

EDN: LTNVNL

УДК 616.831-006.328

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_2\_69



# ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ СУПЕРСЕЛЕКТИВНАЯ ХИМИОЭМБОЛИЗАЦИЯ СОСУДИСТОЙ СЕТИ ОПУХОЛИ В СТРУКТУРЕ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВОМ И ПРОДОЛЖЕННЫМ РОСТОМ ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ МЕНИНГИОМ

**Константин Константинович Куканов**<sup>1</sup>

✉kukanov\_kk@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-1123-8271, SPIN-код: 8938-0675

**Константин Александрович Самочерных**<sup>1</sup>

samochernykh\_ka@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-5295-4912, SPIN-код: 4188-9657

**Саид Джабраилович Раджабов**<sup>1</sup>

radzhabov\_sd@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-0996-6507, SPIN-код: 5398-6216

**Константин Иванович Себелев**<sup>1</sup>

ki\_sebelev@list.ru, orcid.org/0000-0003-0075-7807, SPIN-код: 1972-3545

**Виктор Емельянович Олюшин**<sup>1</sup>

olyushin\_ve@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-9960-081X, Author ID: 118325

**Павел Дмитриевич Сухопаров**<sup>2</sup>

pashsukhoparov@gmail.com, orcid.org/0009-0007-3185-7348, SPIN-код: 4066-7810

<sup>1</sup> Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 191025)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Литовская, д. 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194100)

## Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Проведен литературный обзор на тему использования внутрисосудистой эмболизации в лечении пациентов с внутрочерепными менингиомами, представлен собственный материал на примере лечения пациентов с рецидивирующими менингиомами с применением эндоваскулярной суперселективной химиоэмболизации сосудистой сети опухоли.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Осуществлен поиск печатных работ в базах данных Pubmed, EMBASE, Cochrane Library и eLibrary, опубликованных в период с января 1990 г. по вопросу эмболизации сосудистой сети внутрочерепных менингиом, в том числе и эмболизации менингиом с использованием эмболов, нагруженных химиотерапевтическими препаратами. Работ, посвященных химиотерапевтической эмболизации рецидивирующих менингиом (использование эмболов, нагруженных химиотерапевтическими агентами), в доступной литературе не было обнаружено. В нашем исследовании с 2021 г. в качестве дополнительного метода лечения мы начали активно применять методики эндоваскулярной суперселективной эмболизации сосудистой сети опухоли гипосферами, нагруженными Доксирубицином, в структуре комплексного лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом. Эндоваскулярное лечение осуществлялось с обязательным получением добровольного информированного согласия пациентов. Использовали неадгезивные композиции и гипосферы, нагруженные Доксирубицином. В раннем послеоперационном периоде проводили клинический, лабораторный и интраскопический контроль.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Систематизированы данные о применении методик внутрисосудистой эмболизации менингиом, приведены последние сведения об эффективности эндоваскулярных методик лечения пациентов с менингиомами. Авторы приходят к выводу, что эндоваскулярная суперселективная эмболизация сосудистой сети опухоли в структуре комплексного лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом является эффективным способом лечения. На примере собственного материала представлен клинический случай успешного применения эндоваскулярных методик (суперселективной эмболизации сосудистой сети опухоли гипосферами, нагруженными Доксирубицином) у пациентки с рецидивирующей менингиомой основания средней черепной ямки.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Применение эндоваскулярной суперселективной эмболизации сосудистой сети опухоли гипосферами, нагруженными Доксирубицином, в комплексном лечении одной из сложнейших групп пациентов с рецидивирующей

щим течением неопластического процесса («агрессивные» менингиомы) свидетельствует об эффективности данной методики с целью деваскуляризации тканей менингиом, локального введения цитостатиков и снижения риска повторного роста опухоли. Необходима дальнейшая разработка технологии эндоваскулярной суперселективной химиэмболизации сосудистой сети опухоли при лечении пациентов с «агрессивными» менингиомами.

**Ключевые слова:** менингиома, рецидив, суперселективная эмболизация, неадгезивная композиция, микрочастицы *hepasphere*

**Для цитирования:** *Куканов К. К., Самочерных К. А., Раджабов С. Д., Себелев К. И., Олушин В. Е., Сухопаров П. Д. Эндоваскулярная суперселективная химиэмболизация сосудистой сети опухоли в структуре комплексного лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 2. С. 69–84. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_2\_69.*

## ENDOVASCULAR SUPERSELECTIVE EMBOLIZATION OF TUMOR VASCULAR NETWORK IN THE STRUCTURE OF COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH RELAPSED AND CONTINUED GROWTH OF INTRACRANIAL MENINGIOMAS

**Konstantin K. Kukanov**<sup>1</sup>

✉kukanov\_kk@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-1123-8271, SPIN-code: 8938-0675

**Konstantin A. Samochnykh**<sup>1</sup>

samochnykh\_ka@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-5295-4912, SPIN-code: 4188-9657

**Saidakhmed D. Radzhabov**<sup>1</sup>

radzhabov\_sd@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-0996-6507, SPIN-code: 5398-6216

**Konstantin I. Sebelev**<sup>1</sup>

ki\_sebelev@list.ru, orcid.org/0000-0003-0075-7807, SPIN-code: 1972-3545

**Victor E. Olushin**<sup>1</sup>

olyushin\_ve@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-9960-081X, Author ID: 118325

**Pavel D. Sukhoparov**<sup>2</sup>

pashsukhoparov@gmail.com, orcid.org/0009-0007-3185-7348, SPIN-code: 4066-7810

<sup>1</sup> Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (12 Mayakovskogo street, St. Petersburg, Russian Federation, 191025)

<sup>2</sup> St. Petersburg State Pediatric Medical University (2 Litovskaya st., street, St. Petersburg, Russian Federation, 194100)

### Abstract

**INTRODUCTION.** In this paper, a literature review on the use of intravascular embolization in the treatment of patients with intracranial meningiomas is performed, and an example of using the technique of endovascular superselective chemoembolization of the tumor vascular network in a patient with a recurrent type of intracranial meningioma course is presented.

**AIM.** To conduct a meta-analysis, to evaluate results of preoperative endovascular superselective embolization of the vascular network of intracranial meningiomas with continued growth and recurrent course, and to present a clinical case.

**MATERIALS AND METHODS.** We searched Pubmed, EMBASE, Cochrane Library, and eLibrary databases for papers published between January 2010 and January 2023 on embolization of the vascular network of intracranial meningiomas, particularly in recurrence. Endovascular superselective embolization of tumor vascular network was performed in a patient with recurrence of histologically verified meningioma of parasagittal localization. Endovascular treatment was performed with the patient's voluntary informed consent. Non-adhesive compositions and hypospheres loaded with Doxorubicin were used. In the early postoperative period, clinical, laboratory and intrascopic controls were performed.

**RESULTS.** The review systematizes the data on the application of techniques of intravascular embolization of meningiomas, presents the latest data on the efficacy of endovascular techniques for the treatment of patients with recurrent meningiomas. The authors conclude that endovascular superselective embolization of tumor vascular network in the structure of complex treatment of patients with relapsed and continued growth of intracranial meningiomas is an effective treatment method. A clinical case of successful application of endovascular techniques in a patient with recurrent meningioma of the base of the middle cranial fossa is presented on the example of our own material.

**CONCLUSION.** Application of endovascular superselective embolization of tumor vascular network in complex treatment of one of the most complicated groups of patients with recurrent course of neoplastic process (“aggressive” meningiomas) testifies to the effectiveness of this technique for devascularization of meningioma tissues, local administration of cytostatics and local control of tumor growth. Further development of the technology of endovascular super-selective embolization of tumor vascular network in the treatment of patients with “aggressive” meningiomas is necessary.

**Keywords:** meningioma, recurrence, superselective embolization, non-adhesive composition, hepasphere microparticles

**For citation:** Kukanov K. K., Samochernykh K. A., Radzhabov S. D., Sebelev K. I., Olyushin V. E., Sukhoparov P. D. Endovascular superselective embolization of tumor vascular network in the structure of complex treatment of patients with relapsed and continued growth of intracranial meningiomas. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(2):69–84. DOI: 10.56618/2071–2693\_2024\_16\_2\_69.

## Введение

Несмотря на современные технологии микрохирургии при удалении менингиом, значительно снижающие процент послеоперационной летальности и повышающие качество жизни пациентов, проблема рецидива и продолженного роста менингиом остается актуальной и до конца не решенной. Рецидив и продолженный рост менингиом возникает в среднем у 25 % пациентов, даже после радикального удаления опухоли и проведения радиотерапии [1–6].

