

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-4-28-37>

# БЛИЖАЙШИЕ ИСХОДЫ ТУБУЛЯРНОЙ ХИРУРГИИ ГЛУБИННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

М.В. Остапюк, Л.Я. Кравец, К.С. Яшин, А.Е. Боков, И.А. Медяник

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; Россия, 603055  
Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1

**Контакты:** Михаил Владимирович Остапюк [ostapyuk.michail@gmail.com](mailto:ostapyuk.michail@gmail.com)

**Введение.** Удаление глубоких объемных образований головного мозга традиционно связано с триадой проблем: ретракционной травмой, ограниченной радикальностью и рисками нарастания неврологической симптоматики. Порт-ассистированная, или тубулярная, хирургия, набирающая в последнее время популярность, призвана минимизировать эти риски, соответственно, необходима оценка ее эффективности и сравнение с традиционными вмешательствами.

**Цель исследования** – сравнительный анализ ранних исходов традиционной и порт-ассистированной хирургии глубоких объемных образований головного мозга.

**Материалы и методы.** Ретроспективно проанализированы результаты удаления глубоких объемных образований у 61 пациента (31 мужчины и 30 женщин), в том числе у 36 пациентов с диффузно растущими глиальными опухолями и у 25 – с узловыми образованиями. Среди них 35 пациентов были оперированы традиционным способом – с использованием шпателей (1-я группа), а 26 – с использованием тубусов – порт-ассистенции (2-я группа). Проведены оценка и сравнение радикальности и неврологических исходов в этих группах пациентов, а также дифференциация возможных факторов неблагоприятных исходов.

**Результаты.** Радикальность удаления глиальных опухолей по градации тотальное/субтотальное/частичное в 1-й группе составила соответственно 0, 50 и 50 %, во 2-й группе – 21,4; 35,7 и 42,9 %. Тотальное удаление узловых образований в 1-й группе достигнуто в 76,9 % случаев, во 2-й – в 91,7 %.

Клиническое ухудшение отмечено у 13 (37,1 %) пациентов 1-й группы и у 4 (15,4 %) пациентов 2-й группы, но преимущественно транзиторного характера. Использование тубусов в сравнении с традиционной хирургией обусловило достоверно меньший размер трепанации ( $13,2 \pm 4,6 \text{ см}^2$  против  $22,7 \pm 7,8 \text{ см}^2$ ) и сокращение послеоперационного стационарного периода (3 [3; 5] дня против 12 [6; 16] дней).

**Заключение.** Применение порт-ассистенции в хирургии глубоких объемных образований обладает преимуществами перед традиционной хирургией в достижении большей радикальности вмешательств при сходных размерах и гистоструктуре образований и меньшей частоте неврологических осложнений, в то же время не накладывая дополнительных ограничений.

**Ключевые слова:** глубокие образования, глиома, тракционная травма, кровоизлияния, тубулярная хирургия, порт-ассистенция

**Для цитирования:** Остапюк М.В., Кравец Л.Я., Яшин К.С. и др. Ближайшие исходы тубулярной хирургии глубоких образований головного мозга. Нейрохирургия 2024;26(4):28–37.

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-4-28-37>

## Immediate outcomes of using tubular retractors in surgery of deep brain lesions

M.V. Ostapyuk, L.Ya. Kravets, K.S. Yashin, A.E. Bokov, I.A. Medyanik

Privolzhsky Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod 603055, Russia

**Contacts:** Mikhail Vladimirovich Ostapyuk [ostapyuk.michail@gmail.com](mailto:ostapyuk.michail@gmail.com)

**Background.** Resection of deep-seated space-occupying brain lesions is traditionally associated with a triad of problems: retraction injury, limited radicality, and risks of augmentation of neurologic symptoms. Port-assisted or tubular surgery has been recently gaining popularity as its goal is to minimize these risks. Therefore, it is necessary to evaluate its effectiveness and compare it to the traditional interventions.

**Aim.** To perform comparative analysis of the immediate outcomes of traditional and port-assisted surgery of deep-seated space-occupying brain lesions.

**Materials and methods.** The results of resection of deep-seated space-occupying brain lesions in 61 patients (31 men and 30 women) including 36 patients with diffuse glial tumors and 25 patients with nodular lesions were retrospectively analyzed. Among them, 35 patients were operated on using the traditional technique with spatulas (1<sup>st</sup> group), 26 patients – using tubular retractors, port-assistance (2<sup>nd</sup> group). Evaluation and comparison of radicality and neurologic outcomes in these patient groups, as well as differentiation of possible factors of unfavorable outcomes were performed.

**Results.** Radicality of glial tumor resection per the total/subtotal/partial grading in the 1<sup>st</sup> group was 0, 50 and 50 %; in the 2<sup>nd</sup> group, 21.4; 35.7 and 42.9 %. Total resection of nodular lesions in the 1<sup>st</sup> group was achieved in 76.9 % of cases; in the 2<sup>nd</sup> group, in 91.7 %.

Clinical deterioration was observed in 13 (37.1 %) patients of the 1<sup>st</sup> group and 4 (15.4 %) patients of the 2<sup>nd</sup> group, but it was mostly transient. Compared to traditional surgery, the use of tubular retractors allowed to achieve significantly smaller trephination size ( $13.2 \pm 4.6$  cm<sup>2</sup> versus  $22.7 \pm 7.8$  cm<sup>2</sup>) and decrease postoperative in-hospital period (3 [3; 5] days versus 12 [6; 16] days).

**Conclusion.** The use of port-assistance in surgery of deep-seated space-occupying brain lesions is preferential to traditional surgery in terms of higher radicality for similar size and histology of lesions and lower rate of neurologic complications without imposition of additional constraints.

