

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  
Санкт-Петербургская Ассоциация нейрохирургов  
Межрегиональная общественная организация «Человек и его здоровье»

---

РОССИЙСКИЙ  
НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
имени профессора А. Л. Поленова

RUSSIAN NEUROSURGICAL JOURNAL  
named after professor A. L. Polenov

Том XVI, № 3, 2024

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций  
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

ISSN 2071-2693

## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ.

Основан в Санкт-Петербурге в 2008 г.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-33206 от 22 сентября 2008 г.

### УЧРЕДИТЕЛИ

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Полено-ва – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации Санкт-Петербургская Ассоциация нейрохирургов Межрегиональная общественная организация «Человек и его здоровье»

### АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЬСТВА

#### Редакция:

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Полено-ва – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации 191025, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, д. 12

Тел./факс: (812)273-85-52, 273-81-34

Сайт: <https://polenovjournal.elpub.ru/jour>

e-mail: [russianneurosurgicaljournal@gmail.com](mailto:russianneurosurgicaljournal@gmail.com)

#### Издательство:

ООО «Семинары, Конференции и Форумы» 195213, Российская Федерация, Санкт-Петербург, пр. Шаумяна, д. 50, лит. А

Тел.: (812)3389-70

Сайт: [www.scaf-spb.ru](http://www.scaf-spb.ru)

e-mail: [conference@scaf-spb.ru](mailto:conference@scaf-spb.ru)

**Периодичность издания:** 4 номера в год

**Главный редактор** – проф., д-р мед. наук Олюшин В. Е.

**Заместители главного редактора:** проф. РАН, д-р мед. наук Самочерных К. А.,

проф., д-р мед. наук Иванова Н. Е., проф., д-р мед. наук Кондратьев А. Н.

**Ответственный секретарь** – канд. мед. наук Куканов К. К.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д-р мед. наук Гуляев Д. А.

д-р мед. наук Себелев К. Н.

канд. мед. наук Абрамов К. Б.

д-р мед. наук Забродская Ю. М.

проф., д-р мед. наук Улитин А. Ю.

канд. мед. наук Нездоровина В. Г.

д-р мед. наук Иванов А. Ю.

проф., д-р мед. наук Хачатрян В. А.

канд. мед. наук Олейник Е. А.

д-р мед. наук Ким А. В.

д-р мед. наук Кондратьева Е. А.

ст. науч. сотр. Герасимов А. П.

д-р мед. наук Орлов А. Ю.

проф., д-р мед. наук Яковенко И. В.

мл. науч. сотр. Диконенко М. В.

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

проф., д-р мед. наук Балязин В. А. (г. Ростов-на-Дону)

проф., д-р мед. наук Петрищев Н. Н. (Санкт-Петербург)

проф., д-р мед. наук Бердиев Р. Н. (Таджикистан)

проф., д-р мед. наук Саввина И. А. (Санкт-Петербург)

д-р мед. наук Буров С. А. (Москва)

канд. мед. наук Свистов Д. В. (Санкт-Петербург)

канд. мед. наук Габечия Г. В. (Москва)

проф., д-р мед. наук Сафин И. М. (г. Уфа)

проф., д-р мед. наук Гармашов Ю. А. (Санкт-Петербург)

проф. Славин К. В. (США)

канд. мед. наук Гринев И. П. (г. Красноярск)

проф., д-р мед. наук Ступак В. В. (Новосибирск)

проф., д-р мед. наук Гуща А. О. (Москва)

проф., д-р мед. наук Суфianov A. A. (г. Тюмень)

проф., д-р мед. наук Данилов В. И. (г. Казань)

проф., д-р мед. наук Трофимова Т. Н. (Санкт-Петербург)

проф., д-р мед. наук Дралюк М. Г. (г. Красноярск)

проф., д-р мед. наук Фраерман А. П. (г. Н. Новгород)

проф., д-р мед. наук Древаль О. Н. (Москва)

проф., д-р мед. наук Черекаев В. А. (Москва)

проф., д-р мед. наук Жукова Т. В. (Беларусь)

проф., д-р мед. наук Шагинян Г. Г. (Москва)

проф., д-р мед. наук Иова А. С. (Санкт-Петербург)

проф., д-р мед. наук Шанько Ю. Г. (Беларусь)

проф., Камилл Зеленак (Словакия)

акад. РАН, д-р мед. наук Щербук Ю. А. (Санкт-Петербург)

чл.-корр. РАН, д-р мед. наук Кривошапкин А. Л. (г. Новосибирск, Москва)

проф., д-р мед. наук Щулев Ю. А. (Санкт-Петербург)

проф., д-р мед. наук Лихтерман Л. Б. (Москва)

проф., д-р биол. наук Юров И. Ю. (Санкт-Петербург)

проф., д-р мед. наук Лубнин А. Ю. (Москва)

проф. Bilotta Federico (Италия)

проф., д-р мед. наук Мануковский В. А. (Санкт-Петербург)

проф. Hans Henkes (Германия)

проф., д-р мед. наук Музлаев Г. Г. (г. Краснодар)

проф. Tomokatsu Hori (Япония)

проф., д-р мед. наук Незнанов Н. Г. (Санкт-Петербург)

проф. Takeshi Kawase (Япония)

чл.-корр. РАН, д-р мед. наук Одинак М. М. (Санкт-Петербург)

проф. Kintomo Takakura (Япония)

проф., д-р мед. наук Парфенов В. Е. (Санкт-Петербург)

проф. Chunlin Zhang (КНР)

чл.-корр. РАН, д-р мед. наук Петриков С. С. (Москва)

Х СЪЕЗД НЕЙРОХИРУРГОВ РОССИИ ..... 6

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

## РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ МАЛОБЕРЦОВОГО НЕРВА

Воеводкина А. Ю., Назаров А. С., Беляков Ю. В., Олейник Е. А., Орлов А. Ю. ..... 10

## ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОИСКА ГЕНОВ, СВЯЗАННЫХ С РАННЕЙ ИНФАНТИЛЬНОЙ ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ

Герасимов А. П., Юров И. Ю., Ушанов В. В., Баранцевич Е. Р., Куриная О. С., Васин К. С., Забродская Ю. М., Самочерных К. А., Иванова Н. Е. ..... 18

## РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭПЕНДИМОМЫ СПИННОГО МОЗГА

Городнина А. В., Кудзив А. В., Назаров А. С., Ахмедов Э. А., Беляков Ю. В., Иваненко А. В., Асатуриян Г. А., Орлов А. Ю. ..... 26

## ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПЕРФУЗИИ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ НАРУШЕНИЕМ СОЗНАНИЯ НА ФОНЕ ГИДРОЦЕФАЛИИ

Городнина А. В., Лестева Н. А., Кондратьева Е. А., Потёмкина Е. Г., Кондратьев А. Н., Самочерных К. А., Николаенко М. С. ..... 34

## РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАРАКЛИНОИДНЫХ АНЕВРИЗМ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ СУБАРАХНОИДАЛЬНОГО КРОВОИЗЛИЯНИЯ

Зайцев А. Д., Джинджихадзе Р. С., Поляков А. В., Гаджиагаев В. С., Султанов Р. А., Гвелесиани А. И. ..... 42

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ НАВИГАЦИИ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С МЕТАСТАТИЧЕСКИМИ ОПУХОЛЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

Кит О. И., Закондырин Д. Е., Гринь А. А., Росторгуев Э. Е., Матевосян Б. В., Росторгуев В. Э. ..... 53

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ РЕЦИДИВЕ И ПРОДОЛЖЕННОМ РОСТЕ ИНТРАКРАНIALНЫХ МЕНИНГИОМ ГИГАНТСКИХ РАЗМЕРОВ

Куканов К. К., Войнов Н. Е., Нечаева А. С., Олюшин В. Е., Самочерных К. А. ..... 62

## ORIGINAL PAPERS

## ASPECTS OF SURGICAL TREATMENT OF DISEASES AND INJURIES OF THE PERONEAL NERVE

Voevodkina A. Yu., Nazarov A. S., Belyakov Yu. V., Oleynik E. A., Orlov A. Yu. ..... 10

## A PROGNOSTIC MODEL FOR SEARCHING GENES ASSOCIATED WITH DEVELOPMENTAL AND EPILEPTIC ENCEPHALOPATHY

Gerasimov A. P., Iourov I. Yu., Ushanov V. V., Barantsevich E. R., Kurinnaia O. S., Vasin K. S., Zabrodskaya Yu. M., Samochernykh K. A., Ivanova N. E. ..... 19

## RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF SPINAL CORD EPENDYOMOMAS

Gorodnina A. V., Kudziv A. V., Nazarov A. S., Akhmedov E. A., Beliakov Y. V., Ivanenko A. V., Asatryan G. A., Orlov A. Yu. ..... 27

## POSSIBILITIES FOR ASSESSING CEREBRAL PERfusion IN PATIENTS WITH CHRONIC DISTURBANCE OF CONSCIOUSNESS DUE TO HYDROCEPHALUS

Gorodnina A. V., Lesteva N. A., Kondratyeva E. A., Potemkina E. G., Kondratyev A. N., Samochernykh K. A., Nikolaenko M. S. ..... 36

## RESULTS OF MICROSURGICAL TREATMENT OF PARACLINOID ANEURYSMS IN ACUTE PERIOD OF RUPTURE

Zaitsev A. D., Dzhindzhikhadze R. S., Polyakov A. V., Gadzhiagaev V. S., Sultanov R. A., Gvelesiani A. I. ..... 43

## EXPERIENCE IN USING INTRAOPERATIVE NAVIGATION IN SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH METASTATIC SPINE TUMORS

Kit O. I., Zakondyrin D. E., Grin A. A., Rostorguev E. E., Matevosyan B. V., Rostorguev V. E. ..... 54

## BASIC PRINCIPLES AND FEATURES OF SURGICAL TREATMENT FOR RELAPSE AND CONTINUED GROWTH OF GIANT INTRACRANIAL MENINGIOMAS

Kukanov K. K., Voinov N. E., Nечаева А. С., Olyushin V. E., Samochernykh K. A. ..... 62

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ДИАМЕТРА ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА С ОБОЛОЧКАМИ У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ ПОСЛЕ ДЕКОМПРЕССИВНОЙ ТРЕПАНАЦИИ ЧЕРЕПА	DYNAMICS OF THE OPTIC NERVE SHEATHS DIAMETER IN PATIENTS WITH SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY AND DECOMPRESSIVE CRANIOTOMY
Мурадян К. Р., Ошоров А. В., Туркин А. М., Савин И. А., Струнина Ю. В., Данилов Г. В., Кравчук А. Д. ....	Muradyan K. R., Oshorov A. V., Turkin A. M., Savin I. A., Strunina Yu. V., Danilov G. V., Kravchuk A. D. ....
РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСВЕНОЗНОЙ ЭМБОЛИЗАЦИИ СУПРАТЕНТОРИАЛЬНЫХ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АРТЕРИОВЕНозНЫХ МАЛЬФОРМАЦИЙ	RESULTS OF TOTAL TRANSVENOUS EMBOLISATION OF SUPRATENTORIAL CEREBRAL ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS
Назарбеков А. Н., Петров А. Е., Улитин А. Ю., Иванов А. А., Сотланов С. Х., Рожченко Л. В. ....	Nazarbekov A. N., Petrov A. E., Ulitin A. Yu., Ivanov A. A., Sotlanov S. H., Rozhchenko L. V. ....
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ШЕЙНОГО ОСТЕОХОНДРОЗА	THE EFFECTIVENESS OF SURGICAL TREATMENT FOR VARIOUS FORMS OF CERVICAL OSTEOCHONDROSIS
Олейник Е. А., Олейник А. А., Воеводкина А. Ю., Каледа П. В., Орлов А. Ю., Иванова Н. Е. ....	Oleynik E. A., Oleynik A. A., Voevodkina A. Yu., Kaleda P. V., Orlov A. Yu., Ivanova N. E. ....
ВЛИЯНИЕ ПЛЕРИКСАФОРА НА МИГРАЦИЮ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В ОПУХОЛЕВЫЙ ОЧАГ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ КРЫС С ГЛИОМОЙ С6 (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)	THE EFFECT OF PLERIXAFOR ON THE MIGRATION OF IMMUNE STEM CELLS INTO THE TUMOR SITE AND SURVIVAL OF RATS WITH C6 GLIOMA (EXPERIMENTAL STUDY)
Пак О. И., Косьянова А. А., Зайцев С. В., Брюховецкий И. С. ....	Pak O. I., Kosianova A. A., Zaitsev S. V., Bryukhovetskiy I. S. ....
РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОХИРУРГИИ БОЛЬШИХ И ГИГАНТСКИХ МЕНИНГИОМ ПИРАМИДЫ ВИСОЧНОЙ КОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ МАТРИКСА ОПУХОЛИ	THE RESULTS OF MICROSURGERY OF LARGE AND GIANT PETROUS BONE MENINGIOMAS DEPENDING ON THE LOCATION OF THE TUMOR MATRIX
Руденко П. Г., Шнякин П. Г., Наркевич А. Н., Милехина И. Е., Файзова М. Н. ....	Rudenko P. G., Shnyakin P. G., Narkevich A. N., Milehina I. E., Fayzova M. N. ....
ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ ВНУТРИМОЗГОВЫХ ГЕМАТОМ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН	EPIDEMIOLOGY OF HYPERTENSIVE INTRACEREBRAL HEMORRHAGES IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN
Ячкуринских М. М., Хасанова Д. Р., Данилов В. И. ....	Iachkurinskikh M. M., Khasanova D. R., Danilov V. I. ....
<b>ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ</b>	<b>REVIEWS OF LITERATURE AND CLINICAL CASES</b>
РАНЕНИЕ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕДНЕЙ ХИРУРГИИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР)	VERTEBRAL ARTERY INJURY DURING ANTERIOR CERVICAL SPINE SURGERY (REVIEW)
Бирагов Д. В., Гуляев Д. А., Годанюк Д. С., Поляков Ю. Ю., Шарифов Р. М., Алдатов Т. С., Жданович К. В. ....	Biragov D. V., Gulyaev D. A., Godanyuk D. S., Polyakov Yu. Yu., Sharifov R. M., Aldatov T. S., Zhdanovich K. V. ....
ГИДРОЦЕФАЛИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ: КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	LOW PRESSURE HYDROCEPHALUS: CLINICAL CASES AND LITERATURE REVIEW
Боровский А. А., Жукова Т. В., Шамкалович А. В., Веевник Д. П. ....	Borovsky A. A., Zhukova T. V., Shamkalovich A. V., Veevnik D. P. ....