В публикациях последних лет по анализу результатов хирургического лечения менингиом прослеживается неудовлетворенность отдаленными результатами. Так, S. Schipmann et al. (2018) показали, что остаточная часть опухоли должна учитываться как основа для продолженного роста менингиом и, как следствие, для повторных операций, которые, как известно, могут оказаться технически более сложными – необходима разработка альтернативных технологий лечения [7]. Одной из таких технологий и является эндоваскулярная суперселективная эмболизация сосудистой сети опухоли.

## Материалы и методы исследования

Осуществлен поиск печатных работ в базах данных Pubmed, EMBASE, Cochrane Library и eLibrary, опубликованных в период с января 1990 г. по запросу: «(«Meningioma»[Mesh] or meningioma) AND («Embolization, Therapeutic»[Mesh] OR «preoperative embolization» OR «presurgical embolization» OR emboliz)».

Получено 34 публикации, из них 6 (18 %) проспективных исследований, 22 (65 %) ретроспективных когортных исследования и 6 (18 %) серий клинических случаев. Публикации соответствуют требованиям международной системы PRISMA. Помимо этого, в обзоре использовались наиболее значимые труды отечественных авторов по указанной проблематике. Ста-

тья написана как по материалам систематических обзоров, так и по материалам более значимых, на наш взгляд, работ по данной тематике за более широкий период времени.

В результате анализа была получена информация о 1782 пациентах с интракраниальными менингиомами, которым проводили предоперационную эмболизацию сосудистой сети опухоли (табл. 1).

В совокупной выборке преобладали женщины (63 %), средний возраст составил (55,1±11,4) года. Средний объем опухоли составил (150±31,5) см<sup>3</sup>, а средний максимальный диаметр составил (5,23±4,87) см (диапазон – 4,0–10,7 см). Преобладающей локализацией менингиом была область конвекса (30,3 %) и парасагиттальная локализация (20,3 %), далее по частоте встречаемости: средняя, задняя и передняя черепные ямки – 17,8, 12,9 и 6,2 % соответственно. Из всех эмболизированных менингиом 79 % были менингиомы степени анаплазии Grade I, 15,7 % – Grade II и 2,6 % – Grade III.

## Показания к эмболизации и техника эмболизации

По данным анализа печатных работ, общая частота использования предоперационной эмболизации менингиом составляет 23,4 % (диапазон – 3,6–69,5 %). Однако в большинстве исследований не сообщалось о критериях отбора пациентов. Наиболее часто используемые эмболизаты: PVA (51 %), nBCA (11 %), porous beads (8 %) и Embosphere (7 %). В табл. 2 приведены все использованные для эмболизации материалы.

Из 13 исследований, в которых имелись сведения о показаниях к эмболизации, в 3 (23 %) упоминались предпочтения и личный опыт хирурга в качестве единственного показания [8–10]. Наиболее частым показанием для эмболизации был размер менингиомы ≥4 см в диаметре, о чем сообщалось в 4 (31 %) исследовани-

Таблица 1. Сводные данные исследований и характеристики пациентов с интракраниальными менингиомами, которым проводили предоперационную эмболизацию сосудистой сети опухоли  
 Table 1. Summary of research data and characteristics of patients with intracranial meningiomas who underwent preoperative embolization of the tumor vascular network

Авторы, год	Дизайн исследования	Всего пациентов	Выбраны для эмболизации, n	Мужчины, n (%)	Возраст (средний $\pm$ SD [диапазон]), лет	Объем опухоли (см <sup>3</sup> , среднее $\pm$ SD [диапазон])	Средний максимальный диаметр (мм, среднее $\pm$ SD [диапазон])	Классификация ВОЗ, Grade, n (%)			Исходы		
								I	II	III	предполагаемая кровопотеря (см <sup>3</sup> , среднее $\pm$ SD [диапазон])	полная резекция, n (%)	продолжительная операция (мин, среднее $\pm$ SD [диапазон])
Grand et al., 1993 г.	Серия случаев	-	15	7 (47)	(47 $\pm$ 12,0)	-	-	15 (100)	0	0	(520 $\pm$ 215)	-	-
Wakhloo et al., 1993 г.	Проспективная когорта	-	32	10 (31)	(60 $\pm$ 14,0)	-	-	32 (100)	0	0	(542 $\pm$ 572)	-	-
Dean et al., 1994 г.	Ретроспективная когорта	226	18	-	-	57	-	-	-	-	(533 $\pm$ 353)	-	(302,8 $\pm$ 138)
Oka et al., 1998 г.	Ретроспективная когорта	324	12	5 (42)	(51 $\pm$ 14,0)	-	(59 $\pm$ 15,3)	-	-	-	-	6 (50)	(780 $\pm$ 298)
Bendszus et al., 2000 г.	Проспективная когорта	-	60	20 (33)	(60 $\pm$ 6,7)	(25 $\pm$ 14,0)	-	56 (93)	4 (7)	0	(761 $\pm$ 198) (160-2550)	-	-
Bendszus et al., 2000 г.	Проспективная когорта	-	30	12 (38)	(56 $\pm$ 13,3)	(29,6 $\pm$ 25,4)	-	-	-	-	(636 $\pm$ 453)	-	(310 $\pm$ 129)
Gruber et al., 2000 г.	Серия случаев	833	63	21 (33)	(54 $\pm$ 12,0)	-	-	51 (85)	6 (10)	3 (5)	-	50 (83,3)	-
Chun et al., 2002 г.	Ретроспективная когорта	-	50	20 (40)	54 (9-83)	(45 $\pm$ 66) (4-402)	-	50	0	0	(417,7 $\pm$ 397,6)	-	(457 $\pm$ 192,97)
Hirohata et al., 2003 г.	Серия случаев	-	7	-	(52 $\pm$ 7,6)	(56 $\pm$ 45) (7-132)	(45,6 $\pm$ 12,7)	-	-	-	(421 $\pm$ 155)	6 (86)	-
Kubo et al., 2003 г.	Серия случаев	-	13	7 (54)	(57 $\pm$ 10,8)	-	-	-	-	-	-	13	-
Rodiek et al., 2004 г.	Серия случаев	-	17	8 (47)	(56 $\pm$ 12,7)	-	(56,5 $\pm$ 12)	13 (77)	3 (18)	0	(749 $\pm$ 601)	-	(229 $\pm$ 77)
Kai et al., 2006 г.	Ретроспективная когорта	203	141	58 (41)	56,6 (26-81)	-	(58 $\pm$ 9,8) (40-89)	-	-	-	(954 $\pm$ 373)	-	-

Продолжение табл. 1  
Continuation of the table 1

Авторы, год	Дизайн исследования	Всего пациентов	Выборы для эмболизации, n	Мужчины, n (%)	Возраст (средний ± SD [диапазон]), лет	Объем опухоли (см <sup>3</sup> , среднее ± SD [диапазон])	Средний максимальный диаметр (мм, среднее ± SD [диапазон])	Классификация ВОЗ, Grade, n (%)			Исходы		
								I	II	III	предполагаемая кропототеря (см <sup>3</sup> , среднее значение ± SD [диапазон])	полная резекция, n (%)	продолжительность операции (мин, среднее ± SD [диапазон])
Lee et al., 2006 г.	Репроспективная когорта	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1100±520)
Russell et al., 2008 г.	Проспективная когорта	-	9	6 (17)	60	-	-	-	-	-	9 (100)	-	-
Yoon et al., 2008 г.	Серия случаев	-	6	3 (50)	53	(129±43)	(58±8,0)	-	-	-	5 (83)	-	-
Wu et al., 2009 г.	Репроспективная когорта	87	55	7 (31)	55,8 (13,4)	-	(49,2±17,5) (25-90)	-	-	-	-	-	(371±126)
Kominami et al., 2012 г.	Репроспективная когорта	-	31	12 (39)	(56±14,7)	-	(49±11,0)	-	7 (23)	2 (6,5)	27 (87)	-	-
Borg et al., 2013 г.	Репроспективная когорта	-	107	43 (40)	(54±8,2)	-	(56±4,7)	-	68 (64)	26 (24)	-	-	(259±32)
Nania et al., 2013 г.	Репроспективная когорта	-	28	13 (46)	61	>4 см	-	-	23 (82)	5 (18)	-	-	(204±33,7)
Singla et al., 2013 г.	Ректроспективная когорта	-	18	6 (33)	56	-	56,4	-	14 (82)	3 (18)	11 (65)	258	-
Raper et al., 2014 г.	Репроспективная когорта	470	174	58 (33)	56 (17-82)	-	(45,6±12,17) (16-89)	-	121 (75)	35 (22)	5 (3)	116 (69,5)	(233±97,3) (55-639)
Ali et al., 2015 г.	Проспективная когорта	89	52	21 (40)	54 (30-78)	(54±38,6)	-	-	-	-	-	38 (73,1)	309,1±168
Ishihara et al., 2015 г.	Репроспективная когорта	105	56	22 (39)	60,6	90,7	-	-	48 (86)	8 (14)	0	52 (92,9)	345
Fang et al., 2016 г.	Репроспективная когорта	157	95	38 (40)	(49±5,7)	-	(57,4±16,3)	-	68 (72)	25 (26)	2 (2)	72 (76)	(551±165)

