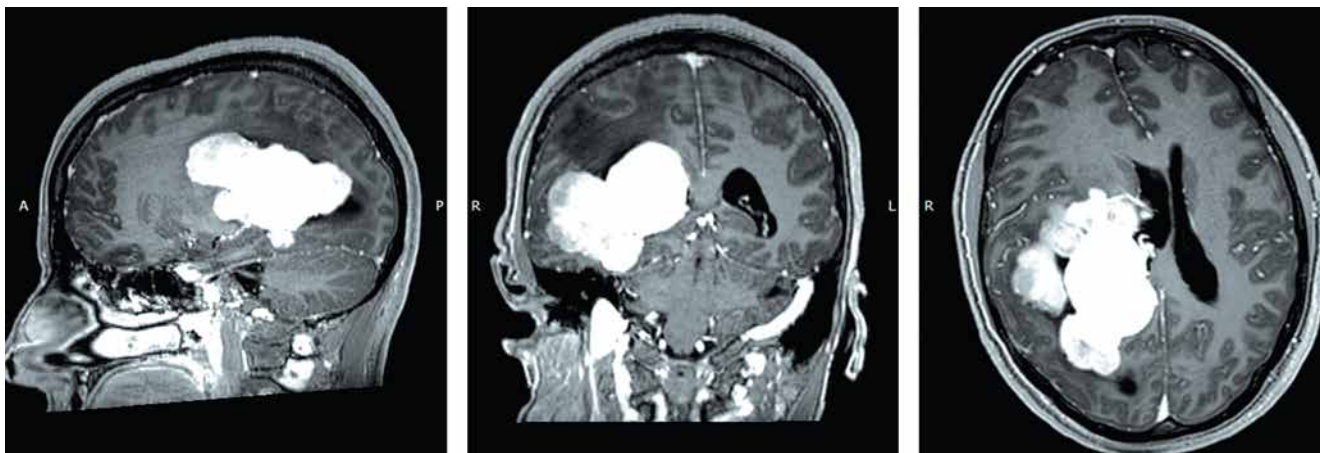


Рис. 9 | Fig. 9

Клинический случай 2. Предоперационные магнитно-резонансные томограммы (сагиттальная, коронарная, аксиальная плоскости), режим T1 с контрастированием. Внутривентрикулярная опухоль заднего рога правого бокового желудочка
Clinical case 2. Preoperative magnetic resonance imaging (sagittal, coronal, axial planes), T1 mode with contrast. Intraventricular tumor of the posterior horn of the right lateral ventricle

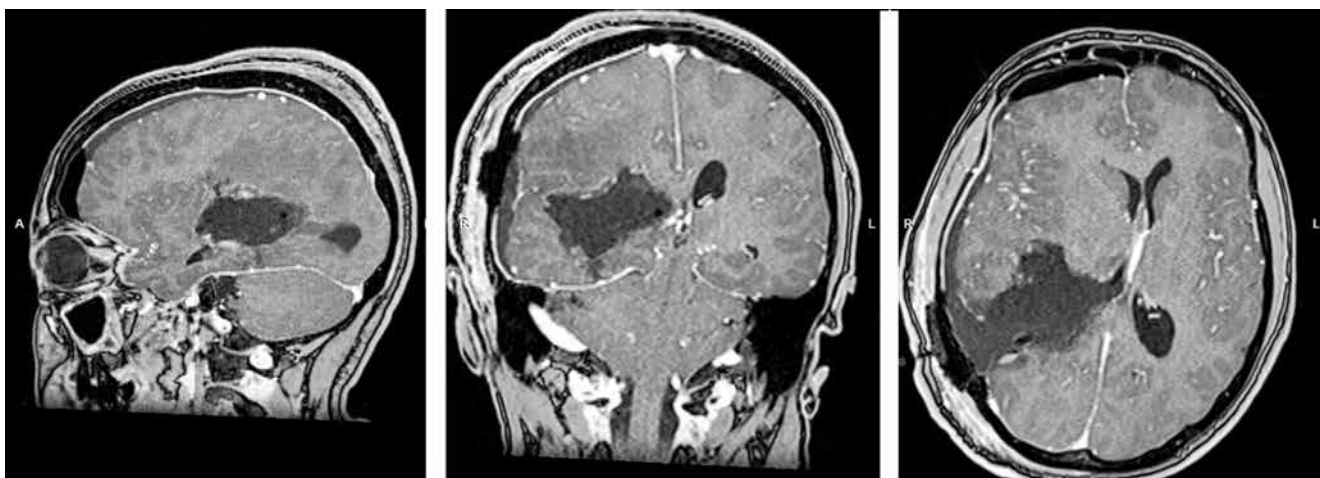


Рис. 10 | Fig. 10

Клинический случай 2. Послеоперационные магнитно-резонансные томограммы (сагиттальная, коронарная, аксиальная плоскости), режим T1 с контрастированием. Остаточная опухолевая ткань не визуализируется
Clinical case 2. Postoperative magnetic resonance images (sagittal, coronal, axial planes), T1 mode with contrast. Residual tumor tissue is not visualized

Исследователи показали, что потеря вызванных потенциалов была связана с пониженным артериальным давлением, снижением регионального мозгового кровотока и парциального давления углекислого газа в артериальном русле [3]. Другие интраоперационные факторы, такие как гипотензия, кровопотеря и длительность операции, могут способствовать кортикальному повреждению, связанному с гипоперфузией.