DYNAMICS OF THE OPTIC NERVE SHEATHS DIAMETER IN PATIENTS WITH SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY AND DECOMPRESSIVE CRANIOTOMY	Muradyan K. R., Oshorov A. V., Turkin A. M., Savin I. A., Strunina Yu. V., Danilov G. V., Kravchuk A. D. ....
RESULTS OF TOTAL TRANSVENOUS EMBOLISATION OF SUPRATENTORIAL CEREBRAL ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS	Nazarbekov A. N., Petrov A. E., Ulitin A. Yu., Ivanov A. A., Sotlanov S. H., Rozhchenko L. V. ....
THE EFFECTIVENESS OF SURGICAL TREATMENT FOR VARIOUS FORMS OF CERVICAL OSTEOCHONDROSIS	Oleynik E. A., Oleynik A. A., Voevodkina A. Yu., Kaleda P. V., Orlov A. Yu., Ivanova N. E. ....
THE EFFECT OF PLERIXAFOR ON THE MIGRATION OF IMMUNE STEM CELLS INTO THE TUMOR SITE AND SURVIVAL OF RATS WITH C6 GLIOMA (EXPERIMENTAL STUDY)	Pak O. I., Kosianova A. A., Zaitsev S. V., Bryukhovetskiy I. S. ....
THE RESULTS OF MICROSURGERY OF LARGE AND GIANT PETROUS BONE MENINGIOMAS DEPENDING ON THE LOCATION OF THE TUMOR MATRIX	Rudenko P. G., Shnyakin P. G., Narkevich A. N., Milehina I. E., Fayzova M. N. ....
EPIDEMIOLOGY OF HYPERTENSIVE INTRACEREBRAL HEMORRHAGES IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN	Iachkurinskikh M. M., Khasanova D. R., Danilov V. I. ....
VERTEBRAL ARTERY INJURY DURING ANTERIOR CERVICAL SPINE SURGERY (REVIEW)	Biragov D. V., Gulyaev D. A., Godanyuk D. S., Polyakov Yu. Yu., Sharifov R. M., Aldatov T. S., Zhdanovich K. V. ....
LOW PRESSURE HYDROCEPHALUS: CLINICAL CASES AND LITERATURE REVIEW	Borovsky A. A., Zhukova T. V., Shamkalovich A. V., Veevnik D. P. ....

НЕВРИНОМА ОТВОДЯЩЕГО НЕРВА:  
КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И ОБЗОР  
ЛИТЕРАТУРЫ

Шиманский В. Н., Кугушев И. О., Кадашева А. Б.,  
Танышин С. В., Пощатаев В. К., Шевченко К. В.,  
Карнаухов В. В., Колычева М. В.,  
Безбородова Т. Ю., Сиднева Л. А. .... 152

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСЕРВАТИВНОГО И ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНОГО НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО СПОНДИЛОДИСЦИТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Рыбас Р. В., Шагинян Г. Г., Маглаперидзе М. Д.,  
Ариянц Г. С. .... 161

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

ABDUCENS NERVE SCHWANNOMA:  
A CASE REPORT AND LITERATURE  
REVIEW

Shimansky V. N., Kugushev I. O., Kadasheva A. B.,  
Tanyashin S. V., Poshataev V. K., Shevchenko K. V.,  
Karnaughov V. V., Kolycheva M. V.,  
Bezborodova T. Yu., Sidneva L. A. .... 153

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSERVATIVE  
AND SURGICAL TREATMENT OF PURULENT  
NONSPECIFIC SPONDYLODISCITIS  
(LITERATURE REVIEW)

Rybas R. V., Shahinian G. G. , Maglaperidze M. D.,  
Ariyants G. S. .... 161



## Х СЪЕЗД НЕЙРОХИРУРГОВ РОССИИ

С 10 по 13 сентября 2024 г. в Нижнем Новгороде состоялся юбилейный Десятый съезд нейрохирургов России.

Организаторами съезда стали Минздрав России, Российская академия наук, Ассоциация нейрохирургов России, созданная в 1995 г. по инициативе сотрудников Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова и является правопреемником Всесоюзного научного общества нейрохирургов СССР. Ассоциация нейрохирургов России объединяет в своих рядах подавляющее большинство нейрохирургов страны. Сотрудники Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова принимали активное участие в организации съезда и подготовке его научной программы.

В работе съезда приняли активное участие четыре академика и четыре члена-корреспондента РАН, профессора, главные внештатные нейрохирурги федеральных округов, областей

и республик Российской Федерации, научные сотрудники и врачи региональных и федеральных нейрохирургических учреждений и стационаров. Активно участвовали в работе съезда ведущие специалисты-нейрохирурги зарубежных стран – Узбекистана, Казахстана, Туркменистана, руководители кафедр нейрохирургии и научные сотрудники – нейрохирурги Ташкента, Астаны, Бишкека, Ашхабада.

Правительством Нижегородской области для проведения съезда были предоставлены комфортные условия в новых павильонах Нижегородской ярмарки, которые обеспечили возможность делегатам съезда ярко продемонстрировать научные материалы докладов.

Съезд охватил обсуждение широкого спектра актуальных проблем современной нейрохирургии, включая проведение образовательных курсов по спинальной нейрохирургии, сосудистой нейрохирургии, актуальные вопросы функциональной нейрохирургии, радиохирургии (модераторы – академики Д. Ю. Усачев и



В. В. Крылов; член-корреспондент РАН Н. А. Коновалов; доктор медицинских наук профессор РАН К. А. Самочерных; доктор медицинских наук профессор В. Е. Олюшин; доктор медицинских наук профессор А. Ю. Улитин; доктор медицинских наук профессор Н. Е. Иванова, доктор медицинских наук А. В. Ким; доктор медицинских наук профессор Д. А. Гуляев; кандидат медицинских наук В. Г. Нездоровина; кандидат медицинских наук А. Е. Петров и многие другие). На пленарных и секционных заседаниях съезда рассматривались и широко обсуждались проблемы сосудистой нейрохирургии, нейроонкологии, боевых повреждений центральной нервной системы, дегенеративных заболеваний позвоночника, опухолей спинного мозга и позвоночника, нарушений ликвородинамики, функциональной нейрохирургии, нейрохирургии детского возраста, черепно-мозговой и травмы позвоночника и спинного мозга, хирургии периферических нервов.