Окончание табл. 1  
End of the table 1

Авторы, год	Дизайн исследования	Всего пациентов	Выбраны для эмболизации, n	Мужчины, n (%)	Возраст (средний $\pm$ SD [диапазон]), лет	Объем опухоли (см <sup>3</sup> , среднее $\pm$ SD [диапазон])	Средний максимальный диаметр (мм, среднее $\pm$ SD [диапазон])	Классификация ВОЗ, Grade, n (%)			Исходы		
								I	II	III	предполагаемая кровопотеря (см <sup>3</sup> , среднее $\pm$ SD [диапазон])	полная резекция, n (%)	продолжительность операции (мин, среднее $\pm$ SD [диапазон])
Iacobucci et al., 2016 г.	Ретроспективная когорта	191	64	34 (58)	(58 $\pm$ 10,8)	–	(48,8 $\pm$ 14)	54 (84)	8 (13)	2 (3)	–	–	(207,4 $\pm$ 79,5)
Iamprachakul et al., 2016 г.	Ретроспективная когорта	–	18	6 (33)	(46 $\pm$ 12,2)	(901,7 $\pm$ 83,6)	–	15 (83,3)	3 (16,7)	0	(1350 $\pm$ 1044)	12 (32,4)	–
Jo et al., 2016 г.	Ретроспективная когорта	–	51	11 (23)	(58 $\pm$ 11,4)	(58,3 $\pm$ 3,4)	–	–	–	–	(950 $\pm$ 227)	–	(408 $\pm$ 77)
Ohnishi et al., 2016 г.	Ретроспективная когорта	–	32	24 (75)	63 (38–83)	–	(50,9 $\pm$ 18,98) (21–83)	–	–	–	–	30 (93,8)	–
Wen et al., 2016 г.	Проспективная когорта	–	15	8 (56)	(50 $\pm$ 12,0)	(118,5 $\pm$ 117,6)	(68 $\pm$ 23,0)	13 (86,7)	–	2 (13,3)	(467,9 $\pm$ 355)	–	(250, 7 $\pm$ 55)
Suzuki et al., 2017 г.	Ретроспективная когорта	78	20	7 (35)	63 $\pm$ 11,0	–	(49,5 $\pm$ 13,3)	–	–	–	(338 $\pm$ 251)	18 (90)	(301,5 $\pm$ 28)
Arai et al., 2018 г.	Ретроспективная когорта	–	20	6 (30)	(63 $\pm$ 14,0)	–	(50,4 $\pm$ 16,7)	18 (90)	1 (5)	1 (5)	(410 $\pm$ 932)	16 (80)	(469 $\pm$ 220)
Manaka et al., 2018 г.	Ретроспективная когорта	183	69	30 (43)	62 (44–84)	40,6	–	–	–	–	214	–	374
Wirsching et al., 2018 г.	Ретроспективная когорта	779	337	103 (31)	57 (19–88)	–	(46 $\pm$ 16, 5) (8–107)	258 (76,6)	63 (18,7)	16 (4,7)	–	173 (51,3)	(270 $\pm$ 128) (40–810)
Przybyłowski et al., 2020 г.	Ретроспективная когорта	1441	52	14 (27)	(55,8 $\pm$ 13,1)	–	(50 $\pm$ 14,0)	52 (100)	0	0	(660,4 $\pm$ 637,1)	35 (67)	–
Общая статистика		1782	640/1744 (36,7)		(55,1 $\pm$ 11,4)	(150 $\pm$ 315)	(52,3 $\pm$ 48,7)	991/1253 (79,0)	197/1253 (2,6)	33/1253 (2,6)	(626,5 $\pm$ 172,9)	649/986 (66)	(337,6 $\pm$ 594)

Примечание: здесь и далее SD – standard deviation – среднее отклонение, ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.

Таблица 2. Локализация менингиом и материалы для эмболизации

Table 2. Localization of meningiomas and materials for embolization

Локализация	n (%)	Материал	n (%)
Конвекситальная	506 (30,3)	PVA	878 (50,8)
Парасагиттальная/фалькс	340 (20,3)	nBCA	186 (10,8)
Передняя черепная ямка (ПЧЯ)	104 (6,2)	Porous cellulose beads	141 (8,2)
Ольфакторная ямка	65 (3,9)	Embosphere	117 (6,8)
Бугорок турецкого седла	8 (0,5)	PVA + gelfoam	75 (4,3)
Клиноид	7 (0,4)	Triacyl gelatin microsphere	60 (3,5)
Несколько структур ПЧЯ	21 (1,3)	Small particles	55 (3,2)
Средняя черепная ямка (СЧЯ)	297 (17,8)	Glue	42 (2,4)
Крыло клиновидной кости	226 (13,5)	Onyx	40 (2,3)
Кавернозный синус	12 (0,7)	Glubran	40 (2,3)
Несколько структур СЧЯ	59 (3,5)	PVA + coils	38 (2,3)
Задняя черепная ямка (ЗЧЯ)	215 (12,9)	Gelfoam	23 (1,3)
Намет	41 (2,5)	Hydroxyapatite	13 (0,8)
Петрокливальная область	45 (2,7)	Glue + particles	12 (0,7)
Мостомозжечковый угол	26 (1,6)	EmboGold	6 (0,3)
Несколько структур ЗЧЯ	103 (6,2)	Onyx + nBCA	5 (0,3)
Внутрижелудочковая локализация	6 (0,36)	PVA + nBCA	3 (0,2)
Множественные менингиомы	142 (8,5)	PVA + Onyx	3 (0,2)
Несколько структур основания черепа	131 (7,8)	Onyx + particles	2 (0,1)
Менингиоматоз	5 (0,3)	Embozene microsphere	1 (0,1)

Примечание: PVA – polyvinyl chloride – частицы из поливинилхлорида; nBCA – n-Butyl cyanoacrylate – н-Бутил-цианоакрилат, жидкий эмболизат (клей).

ях [11–14]. В исследовании Iampreechakul et al. (2016) для эмболизации выбрали менингиомы с типом кровоснабжения, при котором трудно провести деваскуляризацию интраоперационно микрохирургически, а также пациентов с избыточным хирургическим кровотечением в анамнезе [15]. Остальные критерии, о которых сообщалось, носили, скорее, субъективный характер, например, преобладание кровоснабжения из бассейна наружной сонной артерии (НСА), определяемое как >50 % по данным ангиографии [12, 13]. С другой стороны, факторы, сдерживающие от предоперационной эмболизации, включали в себя расположение опухоли на основании черепа, наличие опасных анастомозов между НСА-ВСА, преобладающее кровоснабжение из ВСА >50 % (по данным ангиографии), а также высокую извитость или изость питающих сосудов [14–17].

В среднем период между эмболизацией и микрохирургическим удалением составил 3,4 дня, и в большинстве исследований продолжительность этого периода варьировала от 1 до 15 дней. Наиболее часто эмболизируемыми артериями были ветви НСА, в основном средняя ме-

нингеальная артерия. Из всех эмболизированных менингиом 34 % имели кровоснабжение из ветвей ВСА, и только в 33 % проводилась эмболизация.

### Интраоперационные исходы и осложнения, связанные с эмболизацией

Средняя расчетная кровопотеря (РКП) составила 627 мл, средняя продолжительность операции (ПОД) – 5,63 ч. Тотальная резекция (GTR) была достигнута в 649/986 (66 %) случаях эмболизированных менингиом. В табл. 3 приведены сводные сведения о результатах применения технологии эмболизации сосудистой сети опухоли у пациентов с интракраниальными менингиомами.