**Key words:** deep-seated lesions, glioma, traction injury, hemorrhage, tubular surgery, port-assistance

**For citation:** Ostapuyuk M.V., Kravets L.Ya., Yashin K.S. et al. Immediate outcomes of using tubular retractors in surgery of deep brain lesions. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2024;26(4):28–37. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-4-28-37>

## ВВЕДЕНИЕ

Термин «глубинные объемные образования головного мозга» в отечественной литературе, или “deep-seated brain lesions” – в англоязычной, не имеет четких анатомических или цифровых критериев для обозначения «глубинности» и может быть как описательным [1–3], так и содержащим числовые параметры [4, 5]. Хотя «глубинная опухоль» – не классификационное понятие, оно широко применяется на практике, сразу указывая на большую техническую сложность этих операций. Следует отметить, что, на наш взгляд, «глубинность» не должна определяться только расстоянием от коры до образования, немаловажным аспектом является и внутренний полюс опухоли, т.е. то, насколько глубоко она распространяется, что соответствует истинной длине хирургического коридора.

Анатомическая компактность трактов и функционально значимых структур в глубинных отделах мозга в сочетании с длинным и достаточно узким хирургическим коридором ограничивают маневренность и увеличивают цену ошибки при неверных действиях, способствуя неблагоприятным исходам. Достаточный обзор операционного поля в классическом исполнении обеспечивают при помощи мозговых шпателей либо, при высоком уровне мастерства хирурга, путем использования безретракторной методики, когда роль шпателей выполняют инструменты в руках хирурга и гравитационная тракция. Однако оба этих метода связаны с формированием точек повышенного давления на мозговую ткань, что может приводить к локальной травме и тракционным осложнениям, проявляющимся местным отеком, некрозом и вторичными кровоизлияниями [6–8].

До внедрения принципов современной микронеурологии операции в глубинных областях мозга

сопровождались особенно высокой смертностью и неврологическими «потерями». Совершенствование доступов и применение новых интраоперационных технологий позволили снизить периоперационную смертность с 40–50 до 0–1 % [9, 10], однако функционально неудовлетворительные исходы наблюдаются чаще, чем при поверхностных опухолях, – по данным литературы, у 16–40 % пациентов наблюдается ухудшение после операции [11, 12].

Для решения «тракционных проблем» разработаны тубулярные ретракторы, которые равномерно распределяют давление по контуру порта и позволяют визуализировать операционное поле при достаточной свободе манипуляций. Эволюция тубусов от самостоятельно изготовленных вариантов [3, 13] до прошедших клиническую сертификацию портов привела к их использованию при широком спектре патологий, включая гипертензионные гематомы и различные внутримозговые и желудочковые образования. Несмотря на отсутствие общепринятой и единой технологии порт-ассистенции (ПА), концепция их использования интуитивно понятна и заключается в установке вне корковых функционально значимых зон и далее вдоль основных трактов к цели операции. Основной момент заключается в планировании хирургического коридора на дооперационном этапе на основании анатомических знаний и инструментально подтвержденных данных (магнитно-резонансная трактография как основная опция планирования). При описании имеющегося зарубежного опыта применения портов их определяют как «многообещающий инструмент для достижения максимально безопасной резекции глубоко расположенных образований» [14].

Усложняет хирургию в глубинных структурах и многообразие встречающихся гистологических вариантов образований: первичные нейроглиальные опухоли (до 20 %) [15, 16] и метастазы, тропные к микрососудистому окружению границы белого и серого веществ, являются наиболее частыми образованиями [17]. В случае метастатического поражения при исходно меньшем объеме и относительно отграниченном росте очага удаление возможно единым блоком, а диффузный рост и значительно больший исходный объем глиом приводят к необходимости их фракционирования и снижению радикальности в условиях компактных глубинных структур. Эта особенность характерна и для ПА: по данным S. Najtovic и соавт., резекция глубинных злокачественных глиом с применением ПА при средней радикальности в 93 % случаев привела к неблагоприятным неврологическим исходам у 35 % пациентов [18].

С учетом относительно небольшого мирового опыта применения порт-ассистированной хирургии, отсутствия проспективных рандомизированных исследований остается открытым вопрос о строгом научном обосновании преимуществ указанной методики по сравнению с традиционным подходом.

**Цель исследования** – сравнительный анализ ранних исходов порт-ассистированной и традиционной хирургии (ТХ) глубинных объемных образований головного мозга.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Пациенты.** Работа основана на анализе результатов удаления глубинных объемных образований головного мозга у пациентов ( $n = 61$ ), оперированных в период с 2017 по 2023 г. в Городской клинической больнице № 39 (Нижний Новгород) и нейрохирургическом отделении Университетской клиники ПИМУ. К глубоко расположенным были отнесены опухоли и другие образования субкортикальной локализации, с ростом в базальные ядра, пери- и интравентрикулярно. Мы заведомо отказались от четкого критерия включения по расстоянию от коры до образования, исключение составили относительно небольшие образования, для которых минимальная глубина расположения была определена как 15 мм. Средний возраст пациентов составил  $54 \pm 12$  года, соотношение мужчин и женщин – 1,02:1. Медиана расстояния от образования до коры в исследуемой группе составила 30 [20; 35] мм, медиана объема патологического очага – 19,4 [6,6; 40,6] см<sup>3</sup>.

Распределение образований по гистоструктуре в соответствии с классификацией Всемирной организации здравоохранения 2021 г. приведено в табл. 1. «Другие» образования ( $n = 25$ ), несмотря на разнородность, были объединены в 1 группу по признаку отграниченного или узлового роста.

**Дизайн исследования.** Исследование основано на сравнительном анализе ближайших исходов опера-

**Таблица 1.** Гистоструктура образований

Table 1. Histostructure of lesions

Образование Lesion	n (%)
<b>Глиальные опухоли</b> Glial tumors	
Глиобластома, IDH-wt Glioblastoma, IDH-wt	25 (69,4)
Астроцитомы, IDH-mut, grade 4 Astrocytoma, IDH-mut, grade 4	4 (11,1)
Диффузная глиома средней линии, H3K27M-mutant Diffuse midline glioma, H3K27M-mutant	3 (8,3)
Астроцитомы, IDH-mut, grade 3 Astrocytoma, IDH-mut, grade 3	2 (5,6)
Олигодендроглиома, IDH-mut, 1p/19q+, grade 3 Oligodendroglioma, IDH-mut, 1p/19q+, grade 3	1 (2,8)
Диффузная астроцитомы, БДУ Diffuse astrocytoma, NOS	1 (2,8)
<i>Всего</i> <i>Total</i>	<i>36 (59)</i>
<b>Другие образования</b> Other lesions	
Метастаз Metastasis	10 (40)
Кавернома Cavernoma	5 (20)
Эпендимальные опухоли Ependymal tumors	3 (12)
Эпидермоидная киста Epidermoid cyst	2 (8)
Лучевой некроз Radiation necrosis	1 (4)
Переходная менингиома Transitional meningioma	1 (4)
Лимфома Lymphoma	1 (4)
Карцинома сосудистого сплетения Choroid plexus carcinoma	1 (4)
Центральная нейроцитома Central neurocytoma	1 (4)
<i>Всего</i> <i>Total</i>	<i>25 (41)</i>