В докладе главного внештатного нейрохирурга Министерства здравоохранения Российской Федерации академика РАН В. В. Крылова была представлена работа нейрохирургической службы в России в 2023 г.

В почетной лекции академика РАН А. Н. Коновалова «Микронейрохирургия: достижения и перспективы» ярко и убедительно показано,

что микронейрохирургия совершила революционный переворот в результатах операции, позволила достигать выздоровления больных, ранее считавшихся неоперабельными и инкурабельными. Делегаты съезда единодушно согласились с А. Н. Коноваловым, что «микронейрохирургия – специальность, которой стоит посвятить жизнь». В лекции А. Н. Коновалов подчеркнул, что в настоящее время «альтернатива тотальному удалению опухоли – максимально возможное радикальное удаление без неблагоприятных для больного последствий, плюс стереотаксическое облучение остатков опухоли».

В своей почетной лекции профессор Л. Б. Лихтерман обратил внимание делегатов съезда на то, что задача клинической нейрохирургия – восстановление утраченного здоровья, а идеология превентивной нейрохирургии (хирургическое лечение аневризм, артериовенозных мальформаций и другой патологии, протекающей бессимптомно) – сохранение здоровья.

Значительное внимание на съезде было уделено фундаментальным аспектам нейронаук, в том числе роли генетики и геномных технологий в разработке новых подходов при нейрохирургической патологии, развитию современных технологий в хирургии сосудистой патологии головного и спинного мозга, а также в нейроонкологии. Активное участие в работе съезда





приняли сотрудники Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова. Профессором РАН К. А. Самочерных на первом пленарном заседании был представлен доклад на основополагающую тему современной нейрохирургии – «Иновации в нейрохирургии: от идеи до реализации, взгляд в будущее».

Большое внимание на съезде было уделено перспективам применения новых технологий лучевой диагностики при лечении нейрохирургической патологии (академик РАН И. Н. Пронин, доктор медицинских наук Н. Е. Захарова), радиохирургии, реваскуляризации магистральных артерий головного мозга.

На съезде широко были представлены доклады, обобщающие большие достижения в сосудистой нейрохирургии, нейроонкологии, функциональной нейрохирургии, хирургии черепно-мозговой травмы и травмы позвоночника и спинного мозга.

На пленарных заседаниях были представлены доклады профессора Н. Е. Ивановой («Функциональная реабилитация») и профессора Д. А. Гуляева («Агрессивные менингиомы»), доктора медицинских наук А. В. Кима («Современные аспекты хирургии рецидивов церебральных опухолей у детей»).

Модераторами различных пленарных и секционных заседаний съезда были сотрудники нашего Института В. Е. Олюшин, А. Ю. Улитин, В. Г. Нездоровина, Д. А. Гуляев. Сотрудники Нейрохирургического отделения № 2 Института предоставили два доклада (В. Г. Нездоровина и др.), Отделения хирургии сосудов головного мозга – пять докладов (А. Е. Петров, Л. В. Рожченко, С. Д. Раджабов, В. В. Бобинов и др.), Отделения и лаборатории нейроонкологии – четыре доклада (В. Е. Олюшин, А. Ю. Улитин, К. К. Куканов, В. В. Орехова, Ю. М. Забродская), Отделения детской нейрохирургии – три доклада (А. В. Ким, В. П. Иванов и др.). Один доклад сделан сотрудниками Нейрохирургического отделения № 1 (А. Ю. Орлов, А. С. Назаров и др.), один доклад – сотрудниками Отделения реабилитации (Е. Н. Жарова и др.), два доклада – сотрудниками Нейрохирургического отделения № 5 (Д. А. Гуляев и др.).

В решении съезда определены приоритетные направления развития нейрохирургии на следующие три года:

- совершенствование функциональной нейрохирургии;
- совершенствование хирургического, комбинированного и комплексного лечения нейроонкологических больных;



- разработка клинических рекомендаций по различным разделам нейрохирургии;
- создание современной рабочей группы по радиотерапии и радиохирургии совместно с Ассоциацией нейрохирургов России и Ассоциацией онкологов России;
- разработка идей и поиск решений совместно с инженерными и конструкторскими органи-

зациями для создания и внедрения в практику отечественных диагностических и интраоперационных систем, аппаратов и расходных материалов для обеспечения современного технологического уровня нейрохирургической помощи.

По заключению работы Съезда были вынесены следующие постановления:

- Правлению Ассоциации нейрохирургов России разработать научные и практические критерии скрининга и хирургического лечения бессимптомных аневризм и артериовенозных мальформаций;
- Правлению Ассоциации нейрохирургов России разработать основные направления реализации программы ординатуры по специальности «Нейрохирургия» с трехлетней подготовкой;
- признать удовлетворительной работу редакционных коллегий журналов «Вопросы нейрохирургии», «Нейрохирургия», «Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова»;
- утвердить персональный состав Правления Ассоциации нейрохирургов России в составе 33 человек, в который были избраны следующие сотрудники Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова: профессор РАН Константин Александрович Самочерных, профессор Наталья Евгеньевна Иванова, профессор Алексей Юрьевич Улитин, профессор Дмитрий Александрович Гуляев;
- провести следующий XI съезд нейрохирургов России в городе Нальчике в 2027 г.

Главный редактор  
доктор медицинских наук, профессор,  
заслуженный врач России  
**В. Е. Олюшин**

EDN: LNJIMO

УДК 616.833-001.4

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_10



## РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ МАЛОБЕРЦОВОГО НЕРВА

**Алина Юрьевна Воеводкина<sup>1</sup>**

✉alina.voevodkina@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7449-7388, SPIN-код: 5686-8756

**Александр Сергеевич Назаров<sup>1</sup>**

nazarow\_alex@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5727-5991, SPIN-код: 5113-3327

**Юрий Владимирович Беляков<sup>1</sup>**

yv.belyakov@yaboo.com, orcid.org/0000-0001-8772-5781, SPIN-код: 6839-0284

**Екатерина Анатольевна Олейник<sup>1</sup>**

ek\_oleynik@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7559-1499, SPIN-код: 8367-3643

**Андрей Юрьевич Орлов<sup>1</sup>**

orloff-andrei@mail.ru, 0000-0001-6597-3733, SPIN-код: 4018-1328

<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)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Рассмотрены возможности хирургического лечения заболеваний и повреждений малоберцового нерва, которые основываются на анализе комплексного обследования и хирургического лечения 143 пациентов за 2009–2020 гг., оперированных в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова».