Общий процент осложнений, связанных с эмболизацией, в анализируемых исследованиях составил 4,3 % (0–25%). Преходящие осложнения встречались в 2 % случаев, и они были представлены головной болью и рвотой (0,6 %), преходящим двигательным дефицитом (0,4 %), рентгенологическим усилением отека (0,2 %). Некроз кожи головы и гематомы в области пункции бедренной артерии были зарегистри-

Таблица 3. Сравнительный анализ результатов эмболизации у групп пациентов с проведением эмболизации и без нее

Table 3. Comparative analysis of embolization results in groups of patients with and without embolization

Авторы, год	Дизайн исследования	Лечение	Размер выборки, n	Мужчин, n (%)	Возраст (средний $\pm$ SD [диапазон]), лет	Результаты		
						предполагаемая кровопотеря (см <sup>3</sup> , среднее значение $\pm$ SD [диапазон])	тотальная резекция, n (%)	продолжительность операции (мин, среднее $\pm$ SD [диапазон])
Dean et al., 1994 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	18	–	–	(533 $\pm$ 353)	–	(302,8 $\pm$ 138)
		Не эмболизировано	18	–	–	(337 $\pm$ 100)	–	(337,5 $\pm$ 100)
Oka et al., 1998 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	12	5 (41,7)	(50,7 $\pm$ 14)	–	6 (50)	(780 $\pm$ 298)
		Не эмболизировано	8	2 (25)	(51,3 $\pm$ 11)	–	5 (62,5)	(703 $\pm$ 262)
Bendus et al., 2000 г.	Проспективная когорта	Эмболизировано	30	12 (37,7)	(55,7 $\pm$ 13,3)	(636 $\pm$ 453)	–	(310 $\pm$ 129)
		Не эмболизировано	30	11 (36,7)	(60,3 $\pm$ 17)	(646 $\pm$ 486)	–	(234 $\pm$ 84,6)
Lee et al., 2000 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	13	–	–	(775 $\pm$ 406)	–	(283 $\pm$ 90)
		Не эмболизировано	23	–	–	(1100 $\pm$ 520)	–	(271 $\pm$ 105)
Wu et al., 2009 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	55	7 (30,9)	55,8 (13,4)	(733,3 $\pm$ 647,1)	–	(371 $\pm$ 126)
		Не эмболизировано	32	17 (21,9)	55,2 (16,9)	(795,83 $\pm$ 688,73)	–	(426,7 $\pm$ 173,8)
Nania et al., 2013 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	28	13 (46)	60,5	–	–	(204 $\pm$ 33,7)
		Не эмболизировано	18	18	–	–	–	(256,1 $\pm$ 51,76)
Raper et al., 2014 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	174	58 (33,3)	56 (17–82)	(410 $\pm$ 450)	116 (69,5)	(233 $\pm$ 97,3)
		Не эмболизировано	307	58 (18,9)	58 (18–90)	(315 $\pm$ 367)	228 (75,2)	(219 $\pm$ 129,7)
Ali et al., 2015 г.	Проспективная когорта	Эмболизировано	52	40%	54 (30–78)	(389,3 $\pm$ 428)	38 (73,1)	(309,1 $\pm$ 168)
		Не эмболизировано	37	40%	54 (30–78)	(270 $\pm$ 193)	–	(291 $\pm$ 186)
Ishihara et al., 2015 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	56	22 (39,3)	60,6	516	52 (92,9)	345
		Не эмболизировано	49	16 (32,7)	54,9	574	39 (79,6)	407
Fang et al., 2016 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	95	38 (40)	(49 $\pm$ 5,7)	(675 $\pm$ 374)	72 (76)	(477 $\pm$ 129,6)
		Не эмболизировано	62	23 (37)	49	(900 $\pm$ 520)	44 (71)	(547 $\pm$ 182,2)
Iacobucci et al., 2016 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	64	34 (53,1)	(58,4 $\pm$ 10,8)	–	–	(207,4 $\pm$ 79,5)
		Не эмболизировано	70	28 (40)	(59 $\pm$ 11)	–	–	(226,9 $\pm$ 117,6)
Wirsching et al., 2018 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	337	103 (30,6)	57 (19–88)	–	173 (51,3)	(270 $\pm$ 128,3)
		Не эмболизировано	404	130 (32,2)	59 (18–87)	–	210 (52,0)	(210 $\pm$ 119,2)
Przybylowski et al., 2020 г.	Ретроспективная когорта	Эмболизировано	52	14 (27)	(55,8 $\pm$ 13,1)	(660,4 $\pm$ 637,1)	35 (67)	–
		Не эмболизировано	52	13 (25)	(55,3 $\pm$ 11,9)	(509,2 $\pm$ 422,0)	39 (75)	–

рованы в 0,4 % случаев. Стойкие и более серьезные осложнения возникли у 2,3 % пациентов, подвергшихся эмболизации. Распространенными серьезными осложнениями были кровоизлияния в строму опухоли (0,5 %), выпадение поля зрения (0,4 %) и ишемический инсульт (0,3 %), перфорация сосудов (0,2 %), дисфункция черепных нервов (0,2 %) и стойкая внутричерепная гипертензия (0,1 %). Смерть, связанная непосредственно с эмболизацией, была зарегистрирована только у 1 (0,06 %) пациента в результате ятрогенной окклюзии сонной артерии.

В нашем исследовании с 2021 г. в качестве дополнительного метода лечения мы начали активно применять методики эндоваскулярной суперселективной эмболизации сосудистой сети опухоли гипосферами, нагруженными Доксирубицином, в структуре комплексного лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом. Как самостоятельный метод лечения суперселективная эмболизация сосудистой сети опухоли была выполнена в 7 случаях, у пациентов с минимальными объемами продолженного роста при конвекситальной и парасаггитальной локализации, и у 9 пациентов с рецидивирующими менингиомами основания черепа как первый этап лечения перед повторным удалением опухоли. Осложнений не было. В качестве клинического примера из собственной практики мы представляем описание эндоваскулярной суперселективной эмболизации сосудистой сети опухоли, проведенной пациентке 49 лет, находившейся на лечении в отделении нейрохирургии № 4 Российского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова в 2021 г. с рецидивирующей менингиомой средней черепной ямки. Анамнез на момент обращения составлял 216 месяцев, число перенесенных в анамнезе нейрохирургических вмешательств по поводу рецидивирующей менингиомы составило 3.

### Клиническое наблюдение

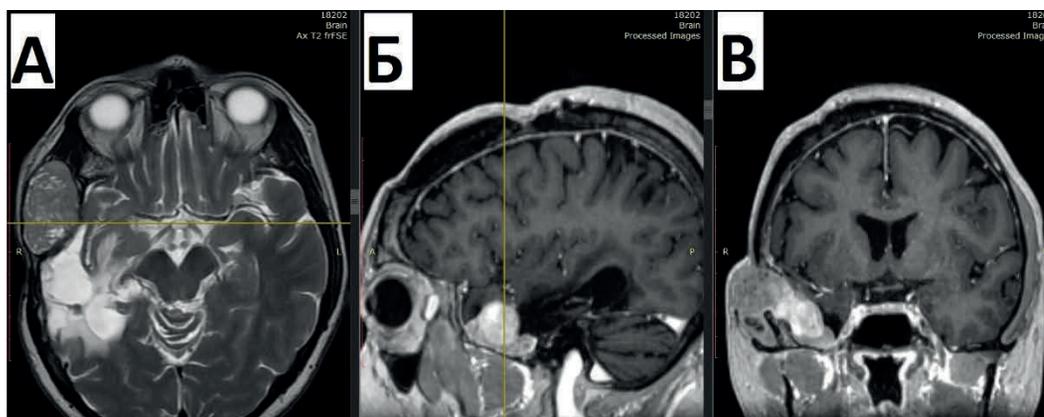
Пациентка Д., 49 лет, поступила в Российский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова 04.10.2021 с жалобами на опухолевидное образование в правой височной области в зоне дефекта височной кости; умерен-

ные головные боли в правой височной области; снижение слуха на правом ухе. Из анамнеза заболевания известно, что 03.12.2003 в Российском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова выполнена операция – тотальное удаление анапластической менингиомы средней черепной ямки справа. Со слов больной, после операции проведен курс лучевой терапии и химиотерапия (ХТ) Доксирубицином. Повторное удаление опухоли в связи с рецидивом выполнялось 27.02.2012 и 22.01.2016.