**Примечание.** IDH-wt – отсутствие мутации изоцитрат-дегидрогеназы («дикого типа»); IDH-mut – наличие мутации IDH; H3K27M-mutant – наличие мутации H3K27M; БДУ – без дополнительных уточнений.

Note. IDH-wt – without isocitrate dehydrogenase mutation (“wild type”); IDH-mut – with IDH mutation; H3K27M-mutant – with H3K27M mutation; NOS – not otherwise specified.

ций в 2 группах больных. В 1-ю группу вошли 35 пациентов, оперированных с использованием стандартных ретракторов и мозговых шпателей (ТХ), во 2-ю группу – 26 пациентов, оперированных с применением

Таблица 2. Характеристики исследуемых групп

Table 2. Characteristics of the studied groups

Показатель Parameter	ТХ (n = 35) TS (n = 35)	ПА (n = 26) PA (n = 26)	p
Возраст, M ± SD, лет Age, M ± SD, years	54 ± 12	54 ± 13	0,89*
Пол, n: Sex, n:			
мужской male	18	12	0,44**
женский female	17	14	
Объем очага, Me [Q <sub>25</sub> ; Q <sub>75</sub> ], см <sup>3</sup> Lesion volume, Me [Q <sub>25</sub> ; Q <sub>75</sub> ], cm <sup>3</sup>	19,4 [6,6; 40,6]	18,5 [5,9; 53,5]	0,82***
Глиальные опухоли, n (%) Glial tumors, n (%)	22 (62,9)	14 (53,8)	0,32**
Узловые образования, n (%) Other lesions, n (%)	13 (37,1)	12 (46,2)	0,32**

\*t-критерий Стьюдента; \*\*точный тест Фишера; \*\*\*U-критерий Манна–Уитни.

**Примечание.** ТХ – традиционная хирургия; ПА – порт-ассистенция; S – среднее значение; SD – стандартное отклонение; M – медиана; Q<sub>25</sub> и Q<sub>75</sub> – нижний и верхний квартили.

\*Student's t-test; \*\*Fisher's exact test; \*\*\*Mann–Whitney U-test.

**Note.** TS – traditional surgery; PA – port-assisted surgery; S – mean value; SD – standard deviation; Me – median; Q<sub>25</sub> and Q<sub>75</sub> – lower and upper quartiles.

тубусов (ПА). Группы пациентов были сопоставимы по половозрастным характеристикам, гистологическим данным и размерам образований (табл. 2).

**Предоперационное обследование.** Пациентам проведено стандартное клинично-неврологическое и нейровизуализационное обследование. Топографо-анатомическую оценку и планирование операции проводили на основании стандартных последовательностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) и в ряде случаев – трактографии и функциональной МРТ с волюметрической оценкой образований при помощи программы Vidar Dicom Viewer v.3.2 (ООО «ПО Видар», Россия) и станций навигации Stealth Station S7 (Medtronic, США) и BrainLab (Brainlab AG, Германия).

**Техника операций.** В обеих группах планирование хирургического коридора основывалось на кратчайшем расстоянии до опухоли, сопоставлении наибольшей оси опухоли с осью хирургического коридора и началом вне корковых функционально значимых зон. Формирование хирургического коридора начинали с диссекции ближайшей к очагу борозды или кортикотомии в случае отека или иных причин, не позволяющих выполнить арахноидальную диссекцию. Интраоперационный нейрофизиологический мониторинг (ИОНМ) с корковым и субкортикальным картированием двигательных зон с применением нейромонитора Inomed (Inomed Medizintechnik GmbH, Германия) проводили в обеих группах (всего у 31 пациента).

В группе ТХ поддержание стенок хирургического коридора в растянутом состоянии для достаточного

обзора зоны интереса осуществлялось мозговыми шпателями и инструментами в руках хирурга (коагуляционный пинцет, насадка аспиратора). В процессе операции вследствие неизбежной коррекции положения шпателей и нестабильного давления на стенки коридора хирургический коридор мог менять конфигурацию и диаметр.

В группе ПА хирургический коридор к патологическому очагу формировали путем введения тубусов VBAS (ViewSite Brain Access System, Vycor Medical Inc., США) различных типоразмеров (рис. 1, а). 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. В собранном виде тубус через металлический переходник может быть фиксирован к ригидному фиксатору (рис. 1, б, в). Мы использовали тубусы с 2 вариантами длины большой оси эллипса наружного окна – 21 и 28 мм. Небольшие размеры портов позволили уменьшить как размеры краниотомии, так и кожные разрезы.

Диффузно растущие и большие опухоли удаляли пофрагментно по принципу «от центра к периферии». Узловые образования резецировали единым блоком по перифокальной зоне.

**Оценка исходов операций. Радикальность удаления опухолей.** В 1-е сутки после операции всем больным выполняли бесконтрастную компьютерную томографию (КТ) для оценки послеоперационных изменений.