**ЦЕЛЬ.** Оценить возможности оперативного лечения заболеваний и повреждений малоберцового нерва.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Среди пациентов преобладали мужчины (60,3 %) в возрастной группе от 21 до 50 лет (48 %). Компрессионно-ишемические невропатии малоберцового нерва (КИНМН) выявлены в 41 (28,7 %) наблюдении, опухоли малоберцового нерва – в 7 (4,9 %) случаях, закрытые тракционные повреждения (ЗТПМН) малоберцового нерва (вывих в коленном суставе) отмечены у 22 (15,4 %) больных, открытые ранения малоберцового нерва – в 31 (21,6 %), невропатии малоберцового нерва в результате закрытых повреждений (НМНРЗП) – в 31 (21,6 %) случае.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Изучены варианты оперативного лечения в зависимости от этиологии поражения малоберцового нерва. После проведенного хирургического лечения и обработки полученных результатов анализ показал, что значимый регресс неврологической симптоматики и улучшение показателей электронейромиографии (ЭНМГ) в ближайшем постоперационном периоде выявлен в группах больных с опухолями малоберцового нерва и КИНМН ( $p < 0,01$ ), в отличие от групп больных с ЗТПМН, открытыми ранениями малоберцового нерва, где результаты появляются не ранее, чем через 6 месяцев после оперативного лечения. И вполне сопоставимы с результатами лечения больных с НМНРЗП. Болевой синдром схож с таковым при поражении корешка спинномозговых нервов на уровне позвонка L5 при латеральном стенозе. Тщательное клиническое обследование с проверкой симптома Тинеля на уровне головки малоберцовой кости и проведением теста повторного разгибания в голеностопном суставе позволяет правильно поставить диагноз перонеальной дисфункции и, соответственно, снижает частоту неэффективных хирургических вмешательств на поясничном отделе позвоночника. Предложенная методика при выраженному диастазе малоберцового нерва после иссечения внутриствольных невром (патент РФ № 2766800 от 15.03.2022) является эффективным методом хирургического лечения.

**Ключевые слова:** малоберцовый нерв, невропатии, опухоль оболочки периферического нерва, доступ

**Для цитирования:** Воеводкина А. Ю., Назаров А. С., Беляков Ю. В., Олейник Е. А., Орлов А. Ю. Результаты хирургического лечения заболеваний и повреждений малоберцового нерва // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 10–17. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_10.

### ASPECTS OF SURGICAL TREATMENT OF DISEASES AND INJURIES OF THE PERONEAL NERVE

**Alina Yu. Voevodkina<sup>1</sup>**

✉alina.voevodkina@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7449-7388, SPIN-code: 5686-8756

**Alexander S. Nazarov<sup>1</sup>**

nazarow\_alex@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5727-5991, SPIN-code: 5113-3327

**Yuri V. Belyakov<sup>1</sup>**

yv.belyakov@yaboo.com, orcid.org/0000-0001-8772-5781, SPIN-code: 6839-0284

**Ekaterina A. Oleynik<sup>1</sup>**

ek\_oleynik@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7559-1499, SPIN-code: 8367-3643

**Andrey Yu. Orlov<sup>1</sup>**

orloff-andrei@mail.ru, 0000-0001-6597-3733, SPIN-code: 4018-1328

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

## Abstract

**INTRODUCTION.** The paper considers the possibilities of surgical treatment of diseases and injuries of the peroneal nerve, which are based on the analysis of a comprehensive examination and surgical treatment of 143 patients with injuries and diseases of the peroneal nerve in 2009–2020 operated in Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre.

**AIM.** To evaluate the possibilities of surgical treatment of diseases and injuries of the peroneal nerve.

**MATERIALS AND METHODS.** Among the patients, men predominated 60.3% in the age group from 21 to 50 years (48 %). Compressive-ischemic neuropathies of the peroneal nerve (CIMN) were detected in 41 (28.7 %) cases, space-occupying lesions of the peroneal nerve were detected in 7 (4.9 %) cases, closed traction injuries (CIMN) of the peroneal nerve (dislocation in the knee joint) were noted in 22 (15.4 %) patients, open injuries of the peroneal nerve were detected in 31 (21.6 %) cases, neuropathy of the peroneal nerve as a result of closed injuries (NMNRD) in 31 (21.6 %) cases.

**RESULTS.** The variants of surgical treatment depending on the etiology of the peroneal nerve lesion were studied. After the surgical treatment and processing of the obtained results, the analysis showed that a significant regression of neurological symptoms and an improvement in ENMG parameters in the immediate postoperative period was detected in groups of patients with tumors of the peroneal nerve and CINMN ( $p<0.01$ ), in contrast to the groups of patients with MTMT, open injuries of the peroneal nerve where the results appear no earlier than 6 months after surgical treatment. And they are quite comparable with the results of treatment of patients with NMNRD. The pain syndrome is similar to that in lesions of the spinal nerve root at the level of the L5 vertebra in lateral stenosis. A thorough clinical examination with Tinel's sign at the level of the fibular head and an ankle re-extension test allows a correct diagnosis of peroneal dysfunction and, accordingly, reduces the incidence of ineffective surgical interventions on the lumbar spine. The proposed technique for severe diastasis of the peroneal nerve after excision of intratruncal neuromas (patent RF No. 2766800 dated March 15, 2022) is an effective method of surgical treatment.

**Keywords:** peroneal nerve, neuropathies, peripheral nerve sheath tumor, access

**For citation:** Voevodkina A. Yu., Nazarov A. S., Belyakov Yu. V., Oleynik E. A., Orlov A. Yu. Aspects of surgical treatment of diseases and injuries of the peroneal nerve. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):10–17. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_10.

## Введение

Согласно информации, отраженной в литературных источниках по соответствующей тематике, в случае травмы нижних конечностей наиболее часто страдает малоберцовый нерв. Указанное обстоятельство обуславливается специфическими анатомическими особенностями нерва. Диаметр малоберцового нерва за счет толщины миелиновой оболочки больше, чем большеберцового нерва. При травме, в первую очередь, поражению подвергаются нервы, имеющие более толстую миелиновую оболочку, которые нуждаются в повышенной метаболической поддержке и менее стойки к аноксии. По этой причине, согласно результатам опубликованных работ, электропроводимость сначала пропадает в мышечных во-

локнах, которые иннервируются малоберцовым нервом [1].

Впервые компрессию малоберцового нерва на уровне головки малоберцовой кости упомянул в своем научном труде H. W. Wolman. Еще в 1929 г. в своей исследовательской работе он отразил клинические случаи появления перонеальной невропатии у лиц, которые в течение продолжительного периода пребывают сидя или в положении «нога на ногу».