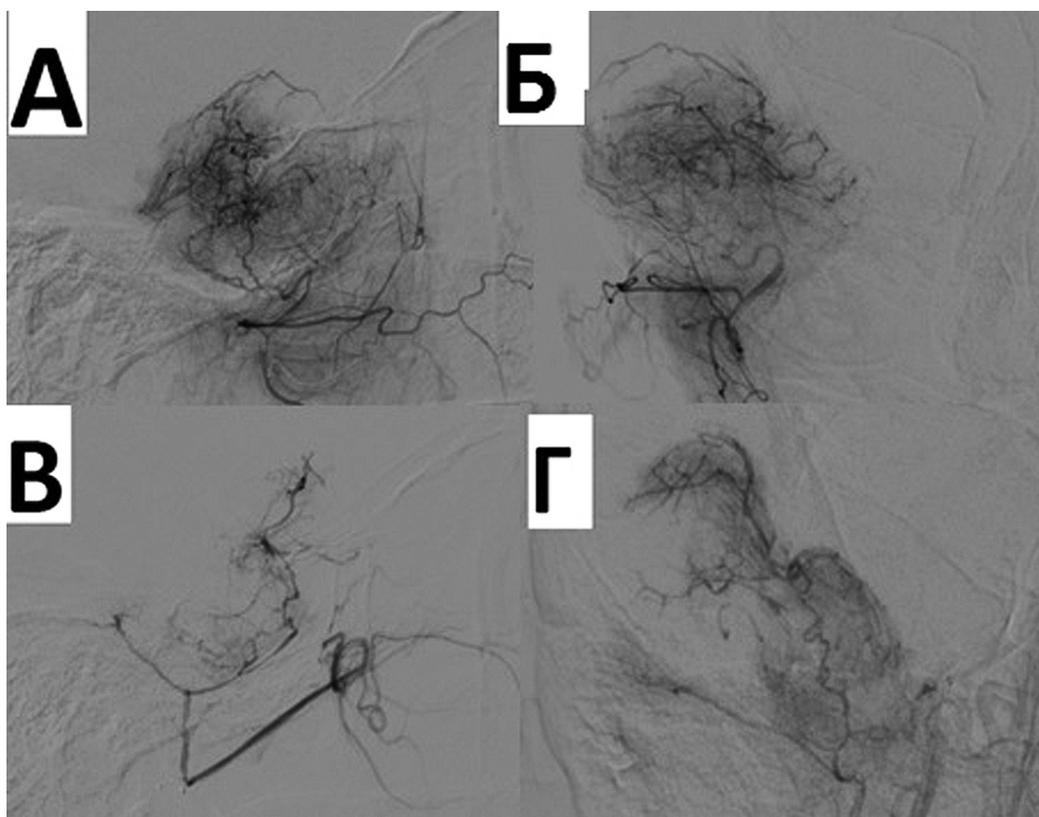
Со слов больной, в 2019 г. вновь выявлен рецидив менингиомы, проведено лучевое лечение по месту жительства в г. Обнинске. Со слов больной, с июля 2021 г. стало увеличиваться опухолевидное образование в правой височной области в зоне дефекта височной кости.

По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга 06.08.2021: состояние после комплексного лечения объемного образования средней черепной ямки справа (анапластической менингиомы), повторного удаления, повторных курсов ХТ, лучевой терапии, рецидивных внемозговых образований СЧЯ и ПЧЯ справа; рецидивная внемозговая опухоль правой височной области с экстракраниальным распространением (конвекситально-базальные отделы правой височной области), объемное образование, выходит через послеоперационный костный дефект, распространяется экстракраниально; общий размер образования – 55×45×38 мм; интракраниальный компонент отесняет правую височную долю, толщина – 19 мм, экстракраниальный компонент – толщина 20 мм – отесняет апоневроз, компримирует измененную височную мышцу (рис. 1).

Состояние больной компенсированное, по шкале Карновского – 70 баллов и первая категория социально-бытовой адаптации по шкале Рэнкина. В правой височной области умеренно выступающее над окружающими тканями опухолевидное образование, кзади от опухолевидного образования мягкие ткани западают в посттрепанационный дефект. Неврологический статус: сознание ясное. Зрачки D=S, движения глазных яблок в полном объеме. Нарушений чувствительности на лице не выявлено. Опущен левый угол рта. Силовых парезов в конечностях не выявлено. Мышечный тонус



**Рис. 1.** МРТ головного мозга пациентки Д., 49 лет, с внутривенным контрастным усилением от 06.08.2021: а – аксиальная проекция, T2; б – сагиттальная проекция T1 + контраст; в – коронарная проекция T1 + контраст  
**Fig. 1.** MRI patient D., 49 years old, with contrast from 06.08.2021: а – axial projection, T2; б – sagittal projection T1 + contrast; в – coronary projection T1 + contrast



**Рис. 2.** Суперселективная эмболизация сосудистой сети опухоли из ветвей НСА: а, б – до эмболизации; в, г – после эмболизации

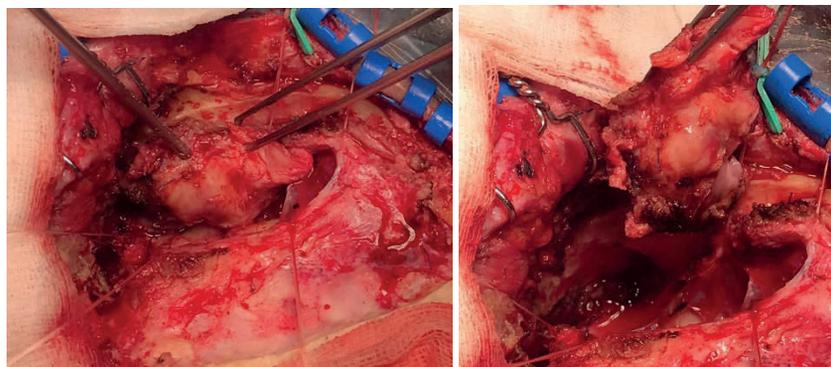
**Fig. 2.** Superselective embolization of the tumor vascular network from the branches of the NSA: а, б – before embolization; в, г – after embolization

не изменен. Глубокие рефлексy средней живoсти  $S \geq D$ . Нарушений чувствительности, менингеальных симптомов не выявлено. Координаторные пробы выполняет четко. В позе Ромберга легкое покачивание.

Больной 14.09.2021 в Российском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова

выполнена суперселективная эмболизация сосудистой сети опухоли гипосферами, насыщенными Доксорубицином (рис. 2).

Эмболизацию пациентка перенесла удовлетворительно. Со слов больной, уменьшилось выстояние опухолевидного образования в правой височной области. Через 4 дня



**Рис. 3.** Интраоперационное фото этапов удаления опухоли. Обращает на себя внимание практически полное отсутствие кровоточивости ткани опухоли

**Fig. 3.** Intraoperative photo of the stages of tumor removal. The almost complete absence of bleeding of the tumor tissue is noteworthy

(18.10.2021) проведена операция: повторная краниотомия, микрохирургическое удаление менингиомы средней черепной ямки и верхней грани пирамиды височной кости с экстра-интракраниальным распространением. Радикальность удаления опухоли – Simpson I (рис. 3). Пластика дефекта твердой мозговой оболочки искусственным аналогом. Пластика костного дефекта титановым сетчатым имплантатом Conmet.

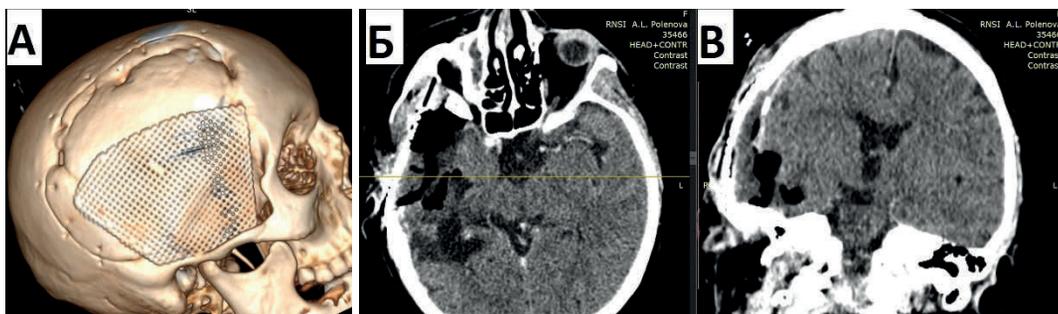
В гистологических препаратах: менингиома с выраженным клеточным и ядерным полиморфизмом. Единичные крупные «уродливые» клетки. Митозы – более 10 в поле зрения. Некрозы. Поля ангиоматоза и склероза. Большое количество тромбированных сосудов с крупными периваскулярными некрозами. Заключение: «Анапластическая менингиома с лечебным патоморфозом. МКБ / О 9530/3, ст. анаплазии III».

Операцию пациентка перенесла удовлетворительно, жалобы на момент осмотра не предъ-

являет. Головная боль не беспокоит. Не лихорадит. Состояние больной компенсированное, сознание ясное. По шкале Карновского – 80 баллов, нарастания очаговой симптоматики нет.