В 1988 г. P.J. Kelly и соавт. описали использование цилиндрического ретрактора при глубоко расположенных поражениях головного мозга. С помощью расширителя, клиновидный конец которого способствовал продвижению цилиндрического ретрактора, удалось

аккуратно разделить волокна белого вещества для достижения подкорковых образований. P.J. Kelly и соавт. сообщили, что при удалении 123 глубоко расположенных внутривентрикулярных поражений и 21 амигдалогиппокампэктомии не было осложнений в результате использования цилиндрических ретракторов у пациентов, которым выполнено оперативное вмешательство [5]. T. Nishihara и соавт. в 2000 г. описали первые прозрачные тубулярные ретракторы, которые они применяли для удаления труднодоступных паренхиматозных гематом головного мозга [8]. Впоследствии были разработаны коммерческие трубчатые ретракционные системы.

Использование тубулярных ретракторов позволяет сохранять пути белого вещества посредством постепенного расширения мозговой ткани, избегая трансекции. Преимущества тубулярных ретракторов в сочетании с мини-краниотомией обеспечивают более короткую продолжительность операции и минимизацию кровопотери [9]. В данном исследовании тотальная резекция глубинно расположенных опухолей головного мозга была достигнута в 81,9 % случаев, что соответствует данным литературы. В обзорной статье 2020 г., которая включила 29 публикацией, посвященных использованию тубулярных ретракторов, N. Echeverry и соавт. показали, что тотальная резекция суммарно была достигнута в 80,2 % случаев, а в исследовании D.G. Eichberg и соавт. с участием 113 пациентов, перенесших резекцию сосудистых поражений и объемных образований, тотальная резекция была достигнута в 82,3 % случаев [10, 11].

Е.И. Сафронова и Ю.В. Кушель показали опыт применения тубулярных ретракторов у детей. В исследовании тотальная резекция была достигнута в 100 % случаев, а при контрольных МРТ зона послеоперационного отека и ишемические нарушения были менее выражены, чем в контрольной группе, где применялись традиционные методы ретракции. Авторы показали эффективность и безопасность использования цилиндрических ретракторов в детской нейрохирургии [12]. В предоставленной в нашей работе группе пациентов, оперированных с применением тубулярных ретракторов, также отсутствовали случаи тракционного поражения головного мозга по ходу установки ретракционной системы.

Тубулярные ретракторы широко применяются и при открытых биопсиях. По сравнению со стереотаксическим методом биопсии, тубулярные ретракторы обеспечивают большой объем набранного материала для обеспечения адекватного гистологического исследования. K. Gassie и соавт. и E.D. Vander и соавт. сообщили о 100 % диагностических результатах открытой биопсии по сравнению с 87 % при стереотаксических биопсиях [13, 14]. Данный факт, на наш взгляд, может расширить показания к применению тубулярных ретракторов в диагностике опухолевых поражений глубинных отделов головного мозга. В нашей группе пациентов тубулярный ретрактор использовался для уточнения гистологического диагноза посредством открытой биопсии опухолей в 12 случаях. Гистологический и молекулярно-генетический диагноз также был получен в 100 % случаев, что подтверждает высокую эффективность данной методики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение нейроэндопортальных технологий в хирургии глубинных внутримозговых и внутрижелудочковых образований может быть рекомендовано как альтернатива привычным микрохирургическим доступам с использованием стандартных ретракционных систем. Быстрый доступ к зоне хирургических интересов, отсутствие дополнительной тракции мозгового вещества, исключение использования стандартных ретракционных систем позволяют обезопасить пациента от дополнительной хирургической травмы, уменьшить время операции, исключить дополнительные осложнения.