Спустя некоторое время, в 1934 г., специалисты-клиницисты из Франции Walter S. de. Séze, de Blondin и G. Guillain в своей работе привели описание схожих случаев у людей, которые по виду своей работы были вынуждены в течение продолжительного периода пребывать в статичном положении. Результаты осуществлен-

ных ими изысканий говорят о том, что часто диагностируется двухсторонняя или односторонняя невропатия малоберцового нерва, обусловленная фактом продолжительного нахождения в статичном положении [2, 3]. Рассматриваемый синдром обозначается как «профессиональная» патология – невропатия малоберцового нерва (синдром Гийена-де Сеза – де Блондена – Вальтера).

Анатомической особенностью фибулярного канала является то, что крыша его образуется началом длинной малоберцовой мышцы и межмышечной перегородкой, верхняя порция арки прикрепляется к головке малоберцовой кости, а нижняя – к ее боковой поверхности. Зачастую малоберцовый нерв подвергается поражению по типу туннельной (ишемической, компрессионной) невропатии, которая возникает в случае компрессии нерва в фиброзно-мышечном или фиброзно-костном канале вследствие влияния со стороны внешней среды. Либо нервно-сосудистый пучок сдавливается на данном уровне вследствие активного и продолжительного сближения бедренной двуглавой мышцы с головкой малоберцовой кости. Факторы-первопричины дистрофических и фиброзных трансформаций анатомических стенок канала многообразны и подразделяются на локальные (местные) и общие [4].

Факторы из категории «общие» включают в себя болезни, появление которых обуславливает пролиферацию или разбухание соединительно-тканевых структур: сахарный диабет, полимиозит, склеродермия в системной форме, подагра, остеохондроз, артрит ревматоидного типа и т. д.

Факторы из категории «локальные» включают в себя вывихи и переломы суставных и костных элементов, сдавливания и ушибы мягких тканевых структур с продолжительной фиксацией повязкой с гипсом и гиподинамией, либо продолжительное нахождение в статичном положении (сон в неправильном положении, позиция «нога на ногу» и т. д.).

Согласно результатам исследовательской работы Ф. А. Хабирова, разного рода повреждения малоберцового нерва диагностируются примерно у 61 % лиц, которые были подвергнуты хирургическим операциями, иммобилизации шинами и повязками с гипсом [3]. Лишь

в 31 % ситуаций факт деструктивного преобразования нерва появляется в момент получения травмы, являющейся первичной. В 8,5 % проанализированных ситуаций момент получения первичной травмы остался невыясненным.

Цель исследования – оценить возможности хирургического лечения заболеваний и повреждений малоберцового нерва.

## Материалы и методы

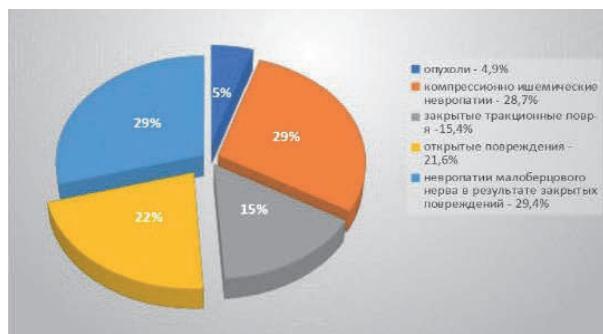
Работа основывается на анализе комплексного обследования и хирургического лечения 143 пациентов с повреждениями и заболеваниями малоберцового нерва за 2009–2020 гг., оперированных в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова».

Критериями включения в исследование являлись возраст от 18 лет и старше, заболевания и повреждения малоберцового нерва от места разделения седалищного нерва на малоберцовую и большеберцовую порции (нижняя треть бедра до деления малоберцового нерва на поверхностную и глубокую ветви (средняя треть голени)). Среди пациентов преобладали мужчины (60,3 %) в возрастной группе от 21 до 50 лет (48 %).

Компрессионно-ишемические невропатии малоберцового нерва (КИНМН) выявлены в 41 (28,7 %) наблюдении, объемные образования малоберцового нерва – в 7 (4,9 %) случаях, закрытые тракционные повреждения (ЗТПМН) малоберцового нерва (вывих в коленном суставе) отмечены у 22 (15,4 %) больных, открытые ранения малоберцового нерва были выявлены в 31 (21,6 %), невропатии малоберцового нерва в результате закрытых повреждений (НМНРЗП) – в 31 (21,6 %) случае (рис. 1).

При комплексном обследовании в 20,28 % случаях был выявлен синдром полного, а в 79,71 % – синдром частичного нарушения проводимости по малоберцовому нерву.

Манифестация заболевания у всех групп больных проявлялась двигательными нарушениями в 73,68 % случаев, чувствительными нарушениями в 18,42 % случаев, трофических нарушений нами отмечено не было.

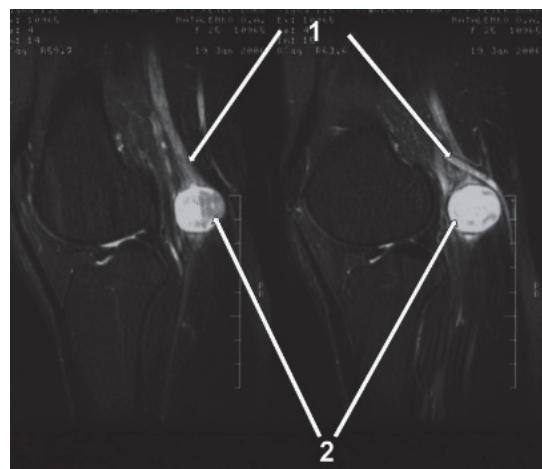


**Рис. 1.** Структура заболеваний и повреждений малоберцового нерва

**Fig. 1.** The structure of diseases and injuries of the peroneal nerve

Всем больным проведено комплексное клинико-неврологическое обследование с выполнением электронейромиографии (ЭНМГ), ультразвукового исследования (УЗИ) нервов. Магнитно-резонансную томографию (МРТ) проводили только больным с объемными образованиями малоберцового нерва (рис. 2).

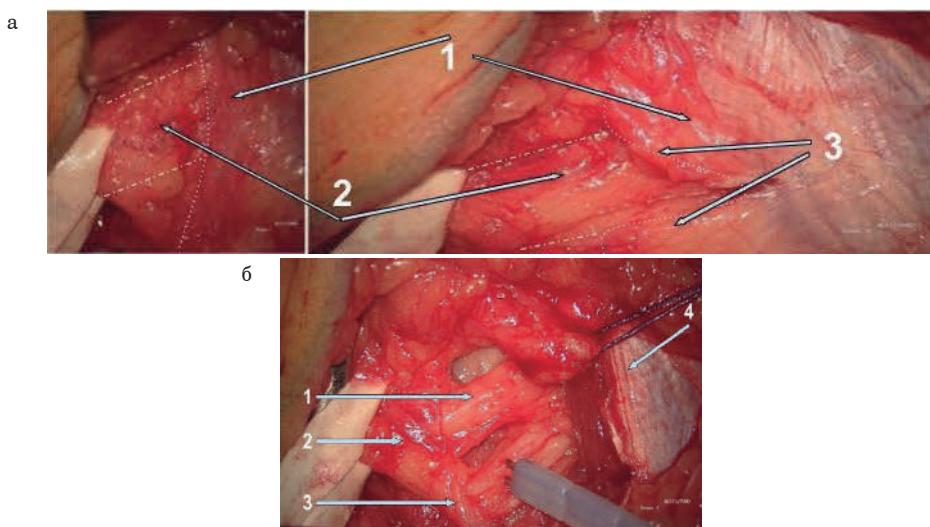
Показаниями к хирургическому лечению считали наличие болевого синдрома, подтвержденный анатомический перерыв нерва, объемное образование со сдавлением нервного ствола, синдром полного или глубокого нарушения проводимости по малоберцовому нерву.