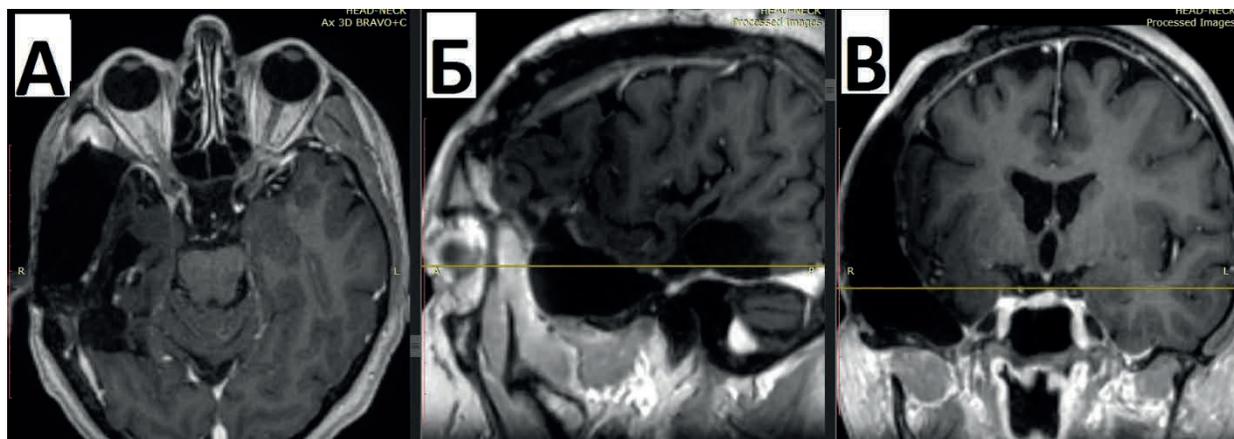
На контрольной интраскопии (мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) головного мозга с контрастным усилением от 19.10.2021): состояние после повторной операции в правой лобно-височной области, удаления менингиомы средней черепной ямки и верхней грани пирамиды височной кости с экстра-интракраниальным распространением, пластики костного дефекта титановой сеткой. Данных за накопление контрастного вещества нет (рис. 4).

Учитывая рецидивирующий характер течения неопластического процесса и высокую степень анаплазии опухоли, несмотря на радикальное удаление, пациентке рекомендовано проведение лучевой терапии. По месту жительства пациентке проведен курс 3D-конформной дистанционной лучевой терапии на ЛУЭ



**Рис. 4.** МСКТ головного мозга пациентки Д., 49 лет, с внутривенным контрастным усилением от 19.10.2021 (послеоперационный контроль): а – 3D-реконструкция визуализации положения сетчатого титанового имплантата Conmet; б – аксиальная проекция + контраст; в – коронарная проекция T1 + контраст

**Fig. 4.** CT of the brain of patient D., 49 years old, with contrast from 19.10.2021 (postoperative control): а – 3D reconstruction of visualization of the position of the Conmet mesh titanium implant; б – axial projection + contrast; в – coronary projection T1 + contrast



**Рис. 5.** МРТ головного мозга пациентки Д., 49 лет, с внутривенным контрастным усилением от 31.10.2023: а – аксиальная проекция; б – сагиттальная проекция; в – коронарная проекция

**Fig. 5.** MRI patient D., 49 years old, with contrast from 31.10.2023: a – axial projection; б – sagittal projection; в – coronary projection

Elekta Synergy S на область рецидива опухоли РОД 2Гр СОД 60 Гр, суммарная эффективная доза – 1,200 мЗв.

При сборе катамнеза, через 2 года (октябрь 2023 г.), данных за рецидив менингиомы не получено (рис. 5).

Спустя два года после комплексного лечения пациентка работает, состояние по шкале Карновского – 80 баллов и первая категория социально-бытовой адаптации по шкале Рэнкина.

Представленное клиническое наблюдение лечения больной рецидивирующей менингиомой основания черепа демонстрирует важность комплексного подхода к решению проблемы рецидивирования опухоли, что привело к стойкой ремиссии заболевания и высокому качеству жизни пациентки. Эндovasкулярные технологии эмболизации сосудистой сети опухоли позволили снизить интраоперационную кровопотерю, а резекция опухоли после предварительной эмболизации сосудов опухоли гипосферами, нагруженными цитостатическими препаратами, обуславливала стойкую ремиссию заболевания.

## Обсуждение

Основной целью эмболизации опухолей любой локализации является облитерация артериокапиллярной сети за счет введения эмболизирующего материала [46]. В качестве дополнительного воздействия допускается окклюзия внеопухолевых сегментов питающих артерий в надежде на тромбоз дистальных сегмен-

тов артерии или внутриопухолевых сосудов. Имеются немногочисленные сообщения о применении эндоваскулярных методик в лечении менингиом. Сравнительный анализ влияния применения дооперационной эндоваскулярной эмболизации на результаты хирургического лечения менингиом показал, что в работах ряда авторов она представляется как полезная «опция» хирургического лечения [47–50]. Однако исследования по эффективности эмболизации менингиом с применением эмболов, насыщенных химиотерапевтическими агентами, в лечении и профилактике рецидивов интракраниальных менингиом в литературе нам не встретились.

Преимущества предоперационной эмболизации заключаются в том, что деваскуляризация вызывает некроз, реактивное воспаление и фибриноидные изменения, которые смягчают консистенцию опухоли, тем самым облегчая ее резекцию и минимизируя кровопотерю [27, 28]. Некоторые исследования подтверждают ее эффективность в снижении кровопотери при резекции опухоли [13–15, 33, 34], особенно если достигнута полная деваскуляризация [9, 21, 35–37]. В то время как вышеупомянутые исследования подтверждают роль предоперационной эмболизации, другие исследования не показали явного преимущества в снижении интраоперационной кровопотери [8, 19, 38, 39]. Также необходимо помнить, что эмболизация менингиом может быть чревата потенциально серьезными осложнениями [7, 16, 34, 39, 41].

Таким образом, во многих исследованиях оценивались преимущества предоперационной эмболизации менингиом, но были получены противоречивые результаты, которые не позволяют внедрить эмболизацию сосудистой сети опухоли в стандартную клиническую практику. Отсутствие четких рекомендаций в результате привело к огромной вариативности в использовании методики эмболизации менингиом в разных учреждениях. Работ, посвященных химиотерапевтической эмболизации рецидивирующих менингиом (использование эмболов, нагруженных химиотерапевтическими агентами), в доступной литературе не было обнаружено, что подтверждает актуальность и обуславливает необходимость разработки данной методики.

Несмотря на противоречивые данные литературы о преимуществах эмболизации сосудистой сети менингиом, наш опыт и представленное нами клиническое наблюдение комплексного лечения пациентки с рецидивирующей менингиомой основания черепа, когда стандартные методы лечения оказались недостаточно эффективными, доказывает актуальность и социальную значимость необходимости разработки новых технологий лечения и локального контроля у пациентов с рецидивирующими менингиомами. Благодаря высокой избирательности действия, химиоэмболизация сосудистой сети опухоли является очень многообещающей технологией по сравнению с классическими методами лечения, используемыми в нейроонкологии. Полученные данные катамнеза свидетельствуют о положительном терапевтическом влиянии суперселективной химиоэмболизации в структуре комплексного лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом менингиом. В дальнейшем планируется продолжить наблюдение и набор материала.

## Выводы

1. Суперселективная химиоэмболизация рецидивирующих менингиом обеспечивает полную или частичную деваскуляризацию новообразования с развитием в нем ишемии и асептического некроза, что уменьшает травматичность последующего микрохирургического

удаления опухоли путем снижения интраоперационной кровопотери.

2. Химиоэмболизация сосудистой сети рецидивирующих менингиом является дополнительной «опцией» увеличения степени локального контроля неопластического процесса.

3. Суперселективную химиоэмболизацию менингиом можно использовать в качестве паллиативного метода противоопухолевого лечения при наличии у пациента противопоказаний к хирургическому вмешательству или его отказе от удаления опухоли.

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

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания № 123021000128-4 «Разработка новой технологии лечения больных вторичными новообразованиями головного мозга и рецидивирующими менингиомами». **Financing.** The work was carried out as part of the state assignment No. 123021000128-4 “Development of a new technology for treating patients with secondary brain tumors and recurrent meningiomas”.

**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. Коновалов А. Н., Козлов А. В., Черехаев В. А. и др. Проблема менингиом: анализ 80-летнего материала Института нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко и перспективы // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2013. Т. 77, № 1. С. 12–23. [Konovalov A. N., Kozlov A. V., Cherekaev V. A., Shimanskiĭ V. N., Taniashin S. V., Kornienko V. N., Pronin I. N., Golanov A. V., Kobliakov G. L., Shishkina L. V., Ryzhova M. V., Gol'bin D. A., Galkin M. V., Bocharov A. A., Lasunin N. V. Meningioma challenge: analysis of 80-year experience of Burdenko Neurosurgical Institute and future perspectives. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2013;77(1):12–23. [In Russ.]. URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-voprosy-nejrokhirurgii-imeni-n-n-burdenko/2013/1/030042-8817201312?lang=ru> (дата обращения: 30.05.2024).
2. Тиглиев Г. С., Олюшин В. Е., Кондратьев А. Н. Внутречерепные менингиомы. СПб.: Рос. нейрохирург. ин-т им. проф. А. Л. Поленова, 2001. [Tigliev G. S., Oljushin V. E., Kondrat'ev A. N. *Vnutricherepnye meningiomy*. SPb.: Rossijskij nejrohirurgicheskij institut im. prof. A. L. Polenova; 2001. (In Russ.)].