Литература | References

- Greenberg I.M. Self-retaining retractor and handrest system for neurosurgery. *Neurosurgery* 1981;8(2):205–8. DOI: 10.1227/00006123-198102000-00009
- Zhong J., Dujovny M., Perlin A.R. et al. Brain retraction injury. *Neurol Res* 2003;25(8):831–8. DOI: 10.1179/016164103771953925
- Andrews R.J., Bringas J.R. A review of brain retraction and recommendations for minimizing intraoperative brain injury. *Neurosurgery* 1993;33(6):1052–63; discussion 1063–4. DOI: 10.1227/00006123-199312000-00014
- Savardekar A.R., Patra D.P., Narayan V. et al. Incidence, pathophysiology, and prevention strategies for cerebral venous complications after neurologic surgery: a systematic review of the literature. *World Neurosurg* 2018;119:294–9. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.06.231
- Kelly P.J., Goerss S.J., Kall B.A. The stereotaxic retractor in computer-assisted stereotaxic microsurgery. *J Neurosurg* 1988;69(2):301–6. DOI: 10.3171/jns.1988.69.2.0301
- Shapiro S.Z., Sabacinski K.A., Mansour S.A. et al. Use of Vycor tubular retractors in the management of deep brain lesions: a review of current studies. *World Neurosurg* 2020;133:283–90. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.08.217
- Valarezo-Chuchuca A. Minimally invasive surgery with tubular retractor system for deep-seated or intraventricular brain tumors: report of 13 cases and technique description. *Interdisciplinary Neurosurg* 2021;25:101260.
- Nishihara T., Teraoka A., Morita A. et al. A transparent sheath for endoscopic surgery and its application in surgical evacuation of spontaneous intracerebral hematomas. *J Neurosurg* 2000;92(6):1053–5. DOI: 10.3171/jns.2000.92.6.1053
- Gurses M.E., Gökalp E., Gecici N.N. et al. Minimally invasive resection of intracranial lesions using tubular retractors: a single surgeon series. *Clin Neurol Neurosurg* 2024;241:108304. DOI: 10.1016/j.clineuro.2024.108304
- Echeverry N., Mansour S., MacKinnon G. et al. 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;143:134–46. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.07.131
- Eichberg D.G., Di L., Shah A.H. et al. Minimally invasive resection of intracranial lesions using tubular retractors: a large, multi-surgeon, multi-institutional series. *J Neurooncol* 2020;149(1):35–44. DOI: 10.1007/s11060-020-03500-0

12. Сафронова Е.И., Кушель Ю.В. Опыт применения тубулярных ретракторов в транскраниальной хирургии интрааксиальных опухолей головного мозга у детей. Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко 2022;86(2):15–24.
DOI: 10.17116/neuro20228602115
Safronova E.I., Kushel Yu.V. Experience with the use of tubular retractors in transcranial surgery of intraaxial brain tumors in children. Voprosy neyrokhirurgii imeni N.N. Burdenko = Issues of Neurosurgery named after N.N. Burdenko 2022;86(2):15–24. (In Russ.). DOI: 10.17116/neuro20228602115
13. Gassie K., Wijesekera O., Chaichana K.L. Minimally invasive tubular retractor-assisted biopsy and resection of subcortical intra-axial gliomas and other neoplasms. J Neurosurg Sci 2018;62(6):682–89.
DOI: 10.23736/S0390-5616.18.04466-1. Epub 2018 Apr 18. PMID: 29671296.
14. Bander E.D., Jones S.H., Pisapia D. et al. Tubular brain tumor biopsy improves diagnostic yield for subcortical lesions. J Neurooncol 2019;141(1):121–9.
DOI: 10.1007/s11060-018-03014-w

Вклад авторов | Authors' contributions

С.В. Вераян: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

А.В. Калиновский: разработка дизайна исследования, проведение оперативных вмешательств, внесение в рукопись существенной правки с целью повышения научной ценности статьи;

Д.А. Рзаев: научное руководство, рецензирование статьи;

Е.В. Гормольцова, О.М. Андрушкевич, А.А. Абдилатипов, Е.В. Галушко: проведение оперативных вмешательств, обзор публикаций по теме статьи, получение данных для анализа.

S.V. Verayan: developing the research design, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, reviewing of publications of the article's theme, article writing;

A.V. Kalinovskiy: developing the research design, performing surgical interventions, introducing significant revisions to the manuscript in order to increase the scientific value of the article;

D.A. Rzaev: scientific supervision, article review;

E.V. Gormolysova, O.M. Andrushkevich, A.A. Abdilatipov, E.V. Galushko: performing surgical interventions, reviewing of publications of the article's theme, obtaining data for analysis.

ORCID авторов | ORCID of authors

С.В. Вераян / S.V. Verayan: <https://orcid.org/0009-0003-5093-5445>

А.В. Калиновский / A.V. Kalinovskiy: <https://orcid.org/0000-0001-7003-5549>

Д.А. Рзаев / D.A. Rzaev: <https://orcid.org/0000-0002-1209-8960>

Е.В. Гормольцова / E.V. Gormolysova: <https://orcid.org/0000-0002-7996-8449>

О.М. Андрушкевич / O.M. Andrushkevich: <https://orcid.org/0000-0001-7297-2843>

А.А. Абдилатипов / A.A. Abdilatipov: <https://orcid.org/0000-0001-5583-0050>

Е.В. Галушко / E.V. Galushko: <https://orcid.org/0000-0002-6018-1398>

Конфликт интересов | Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

Финансирование | Funding

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики | Compliance with patient rights and principles of bioethics

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Federal Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia.

All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила | Article submitted: 16.09.2025.

Рецензия | Peer reviewed: 06.12.2025.

Принята к публикации | Accepted for publication: 02.04.2026.

Опубликована онлайн | Published online: 11.06.2026.