**Рис. 1.** Форм-фактор тубусов: а – тубусы длиной 5 и 7 см с длинной осью внешнего окна – 21 и 28 мм; б – тубус с извлеченным обтуратором; в – тубус в собранном виде

**Fig. 1.** Form factor of tubular retractors: а – tubular retractors with length of 5 and 7 cm and long axis of the external window of 21 and 28 mm; б – tubular retractor with removed obturator; в – assembled tubular retractor

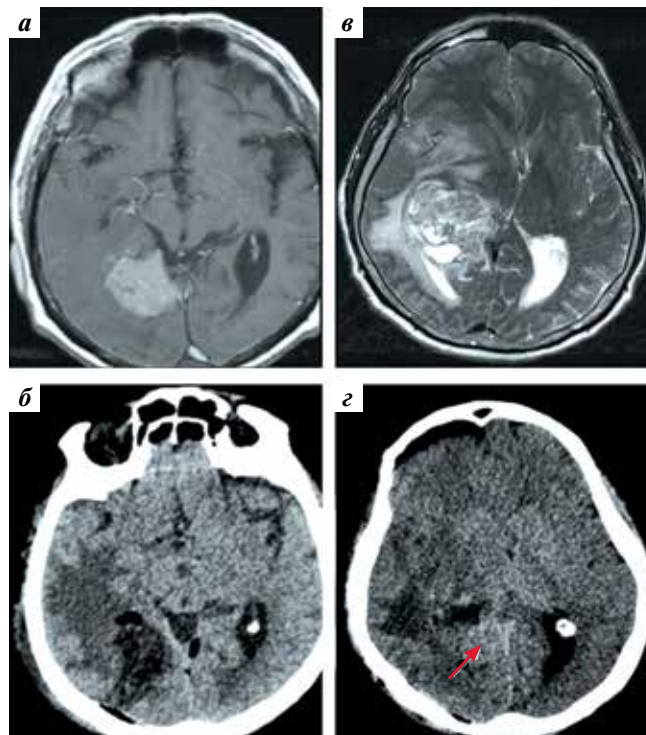
С учетом этого оценку радикальности вмешательства проводили на основании сравнения зоны измененного сигнала по данным послеоперационной КТ и дооперационной МРТ по методике, описанной в работе А.Ю. Беляева [19] (рис. 2).

В 19 собственных наблюдениях при одновременном проведении КТ и МРТ после операции были также верифицированы возможности этого метода в оценке радикальности вмешательств (рис. 3).

Градация радикальности вмешательств осуществлялась по качественной шкале, предложенной Р. Karschnia и соавт. [20]: тотальное удаление – не менее 95 %, субтотальное – 80–95 %, частичное – менее 80 %.

**Клинико-неврологические исходы.** Оценивали динамику неврологического статуса в период стационарного лечения и в течение месяца после выписки. Фиксировали появление нового неврологического дефицита (стойкого или транзиторного) либо регресс имеющегося. Также оценивали динамику функционального статуса по шкале Карновского (индекс Карновского, ИК).

**Статистический анализ** результатов проводили с использованием программного обеспечения StatSoft STATISTICA 12. Данные пациентов были разделены в зависимости от морфологии патологического очага, отдельно выполнена оценка результатов по глиальным



**Рис. 2.** Примеры оценки радикальности удаления образований на основании данных компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ): а – предоперационная МРТ в T1-режиме с контрастным усилением: метастаз плоскоклеточного рака легкого; б – послеоперационный КТ-контроль: тотальное удаление образования; в – предоперационная МРТ в T2-режиме: карцинома сосудистого сплетения; г – послеоперационный КТ-контроль: остаточная ткань опухоли (стрелка)

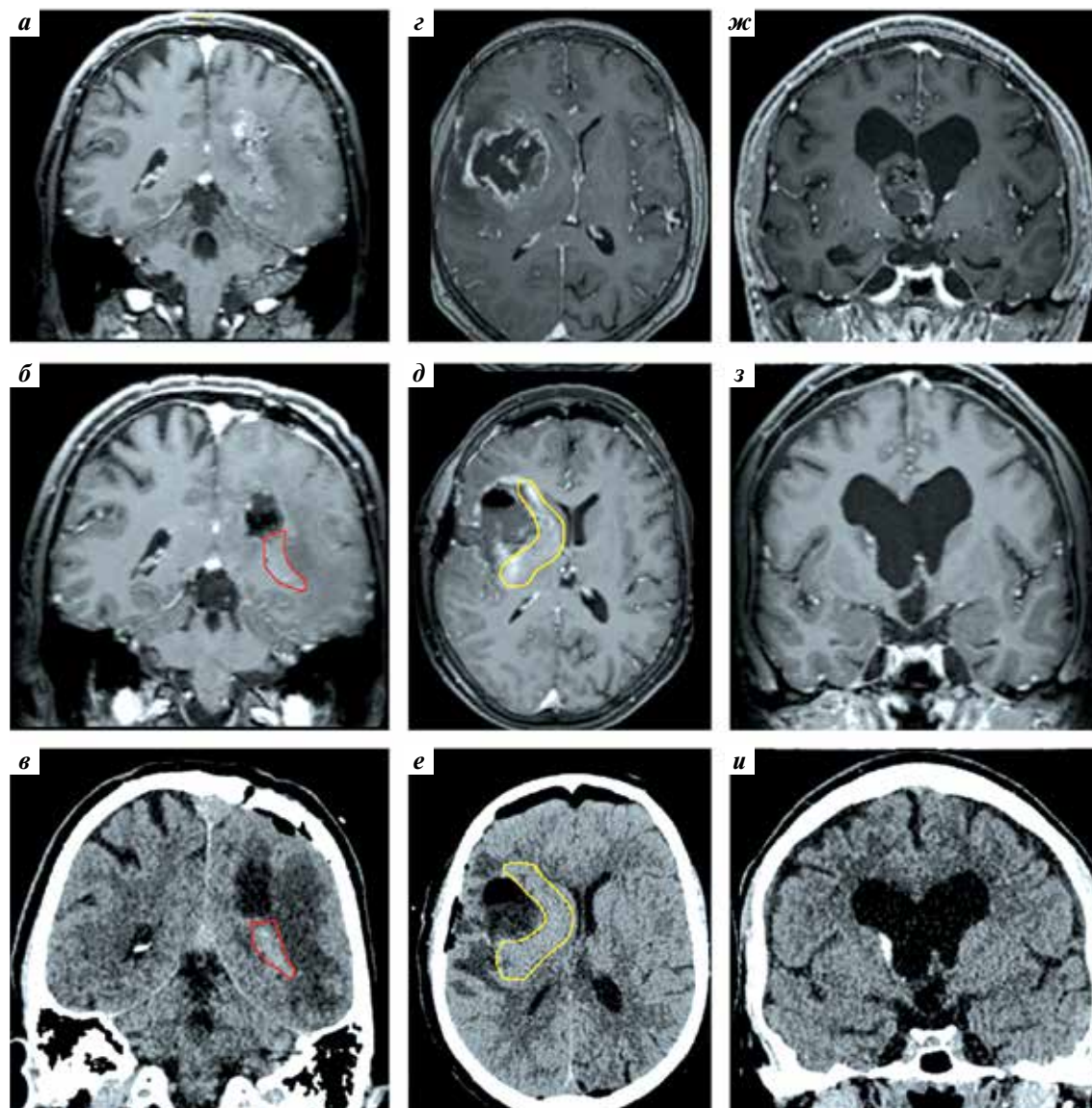
**Fig. 2.** Examples of evaluation of radicality of lesion resection based on computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) data: а – preoperative T1-weighted contrast-enhanced MRI: squamous cell lung cancer metastasis; б – postoperative CT control: total lesion resection; в – preoperative T2-weighted MRI: choroid plexus carcinoma; г – postoperative CT control: residual tumor tissue (arrow)