**Рис. 2.** МРТ-снимок. Опухоль малоберцового нерва в подколенной области: 1 – малоберцовый нерв; 2 – опухоль малоберцового нерва.

**Fig. 2.** Tumor of the peroneal nerve in the popliteal region: 1 – peroneal nerve; 2 – tumor of the peroneal nerve

Выполняли следующие виды микрохирургических операций: при компрессионно-ишемических невропатиях – декомпрессию нерва с рассечением стенок туннеля, микрохирургический невролиз, заканчивали операцию пластикой сухожилий, образующих туннель по предложенной в институте методике (патент на изобретение РФ № 2445036 от 2012 г.) (рис. 3).



**Рис. 3.** Интраоперационное фото. Малоберцовый нерв компримирован сухожилием перонеальной мышцы: 1 – сухожилие перонеальных мышц; 2 – малоберцовый нерв; 3 – края рассеченного сухожилия (а). Выполнена декомпрессия малоберцового нерва. Выполнение электрофизиологического контроля по ветвям малоберцового нерва: 1 – поверхностная ветвь малоберцового нерва; 2 – малоберцовый нерв; 3 – глубокая ветвь малоберцового нерва; 4 – сухожилие перонеальных мышц после пластики (б)

**Fig. 3.** Intraoperative photo. The peroneal nerve is compressed by the tendon of the peroneal muscle: 1 – tendon of peroneal muscles; 2 – peroneal nerve; 3 – the edges of the dissected tendon (a). Performed decompression of the peroneal nerve. Performing electrophysiological control along the branches of the peroneal nerve: 1 – superficial branch of the peroneal nerve; 2 – peroneal nerve; 3 – deep branch of the peroneal nerve; 4 – tendon of peroneal muscles after plastic (б)

При закрытом тракционном повреждении основными типами операций являлись микрохирургический невролиз с иссечением внутри стволовой невромы с последующим швом нерва. Причем во время операции обязательно УЗИ-исследование для определения протяженности и выраженности внутри стволовой невромы. При выраженном диастазе малоберцового нерва после иссечения внутристволовых невром выполняли перемещение малоберцового нерва по предложенной методике (патент РФ № 2766800 от 15.03.2022) [5]. При открытых повреждениях малоберцового нерва выполняли микрохирургический эпиневральный шов малоберцового нерва. При наличии объемных образований – «вылущивание опухоли» с сохранением анатомической целостности малоберцового нерва (рис. 4).

Катамнез прослежен у 40 пациентов. В 96 % случаев наблюдалась положительная динамика в виде регресса болевого синдрома, восстановления двигательных нарушений – в 94 %, чувствительных нарушений – в 80 % случаев. Неудовлетворительные результаты лечения были связаны в основном с длительным анамнезом заболевания до операции и наличием грубых мышечных атрофий вследствие полного нарушения проводимости по нервному стволу. При отсутствии положительной динамики после проведения хирургического лечения в течение 1,5–2 лет, подтвержденном данными ЭНМГ, выполняли реконструктивные операции по транспозиции сухожилий.

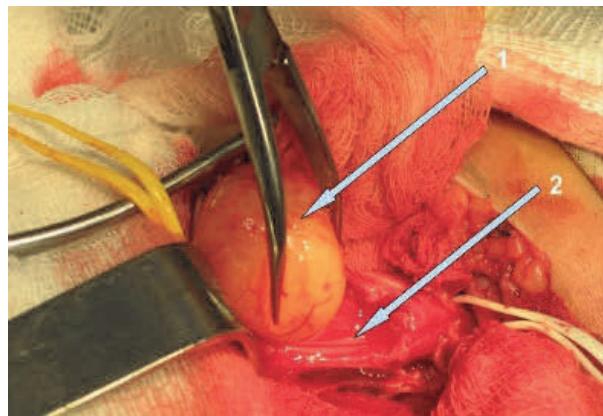


Рис. 4. Интраоперационное фото. Вылущивание объемного образования из малоберцового нерва: 1 – опухоль нерва; 2 – разволокненный нерв

Fig. 4. Intraoperative photo. Exfoliation of a mass formation from the peroneal nerve: 1 – nerve tumor; 2 – torn nerve

Для статистической обработки было выделено пять групп сравнения в зависимости от варианта поражения малоберцового нерва. Основными критериями сравнения были нарушение мышечной силы, определяемое по 5-балльной шкале, принятой в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова», и степень нарушения проводимости нерва, определяемая на основании данных электромиографии.

Градацию проводили по четырем степеням (разработана в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова»): 0 – мышечная сила 5 б, отсутствие нарушения проводимости по данным ЭНМГ; 1 – мышечная сила от 4–5 баллов, частичное нарушение проводимости по данным ЭНМГ; 2 – мышечная сила 2–3 балла, глубокое нарушение проводимости по данным ЭНМГ; 3 – мышечная сила 0–1 балл, полное нарушение проводимости по данным ЭНМГ. Дополнительными критериями сравнения являлись этиология возникновения повреждения или заболевания малоберцового нерва, уровень повреждения, метод оперативного вмешательства.

Результаты оценивали на нормальность распределения и подвергали статистическому анализу для парных независимых групп с помощью критерия Краскела – Уоллиса и Хиквадрата в программе Statistica 10. Используемые системой методы статистического анализа не требуют специального контроля достаточности количества наблюдений, все допустимые оценки и заключения делаются при автоматическом учете фактически имеющихся данных.

Критерием статистической достоверности получаемых выводов мы считали общепринятую в медицине величину  $P < 0,05$ . При этом устойчивый вывод о наличии или отсутствии изменений нами формулировался тогда, когда мы имели сходные по сути результаты по всему набору применяющихся критериев.

## Результаты исследования

Анализ материала выявил статистически значимые различия ( $p<0,01$ ) в группах. Во 2-й группе больных (опухоли малоберцового нерва) до операции – 0–1 степень градации, в 1-й группе (КИНМН) – 2–3 степень градации, в 3 группе (ЗТПМН) – 3 степень градации, в 4-й группе (открытые ранения малоберцового нерва) – 3 степень градации, в 5-й группе (НМНРЗП) 2–3 степень градации.