3. *Заболотный Р. А., Федянин А. В., Юлчиев У. А. и др.* Комплексное лечение больных с парасагитальными менингиомами // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2019. Т. 83, № 4. С. 121–125. [Zabolotny R. A., Fedyanin A. V., Yulchiev U. A., Galkin M. V., Kozlov A. V. Comprehensive treatment of patients with parasagittal meningiomas. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko. 2019;83(4):121–125. (In Russ.)]. Doi:10.17116/neiro201983041121. EDN: TUNBPQ.
4. *Куканов К. К., Ушанов В. В., Забродская Ю. М.* Пути персонализации лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом // Рос. журнал персонализированной медицины. 2023. Т. 3, № 3. С. 48–63. [Kukanov K. K., Ushanov V. V., Zabrodskaya Yu. M., Tastanbekov M. M., Vorobyova O. M., Sitovskaya D. A., Dikonenko M. V. Ways to personalize the treatment of patients with relapse and continued growth of intracranial meningiomas. Russian Journal for Personalized Medicine. 2023;3(3):48–63. (In Russ.)]. Doi: 10.18705/2782-38062023-3-3-48-63. EDN: FZQSKY.
5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № RU 2023621571/02.05.2023 Регистр пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом / Куканов К. К., Ушанов В. В., Воинов Н. Е. [Certificate of state registration of database No. RU 2023621571/02.05.2023 Register of patients with relapse and continued growth of intracranial meningiomas; Kukanov K. K., Ushanov V. V., Voinov N. E. (In Russ.)]. EDN: VBRBMB.
6. *Куканов К. К., Воробьева О. М., Забродская Ю. М. и др.* Интракраниальные менингиомы: клинико-интраскопические и патоморфологические причины рецидивирования с учетом современных методов лечения (обзор литературы) // Сибир. онколог. журн. 2022. Т. 21, № 4. С. 110–123. [Kukanov K. K., Vorobyova O. M., Zabrodskaya Yu. M., Potemkina E. G., Ushanov V. V., Tastanbekov M. M., Ivanova N. E. Intracranial meningiomas: clinical, intrascope and pathomorphological causes of recurrence (literature review). Siberian journal of oncology. 2022;21(4):110–123. (In Russ.)]. Doi: 10.21294/1814-4861-2022-21-4-110-123. EDN: DBARSI.
7. *Schipmann S., Schwake M., Sporns P. B. et al.* Is the Simpson Grading System Applicable to Estimate the Risk of Tumor Progression After Microsurgery for Recurrent Intracranial Meningioma?. World Neurosurg. 2018;(119):589–597. Doi: 10.1016/j.wneu.2018.07.215.
8. *Przybylowski C. J., Zhao X., Baranowski J. F. et al.* Preoperative embolization versus no embolization for WHO grade I intracranial meningioma: a retrospective matched cohort study. J Neurosurg. 2020;134(3):693–700. Doi: 10.3171/2020.1.
9. *Raper D. M., Starke R. M., Henderson F. Jr. et al.* Preoperative embolization of intracranial meningiomas: efficacy, technical considerations, and complications. AJNR Am J Neuroradiol. 2014;35(9):1798–1804. Doi: 10.3174/ajnr.A3919.
10. *Shah A. H., Patel N., Raper D. M. et al.* The role of preoperative embolization for intracranial meningiomas. J Neurosurg. 2013;119(2):364–372. Doi: 10.3171/2013.3.
11. *Iacobucci M., Danielli L., Visconti E. et al.* Preoperative embolization of meningiomas with polyvinyl alcohol particles: The benefits are not outweighed by risks. Diagn Interv Imaging. 2017;98(4):307–314. Doi: 10.1016/j.diii.2016.08.006.
12. *Kai Y., Hamada J. I., Morioka M. et al.* Clinical evaluation of cellulose porous beads for the therapeutic embolization of meningiomas. AJNR Am J Neuroradiol. 2006;27(5):1146–1150. PMID: 16687561.
13. *Nania A., Granata F., Vinci S. et al.* Necrosis score, surgical time, and transfused blood volume in patients treated with preoperative embolization of intracranial meningiomas. Analysis of a single-centre experience and a review of literature. Clin Neuroradiol. 2014;24(1):29–36. Doi: 10.1007/s00062-013-0215-0.
14. *Oka H., Kurata A., Kawano N. et al.* Preoperative superselective embolization of skull-base meningiomas: indications and limitations. J Neurooncol. 1998;40(1):67–71. Doi: 10.1023/a:1006196420398.
15. *Fang Q. R., He X. Y., Li X. F. et al.* Comparative efficacy of Glubran and polyvinyl-alcohol particles in the embolization of meningiomas. Int J Neurosci. 2016;126(12):1112–1119. Doi: 10.3109/00207454.2015.1134525.
16. *Wen L. L., Zhang X., Zhang Q. R. et al.* Flat-detector computed tomography PBV map in the evaluation of presurgical embolization for hypervascular brain tumors. J Neurointerv Surg. 2017;9(11):1139–1144. Doi: 10.1136/neurintsurg-2016-012658.
17. *Wu Y., Wong H., Chen Y., Wong M. C., Toh C. H.* Preoperative Embolization for Parasagittal and Convexity Meningiomas: Efficacy and Safety. 2009. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Preoperative-Embolization-for-Parasagittal-and-and-Wu-Wong/c06e79e4b139e52495c55fb75a1720a917c40f60> [Accessed 30 May 2024].
18. *Ali R., Khan M., Chang V. et al.* MRI Pre- and Post-Embolization Enhancement Patterns Predict Surgical Outcomes in Intracranial Meningiomas. J Neuroimaging. 2016;26(1):130–135. Doi: 10.1111/jon.12256.
19. *Bendszus M., Rao G., Burger R. et al.* Is there a benefit of preoperative meningioma embolization?. Neurosurgery. 2000;47(6):1306–1312. PMID: 11126901.
20. *Suzuki K., Nagaishi M., Matsumoto Y. et al.* Preoperative Embolization for Skull Base Meningiomas. J Neurol Surg B Skull Base. 2017;78(4):308–314. Doi: 10.1055/s-0037-1598195.
21. *Borg A., Ekanayake J., Mair R. et al.* Preoperative particle and glue embolization of meningiomas: indications, results, and lessons learned from 117 consecutive patients. Neurosurgery. 2013;73(2 Suppl Operative):ons244–ons252. Doi: 10.1227/NEU.00000000000000187.
22. *Hirohata M., Abe T., Morimitsu H., Fujimura N., Shigemori M., Norbash A. M.* Preoperative selective internal carotid artery dural branch embolisation for petroclival meningiomas. Neuroradiology. 2003;45(9):656–660. Doi: 10.1007/s00234-003-1056-3.
23. *Iampreechakul P., Tirakotai W., Leributsayanukul P., Siritwimonmas S., Liengudom A.* Pre-operative Embolization of Intracranial and Extracranial Tumors: A Review of 37 Cases. J Med Assoc Thai. 2016;99(Suppl 3):S91–S119. PMID: 29901353.
24. *Yoon Y. S., Ahn J. Y., Chang J. H. et al.* Pre-operative embolisation of internal carotid artery branches and pial vessels in hypervascular brain tumours. Acta Neurochir (Wien). 2008;150(5):447–452. Doi: 10.1007/s00701-008-1513-1.
25. *Chun J. Y., McDermott M. W., Lamborn K. R., Wilson C. B., Higashida R., Berger M. S.* Delayed surgical resection reduces intraoperative blood loss for embolized meningiomas. Neurosurgery. 2002;50(6):1231–1237. Doi: 10.1097/00006123-200206000-00010.
26. *Manelfe C., Guiraud B., David J. et al.* Embolisation par cathétérisme des méningiomes intracrâniens [Embolization by catheterization of intracranial meningiomas]. Rev Neurol (Paris). 1973;128(5):339–351. PMID: 4794375.
27. *Jiménez-Heffernan J. A., Corbacho C., Cañizal J. M. et al.* Cytological changes induced by embolization in meningiomas. Cytopathology. 2012;23(1):57–60. Doi: 10.1111/j.1365-2303.2010.00836.x.
28. *Ng H. K., Poon W. S., Goh K., Chan M. S.* Histopathology of post-embolized meningiomas. Am J Surg Pathol. 1996;20(10):1224–1230. Doi: 10.1097/00000478-199610000-00008.