и неглиальным опухолям. Сравнили группы пациентов с клиническим ухудшением и без такового, а также в зависимости от объема резецированной части опухоли. Проведена оценка осложнений и их влияния на клиническое ухудшение.

При оценке значимости различий в зависимости от анализируемых показателей применяли критерий  $\chi^2$  Пирсона ( $\chi^2$ ); t-критерий Стьюдента (t), точный критерий Фишера (F), U-критерий Манна–Уитни (U). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Радикальность операций.** Диаграммы, отражающие радикальность удаления образований, представлены на рис. 4. Несмотря на определенную условность в понимании «тотальности удаления» диффузных глиом и отсутствие статистически значимых различий ( $p_{\chi^2} = 0,07$ ), применение ПА позволило увеличить долю тотально удаленных глиом до 21,4 %, в то время как при ТХ удаление в лучшем случае было субтотальным. В абсолютных



**Рис. 3.** Примеры сравнения магнитно-резонансных (МР) и компьютерно-томографических (КТ) изображений для оценки степени резекции образования в раннем послеоперационном периоде: а–в – субтотальное удаление глиобластомы (красным обведена остаточная опухоль); з–е – парциальное удаление (желтым обведен оставшийся фрагмент опухоли) глиобластомы; жс–и – тотальное удаление центральной нейрцитомы. В верхнем ряду (а, з, жс) представлены предоперационные T1-взвешенные МР-изображения с контрастным усилением, в среднем ряду (б, д, з) – T1-взвешенные МР-изображения с контрастным усилением на 1-е сутки после операции, в нижнем ряду (в, е, и) – бесконтрастные КТ-изображения на 1-е сутки после операции

**Fig. 3.** Examples of comparison of magnetic resonance (MR) and computed tomography (CT) images for evaluation of resection grade in the early postoperative period: а–в – subtotal resection of glioblastoma (residual tumor is outlined in red); з–е – partial resection (residual tumor fragment is outlined in yellow) of glioblastoma; жс–и – total resection of central neurocytoma. In the upper row (а, з, жс) T1-weighted contrast-enhanced MR images are presented; in the middle row (б, д, з) T1-weighted contrast-enhanced MR images on day 1 after surgery; in the lower row (в, е, и) CT image without contrast on day 1 after surgery

значениях степень резекции глиом при ПА составила 88,9 [57,2; 96,0] %.

Также выше при ПА была доля радикально удаленных узловых образований – 91,7 % против 76,9 % при ТХ ( $p_F = 0,33$ ).

**Травматичность операций.** Близость принципов тубулярной и key-hole хирургии позволила уменьшить размеры трепанационного окна при ПА до  $13,2 \pm 4,6$  см<sup>2</sup>, что значительно меньше, чем при ТХ –  $22,7 \pm 7,8$  см<sup>2</sup>

( $p_i < 0,001$ ), с соответственно меньшим кожным разрезом. Это обусловило и более короткий период послеоперационной госпитализации – 3 [3; 5] койко-дня при ПА против 12 [6; 16] койко-дней при ТХ ( $p_U < 0,0001$ ), не увеличив длительность операций –  $271 \pm 78$  и  $263 \pm 75$  мин соответственно ( $p_i = 0,81$ ).

У 48 (78,7 %) пациентов обеих групп были обнаружены разнокалиберные кровоизлияния объемом от 0,04 до 44,9 мл с медианой 0,46 [0,1; 2,14] мл.

Выявлена корреляция ( $R_{\text{Spearman}} = 0,28, p = 0,029$ ) между объемом крови в области вмешательства (по данным контрольной КТ) и клиническим ухудшением после операции (рис. 5).

При *log*-регрессионном анализе взаимосвязи между объемом кровоизлияния и вероятностью неврологических осложнений (полученная регрессионная функция обладала точностью 78 % при специфичности 95 % и чувствительности 35 %) выявлено, что 4 мл крови в ране повышают вероятность ухудшения до 50 %, а >7 мл – до 80 %.

Кровоизлияния по локализации были разделены на «коридорные» (по ходу доступа), расцениваемые как последствия тракции, и в ложе опухоли. При наличии крови в обеих зонах ситуацию также расценивали как следствие тракции. Как видно из табл. 3, при любом варианте доступов к глубинным образованиям кровоизлияния фактически неизбежны. Так, «ретракционные» кровоизлияния выявлены у 16 (45,7 %) пациентов группы ТХ и у 15 (57,7 %) пациентов группы ПА, однако в 1-й группе они были более объемными (что может

говорить о большей травматичности шпателей) и чаще были ассоциированы с отрицательной динамикой (см. табл. 3).

**Клинико-неврологические исходы.** В группе ТХ отрицательная динамика отмечена у 13 (37,1 %) пациентов – со снижением медианы ИК с 80 до 70 %: у них развился новый или усугубился имеющийся дефицит, не разрешившийся к концу наблюдения. Данная разница связана и с большим объемом кровоизлияний по ходу доступа при использовании шпателей.

При ПА медиана ИК осталась неизменной – 80 %, только у 4 (15,4 %) пациентов было выявлено нарастание неврологического дефицита, у 3 из них ухудшение оказалось транзиторным.

**Влияние ИОНМ на клинические исходы.** При ТХ ИОНМ проводили у 15 (42,9 %) пациентов, у 5 из них это не предотвратило развития неврологических осложнений, что было связано с близостью доступа к кортикоспинальному тракту (в 3 случаях) и локализацией опухоли в «рискованных» для удаления зонах (в 2 случаях).

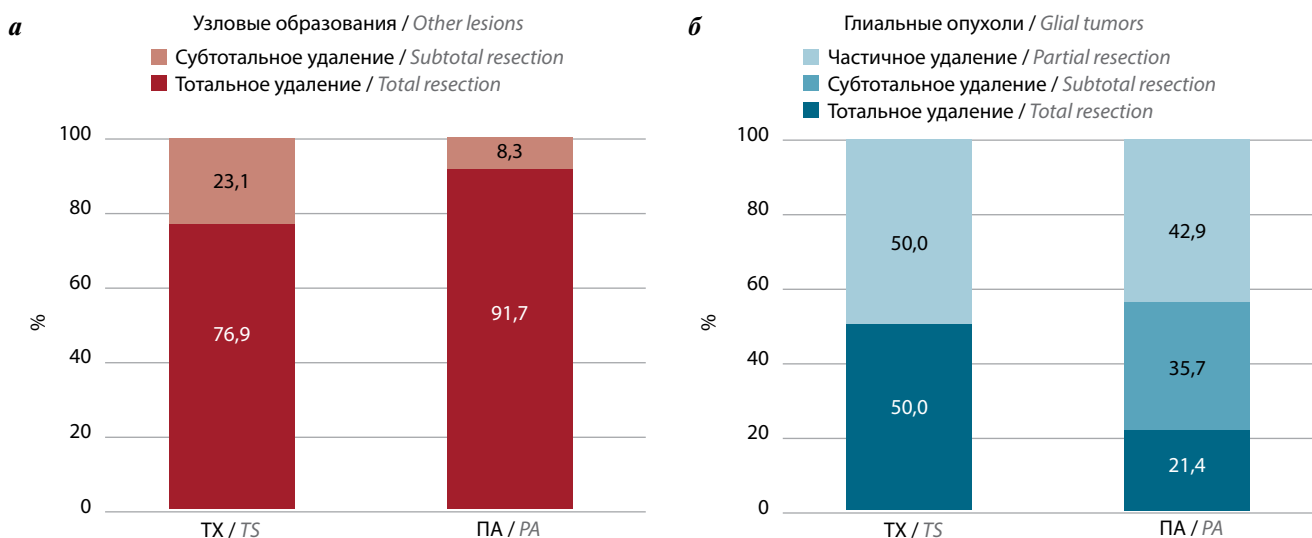


Рис. 4. Сравнение радикальности вмешательств в группах традиционной хирургии (ТХ) и порт-ассистенции (ПА) при узловых (а) и глиальных (б) образованиях

Fig. 4. Comparison of intervention radicality in the groups of traditional surgery (TS) and port-assistance (PA) for nodular (a) and glioma (b) lesions

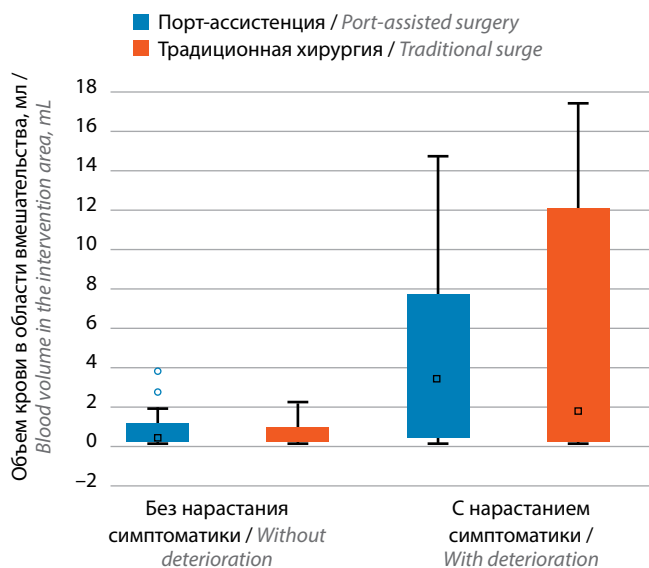
Таблица 3. Сравнение частоты «тракционных» кровоизлияний в группах традиционной и порт-ассистированной хирургии

Table 3. Comparison of traction hemorrhages in the groups of traditional and port-assisted surgeries

Хирургия Surgery	Кровоизлияние вдоль коридора, n (%) Hemorrhage along the corridor, n (%)	Смешанное кровоизлияние, n (%) Mixed hemorrhage, n (%)	Объем крови, Ме [Q <sub>25</sub> ; Q <sub>75</sub> ], мл Blood volume, Me [Q <sub>25</sub> ; Q <sub>75</sub> ], mL	Нарастание симптоматики, n (%) Aggravation of symptoms, n (%)
Традиционная Traditional	12 (34,3)	4 (11,4)	1,54 [0,3; 3,8]	8 (50)
Порт-ассистированная Port-assisted	12 (46,2)	3 (11,5)	0,62 [0,2; 3,2]	3 (20)
<i>p</i>	0,54*		0,52**	0,034*

\*Точный тест Фишера; \*\*U-критерий Манна–Уитни.

\*Fisher's exact test; \*Mann–Whitney U-test.