29. Shah A. H., Patel N., Raper D. M. et al. The role of preoperative embolization for intracranial meningiomas. *J Neurosurg.* 2013;119(2):364–372. Doi: 10.3171/2013.3.JNS121328.
30. Ilyas A., Przybylowski C., Chen C. J. et al. Preoperative embolization of skull base meningiomas: A systematic review. *J Clin Neurosci.* 2019;(59):259–264. Doi: 10.1016/j.jocn.2018.06.022.
31. Chen L., Li D. H., Lu Y. H., Hao B., Cao Y. Q. Preoperative Embolization Versus Direct Surgery of Meningiomas: A Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2019;(128):62–68. Doi: 10.1016/j.wneu.2019.02.223.
32. Wirsching H. G., Richter J. K., Sahm F. et al. Post-operative cardiovascular complications and time to recurrence in meningioma patients treated with versus without pre-operative embolization: a retrospective cohort study of 741 patients. *J Neurooncol.* 2018;140(3):659–667. Doi: 10.1007/s11060-018-2996-0.
33. Dean B. L., Flom R. A., Wallace R. C. et al. Efficacy of endovascular treatment of meningiomas: evaluation with matched samples. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1994;15(9):1675–1680. PMID: 7847212.
34. Ishihara H., Ishihara S., Niimi J. et al. The safety and efficacy of preoperative embolization of meningioma with N-butyl cyanoacrylate. *Interv Neuroradiol.* 2015;21(5):624–630. Doi: 10.1177/1591019915590537.
35. Grand C., Bank W. O., Balériaux D. et al. Gadolinium-enhanced MR in the evaluation of preoperative meningioma embolization. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1993;14(3):563–569. PMID: 8517341.
36. Iampreechakul P., Tirakotai W., Lertbutsayanukul P., Siritwimonmas S., Liengudom A. Pre-operative Embolization of Intracranial and Extracranial Tumors: A Review of 37 Cases. *J Med Assoc Thai.* 2016;99(Suppl 3):S91–S119. PMID: 29901353.
37. Raper D., Starke R., Henderson F., Ding D., Simon S., Evans A., Jane J., Liu K. Preoperative embolization of intracranial meningiomas: efficacy, technical considerations, and complications. *Am J Neuroradiol.* 2014;(35):1798–1804.
38. Jumah F., AbuRmilah A., Raju B. et al. Does preoperative embolization improve outcomes of meningioma resection? A systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2021;44(6):3151–3163. Doi: 10.1007/s10143-021-01519-z.
39. Yoon Y. S., Ahn J. Y., Chang J. H. et al. Pre-operative embolisation of internal carotid artery branches and pial vessels in hypervascularized brain tumours. *Acta Neurochir (Wien).* 2008;150(5):447–452. Doi: 10.1007/s00701-008-1513-1.
40. Fang Q. R., He X. Y., Li X. F. et al. Comparative efficacy of Glubran and polyvinyl-alcohol particles in the embolization of meningiomas. *Int J Neurosci.* 2016;126(12):1112–1119. Doi: 10.3109/00207454.2015.1134525.
41. Manaka H., Sakata K., Tatzuki J., Shinohara T., Shimohigoshi W., Yamamoto T. Safety and Efficacy of Preoperative Embolization in Patients with Meningioma. *J Neurol Surg B Skull Base.* 2018;79(Suppl 4):S328–S333. Doi: 10.1055/s-0038-1667043.
42. Dean B. L., Flom R. A., Wallace R. C. et al. Efficacy of endovascular treatment of meningiomas: evaluation with matched samples. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1994;15(9):1675–1680. PMID: 7847212.
43. Kai Y., Hamada J. I., Morioka M. et al. Clinical evaluation of cellulose porous beads for the therapeutic embolization of meningiomas. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27(5):1146–1150. PMID: 16687561.
44. Sluzewski M., van Rooij W. J., Lohle P. N., Beute G. N., Peluso J. P. Embolization of meningiomas: comparison of safety between calibrated microspheres and polyvinyl-alcohol particles as embolic agents. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2013;34(4):727–729. Doi: 10.3174/ajnr.A3311.
45. Bendszus M., Monoranu C. M., Schütz A., Nölte L., Vince G. H., Solymosi L. Neurologic complications after particle embolization of intracranial meningiomas. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2005;26(6):1413–1419. PMID: 15956508.
46. Свистов Д. В., Кандыба Д. В., Савелло А. В. и др. Предоперационная эмболизация вне- и внутри черепных опухолей // Нейрохирургия. 2007. Т. 1, № 2. С. 24–37. [Svistov D. V., Kandyba D. V., Savello A. V. et al. Preoperative embolization of extra- and intra-cranial tumors. *Neurosurgery.* 2007;1(2):24–37. (In Russ.)].
47. Хилько В. А., Зубков Ю. Н. Внутрисосудистая нейрохирургия. Л.: Медицина, 1982. 210 с. [Khilko V. A., Zubkov Y. N. *Intravascular neurosurgery.* Leningrad: Medicine; 1982. (In Russ.)].
48. Del Maestro R. F. *Al-Mefty's Meningiomas.* Second Edition. 2011. Published by Thieme Medical Publishers, Inc. *Canadian Journal of Neurological Sciences. Journal Canadien des Sciences Neurologiques.* 2013;40(1):131–132. Doi: 10.1017/S0317167100017455.
49. Сергиенко Ю. Г. и др. Сравнительный анализ влияния применения дооперационной эндоваскулярной эмболизации на результаты хирургического лечения гиперваскуляризированных менингиом // Українська Інтервенційна Нейрорадіологія Та Хірургія. Україна, Київ: Гражданская организация «Всеукраїнська асоціація эндоваскулярної нейрорентгенохірургії», 2016. Т. 4, № 18. С. 11–17. [Sergienko Y. G. et al. Comparative analysis of the effect of preoperative endovascular embolization on the results of surgical treatment of hypervascularized meningiomas: 4 (18). *Ukrainian Interventional Neuroradiology and Surgery. Ukraine, Kiev: Civil organization "All-Ukrainian Association of Endovascular Neuroradiology Endovascular Association".* 2016;4(18):11–17].
50. Детская нейрохирургия: Национальное руководство / под ред. К. А. Самочерных. СПб.: ПЗР, 2024. 576 с. [Pediatric neurosurgery: National guidelines; eds by K. A. Samochernykh. SPb.: PZR; 2024. 576 p. (In Russ.)].

### Сведения об авторах

Константин Константинович Куканов – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории нейрохирургического отделения № 4, старший научный сотрудник группы стереотаксической и функциональной нейрохирургии НИЛ нейрофизиологии Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» (Санкт-Петербург, Россия);

Константин Александрович Самочерных – доктор медицинских наук, профессор Российской академии

го нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» (Санкт-Петербург, Россия);

Константин Иванович Себелев – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением лучевой диагностики № 4, ведущий научный сотрудник НИЛ патоморфологии нервной системы Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Нацио-

наук, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории отделения нейрохирургии для детей № 7, директор Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» (Санкт-Петербург, Россия);

*Сайдахмед Джабраилович Раджабов* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нейрохирургии, ведущий научный сотрудник НИЛ хирургии сосудов головного и спинного мозга, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории нейрохирургического отделения № 3 Российского научно-исследовательского

нальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» (Санкт-Петербург, Россия);

*Виктор Емельянович Олюшин* – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач России, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории, главный научный сотрудник НИЛ нейроонкологии Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» (Санкт-Петербург, Россия);

*Павел Дмитриевич Сухопаров* – студент Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета (Санкт-Петербург, Россия).

### Information about the authors

*Konstantin K. Kukanov* – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon of the Highest Qualification Category of the Neurosurgical Department No. 4, Senior Researcher at the Institute of Neuro-Oncology, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Konstantin A. Samochernykh* – Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Russian Academy of Sciences, Neurosurgeon of the Highest Category at the Department of Neurosurgery for Children No. 7, Director, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Said D. Radjabov* – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Neurosurgery, Leading Researcher at the Research Institute of Vascular Surgery of the Brain and Spinal Cord, Neurosurgeon of the Highest Qualification Category of the Neurosurgical Department

No. 3, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Konstantin I. Sebelev* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Head at the Department of Radiation Diagnostics No. 4, Leading Researcher at the Institute of Pathomorphology of the Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Victor E. Olyushin* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Honored Doctor of Russia, Neurosurgeon of the Highest Qualification Category, Chief Researcher at the Institute of Neuro-Oncology, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Pavel D. Sukhoparov* – Student, St. Petersburg State Pediatric Medical University (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 06.05.2024

Accepted 06.05.2024