**Рис. 5.** Диаграммы сравнения объема крови в области вмешательства по данным компьютерной томографии у пациентов с клиническим ухудшением и без такового в группах традиционной и порт-ассистированной хирургии

Fig. 5. Comparison diagrams for blood volume in the intervention area per computed tomography data in patients with clinical deterioration and without it the groups of traditional and port-assisted surgeries

При ПА ИОНМ применяли у 10 (38,5 %) пациентов, клиническое ухудшение развилось у 3 пациентов по аналогичным, условно обозначенным как «анатомические», причинам.

Сопоставимым было число «анатомических» осложнений у пациентов без ИОНМ: близость траектории к трактам — у 3 пациентов, возможная тракционная травма, проявляющаяся кровоизлияниями в стенках хирургического коридора, — у 4 пациентов.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема радикальности наиболее актуальна для хирургии глиом, надежда на ее решение только путем применения ПА вряд ли оправдана. В то же время, согласно полученным нами данным, ПА при операциях увеличила долю тотально удаленных образований. Возможно, это было связано с рядом причин: лучшая визуализация в фиксированном поле тубуса границ между патологически измененной и нормальной тканями, уменьшение травмы мозга (которая изменяет его структуру и затрудняет дифференциацию тканей) краями шпателя. Суммарно это обусловило более полное удаление опухолей, чем при ТХ.

Ряд авторов считают наиболее важным в хирургии глубоких образований не радикальность, а функциональную сохранность. В исследовании Y. Esquenazi и соавт. ни у одного из 10 пациентов не было достигнуто тотального удаления, но было показано, что статистически значимым фактором успеха в хирургии глубоких глиобластом явился только исходный ИК, и следовало сохранить его уровень после операции [21].

В ряде работ отмечена тенденция к снижению радикальности удаления образований с расчетом на последующее адьювантное лечение: H.J. Steiger с соавт. в 2000 г. представили данные об удалении более 80 % исходного объема опухолей в 78,6 % случаев [11], а R. Saito и соавт. в 2017 г. сообщили только о 28,6 % тотально удаленных образований [12].

Применение тубусов в хирургии глубоких злокачественных глиом, по данным S. Hajtovic и соавт. (2022), действительно способствовало более высокой степени их резекции — в среднем 93 %, но в то же время у 35 % пациентов привело к неблагоприятным неврологическим исходам [18]. Это значительно выше, чем в нашем исследовании: 2 (14,2 %) пациента с транзиторным ухудшением и 1 (7,1 %) — с постоянным при медиане резекции 88,9 [57,2; 96,0] %.

Однозначная оценка клинико-неврологических исходов в хирургии глубоких опухолей затруднена в силу значительной вариабельности локализации и размеров образований. Так, по данным иностранных и отечественных публикаций, частота клинического ухудшения может составлять 16–40 % [11, 12], что превышает таковую при поверхностных образованиях — 3–10 % [22, 23]. В нашем исследовании эта доля оказалась сопоставимой с данными литературы — 26,2 %, но при отдельной оценке результатов ТХ и ПА видно, что классические операции с использованием мозговых шпателей чаще приводят к негативным результатам — 37,1 % пациентов с постоянным дефицитом против 15,4 % с преимущественно транзиторным ухудшением. Таким образом, можно констатировать, что более бережное «отношение» тубусов к мозговой ткани способно снизить частоту неврологического дефицита и перевести его в разряд временного. Достоверного влияния ИОНМ на снижение частоты неврологических осложнений при глубоких образованиях не установлено, очевидно, большую роль здесь играют «анатомические» причины.

Наше исследование имело ряд ограничений. Радикальность удаления у большинства пациентов оценивали на основании данных послеоперационной КТ. Такой подход принят в рутинной практике и используется в большинстве клиник для ориентировочной оценки полноты удаления опухоли. Целенаправленное сравнение зон измененного сигнала по данным МРТ до операции и КТ после операции [19], которое мы взяли на вооружение, повышает точность этой оценки. «Узловые» образования, несмотря на гетерогенную природу, были объединены нами в 1 группу по хирургическому принципу, поскольку структурные взаимоотношения позволяли дифференцировать их от нормальной ткани и проводить блок-резекцию. Не столь большой объем выборки не позволил статистически достоверно показать различия в радикальности вмешательств, хотя наблюдаемая тенденция может иметь позитивный отклик.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный сравнительный анализ ранних исходов ПА и ТХ глубинных объемных образований головного мозга продемонстрировал преимущества тубулярной хирургии как в аспекте радикальности проводимых вмешательств, так и в аспекте функциональных исходов. Для строгого научного обоснования новой методики необходимы проспективные рандомизированные

исследования, однако стоит отметить, что применение тубусов получает все большее распространение в нейрохирургии. При глубинных опухолях тубулярная хирургия позволяет улучшить ближайшие исходы проводимых вмешательств, однако для отдаленных исходов лечения большее значение, вероятно, имеет непосредственная природа опухоли и ее расположение относительно критических структур головного мозга.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Gassie K., Alvarado-Estrada K., Bechtle P., Chaichana K.L. Surgical management of deep-seated metastatic brain tumors using minimally invasive approaches. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2019;80(3):198–204. DOI: 10.1055/s-0038-1676575
- 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;134:155–63. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.08.218
- Ratre S., Yadav Y.R., Parihar V.S., Kher Y. Microendoscopic removal of deep-seated brain tumors using tubular retraction system. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2016;77(4):312–20. DOI: 10.1055/s-0036-1580595
- 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
- Greenfield J.P., Cobb W.S., Tsouris A.J., Schwartz T.H. Stereotactic minimally invasive tubular retractor system for deep brain lesions. *Neurosurgery* 2008;63(4 Suppl 2):334–9; discussion 339–40. DOI: 10.1227/01.NEU.0000334741.61745.72
- Zhong J., Dujovny M., Perlin A.R. et al. Brain retraction injury. *Neurol Res* 2003;25(8):831–8. DOI: 10.1179/016164103771953925
- Harada S., Nakamura T. Retraction induced brain edema. *Acta Neurochir Suppl (Wein)* 1994;60:449–51. DOI: 10.1007/978-3-7091-9334-1\_123
- Sherchan P., Kim C.H., Zhang J.H. Surgical brain injury and edema prevention. *Acta Neurochir Suppl (Wein)* 2013;118:129–33. DOI: 10.1007/978-3-7091-1434-6\_23
- Memet Ozek M., Türe U. Surgical approach to thalamic tumors. *Child's Nerv Syst* 2002;18(8):450–6. DOI: 10.1007/s00381-002-0608-x
- Коновалов А.Н., Кадиров Ш.У. Хирургические доступы к опухолям таламуса. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2011;75(1):4–11. Kononov A.N., Kadyrov Sh.U. Surgical approaches to thalamic tumors. *Zhurnal Voprosy khirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2011;75(1):4–11. (In Russ.).
- Steiger H.J., Götz C., Schmid-Elsaesser R., Stummer W. Thalamic astrocytomas: surgical anatomy and results of a pilot series using maximum microsurgical removal. *Acta Neurochir (Wien)* 2000;142(12):1327–36; discussion 1336–7. DOI: 10.1007/s007010070001
- Saito R., Kumabe T., Kanamori M. et al. Distant recurrences limit the survival of patients with thalamic high-grade gliomas after successful resection. *Neurosurg Rev* 2017;40(3):469–77. DOI: 10.1007/s10143-016-0804-x
- Almubarak A., 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: 10.1016/j.wneu.2018.05.236
- Marenco-Hillebrand L., Prevatt C., Suarez-Meade P. et al. Minimally invasive surgical outcomes for deep-seated brain lesions treated with different tubular retraction systems: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg* 2020;143:537–45.e3. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.07.115
- Трашков А.П., Спиринов А.Л., Цыган Н.В. и др. Глиальные опухоли головного мозга: общие принципы диагностики и лечения. *Педиатр* 2015;6(4):75–84. DOI: 10.17816/PED6475-84
- Trashkov A.P., Spitin A.L., Tsygan N.V. et al. Cerebral glial tumors: general principles of diagnostics and treatment. *Pediatr = Pediatrician (St Petersburg)* 2015;6(4):75–84. (In Russ.). DOI: 10.17816/PED6475-84
- Улитин А.Ю. Эпидемиология первичных опухолей головного мозга среди населения крупного города и пути совершенствования организации медицинской помощи больным с данной патологией. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 1997. 19 с. Ulitin A.Yu. Epidemiology of primary brain tumors among the population of a large city and ways to improve the organization of medical care for patients with this pathology. Abstract of dis. ... candidate of medical sciences. St. Petersburg, 1997. 19 p. (In Russ.).
- Банов С.М., Голанов А.В., Долгушин М.Б. и др. Метастатическое поражение головного мозга: современные клинические рекомендации. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия* 2018;1(3):75–84. DOI: 10.37174/2587-7593-2018-1-3-75-84
- Banov S.M., Golanov A.V., Dolgushin M.B. et al. Brain metastases: current clinical recommendations. *Onkologicheskij zhurnal: lucheovaya diagnostika, lucheovaya terapiya = Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy* 2018;1(3):75–84. (In Russ.).
- Hajtovic S., Sun J., Multani J.S. et al. Surgical cytoreduction of deep-seated high-grade glioma through tubular retractor. *J Neurosurg* 2022;139(1):73–84. DOI: 10.3171/2022.9.JNS22842
- Беляев А.Ю. Астроцитомы и олигодендроглиомы 3 степени злокачественности у взрослых: клиника, диагностика, лечение. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2023. 47 с. Belyaev A.Yu. Astrocytomas and oligodendrogliomas of grade 3 malignancy in adults: clinic, diagnosis, treatment. Abstract of dis. ... doctor of medical sciences. Moscow, 2023. 47 p. (In Russ.).
- Karschnia P., Vogelbaum M.A., van den Bent M. et al. Evidence-based recommendations on categories for extent of resection in diffuse glioma. *Eur J Cancer* 2021;149:23–33. DOI: 10.1016/j.ejca.2021.03.002
- Esquenazi Y., Moussazadeh N., Link T.W. et al. Thalamic glioblastoma: clinical presentation, management strategies, and outcomes. *Clin Neurosurg* 2018;83(1):76–85. DOI: 10.1093/neuros/nyx349
- Chang S.M., Parney I.F., McDermott M. et al. Perioperative complications and neurological outcomes of first and second craniotomies among patients enrolled in the Glioma Outcome Project. *J Neurosurg* 2003;98(6):1175–81. DOI: 10.3171/jns.2003.98.6.1175
- Groshev A., Padalia D., Patel S. et al. Clinical outcomes from maximum-safe resection of primary and metastatic brain tumors using awake craniotomy. *Clin Neurol Neurosurg* 2017;157:25–30. DOI: 10.1016/j.clineuro.2017.03.017

**Вклад авторов**

М.В. Остапюк: получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи; Л.Я. Кравец: разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, написание текста статьи, утверждение окончательной версии статьи для публикации;

К.С. Яшин: анализ полученных данных, написание текста статьи;

А.Е. Боков, И.А. Медяник: анализ полученных данных.

**Authors' contributions**

M.V. Ostapuyuk: obtaining data for analysis, analysis of the data obtained, reviewing publications on the topic of the article, article writing;

L.Ya. Kravets: development of the concept and design of the study, analysis of the data obtained, article writing, approval of the final version of the article;

K.S. Yashin: analysis of the data obtained, article writing;

A.E. Bokov, I.A. Medyanik: analysis of the data obtained.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

М.В. Остапюк / M.V. Ostapuyuk: <https://orcid.org/0000-0002-0418-5597>

Л.Я. Кравец / L.Ya. Kravets: <https://orcid.org/0000-0002-9484-6992>

К.С. Яшин / K.S. Yashin: <https://orcid.org/0000-0002-5723-7389>

А.Е. Боков / A.E. Bokov: <https://orcid.org/0000-0002-5203-0717>

И.А. Медяник / I.A. Medyanik: <https://orcid.org/0000-0002-7519-0959>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Funding.** The study was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Исследование одобрено комитетом по биоэтике ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

**Compliance with patient rights and principles of bioethics.** The study was approved by the Bioethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University, Ministry of Health of Russia. All patients signed an informed consent to participate in the study.