Осуществлена аналитическая работа после оперативной терапии и переработки сформированных итогов. Ее результаты свидетельствуют о том, что существенное улучшение ЭНМГ-индикаторов и регресс симптоматических проявлений неврологического порядка в краткосрочном периоде после хирургического вмешательства были отмечены в общности пациентов с разного рода опухолями МН и ишемическими компрессионными невропатиями МН ( $P<0,01$ ), по сравнению с общностью пациентов, страдающих тракционными закрытыми повреждениями МН, имеющих ранения (открытые) МН, где значимые итоги возникают, как минимум, спустя полгода после хирургического вмешательства. И вполне сравнимы с итогами терапии пациентов с невропатиями МН вследствие повреждений закрытого типа.

Из приведенной выше информации следует, что НМНРЗП, КИНМН и опухоли нервов периферического типа обладают значимыми для статистики лучшими индикаторами восстановления после хирургического вмешательства, в сравнении с открытymi повреждениями малоберцового нерва, а особенно с закрытыми тракционными повреждениями малоберцового нерва. Анализ клинической картины и выполненных оперативных вмешательств выявил минимальные и клинически не значимые расхождения, которые можно обозначить как погрешность метода.

## Обсуждение

Заболевания и повреждения малоберцового нерва зачастую имеют непосредственную связь с разного рода расстройствами двигательных функций. В более редких ситуациях они касаются нарушений чувствительности и болевого синдрома.

Операция в обязательном порядке должна проводиться с адекватным и соответствующим анестезиологическим обеспечением, ультразвуковым исследованием и электрофизиологическим мониторингом, а также с конкретизацией уровня повреждения, решением вопроса о реконструкции нервного ствола, с пластикой туннельных стенок в целях предотвращения возникновения компрессии МН в рамках фибулярного канала.

В 2011 г. M. G. Zywiel совместно с соавторами сформулировали описание симптоматических проявлений дисфункции перонеального типа:

- дизестезия или болезненные ощущения в ходе разгибания/сгибания нижней конечности в колене;
- обширное распространение болезненных ощущений по поверхности сбоку голени, а также по тыльному участку стопы;
- симптоматика, появляющаяся в процессе осуществления двигательных действий, обладает преходящим характером;
- положительный признак-симптом Тинеля в рамках уровня имеющейся у малоберцовой кости головки.

Van Langenhove совместно с учеными-соавторами осуществили диагностику более 300 пациентов с плегией в ходе сгибания/разгибания сустава голеностопного типа. Среди них поражение МН выявлено у 31 % испытуемых, радикулопатия у спинномозговых нервов корешка на позвонковом уровне L5 – у 19,7 % больных.

В случае классического формата невропатии МН существование выраженных расстройств двигательной функции и чувствительности, характерных для анализируемой патологии, в комбинации с положительным признаком-симптомом Тинеля, упрощает диагностическую процедуру. Корректность конечного диагноза в дополнительном порядке может подтверждаться с помощью УЗИ и ЭНМГ.

Во многих ситуациях невропатию МН ошибочно рассматривают в качестве стеноза поясничного типа, что обуславливается существованием перемежающейся хромоты. Такой диагноз является причиной осуществления не имеющих никакой эффективности декомпрессивных хирургических вмешательств на позвоночном столбе [7–10].

K. Kim et al. представили подробное описание факта, приведшего к успеху невролиза МН у больного с невропатией МН, которому прежде проведено два декомпрессивных хирургических вмешательства на позвоночно-поясничном отделе, которые не дали никакого эффекта [7].

N. Iwamoto et al. в 2016 г. указали, что из 18 проdiagностированных больных у 8 (44,4 %) в анамнезе отмечались не приведшие к положительному результаты декомпрессионные хирургические вмешательства на позвоночном столбе [6].

Из приведенной выше информации следует, что знание сущности и специфики невропатии имеет особую значимость для экспертов в спинально-нейрохирургической сфере: с его помощью можно своевременно определить таких пациентов и воздержаться от осуществления неэффективных хирургических вмешательств на поясничном отделе позвоночного столба.

## Заключение

Основная часть повреждений и патологий МН потенциально представляются курабельными, и, при условии своевременной и адекватной операции, при них существует положительный прогноз.

При постановке четкого диагноза относительно повреждения МН в условиях существования у больного классической клинической картины (расстройство двигательной функции и чувствительности, положительный признак-симптом Тинеля и отклонения электрофизиологического плана), как правило, не возникает никаких проблем. Но для подбора подходящего методологического подхода к операции, при учете фактора этиологического порядка, предполагается применение, в том числе, лучевых диагностических методик (МРТ, УЗИ).

Что касается болезненных ощущений, то они имеют сходство с болевым синдромом, отмечающимся при поражении корешка спинномозговых нервов в рамках уровня позвонка L5 в случае наличия стеноза латерального типа.

При выраженном диастазе малоберцового нерва после иссечения внутриствольных нервов эффективным является выполнение перемещения малоберцового нерва по предло-

женной методике (патент РФ № 2766800 от 15.03.2022).

**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 № 122041900091-1 «Разработка дифференцированных алгоритмов хирургического лечения нейрогенных опухолей спинного мозга и нервных сплетений». **Financing.** The work was carried out within the framework of the state assignment No. 122041900091-1 “Development of differentiated algorithms for the surgical treatment of neurogenic tumors of the spinal cord and nerve plexuses”.

**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. Мозолевский Ю. В., Баринов А. Н. Комплексное лечение тоннельных невропатий нижних конечностей // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2013. № 4. С. 10–20. [Mozolevsky Yu. V., Barinov A. N. Combination treatment fortunnel neuropathies of the lower extremities. Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika = Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2013;(4):10–20. (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2013-2449>. Патент РФ на изобретение № 2766800 от 15.03.2022. Способ перемещения малоберцового нерва в верхней трети голени / Орлов А. Ю., Назаров А. С., Кудзинев А. В., Беляков Ю. В., Олейник Е. А. Патентообладатель ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова». 2022. Бюл. № 8. [ Patent for the invention RF No. 2766800. Method for movement of peroneal nerve in upper one-third of shin; Orlov A. Yu., Nazarov A. S., Kudzinev A. V., Belyakov Yu. V., Oleynik E. A.; Patent holder of the Federal State Budgetary Institution “NMITs named after V. A. Almazov” 03.15.2022. 2022. Bull. No. 8. (In Russ.)].
2. Хабиров Ф. А. Клинические варианты перонеальной невропатии // Практ. мед. 2014. № 2 (78). С. 7–16. [Khabirov F. A. Clinical variants of peroneal neuropathy. Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine. 2014;(78):7–16. (In Russ.)]. END: SAHSBP.
3. Desai J. Common peroneal nerve palsy in maxillofacial surgery setting. Natl J Maxillofac Surg. 2017;8(1):85. Doi: [https://doi.org/10.4103/njms.njms\\_16\\_16](https://doi.org/10.4103/njms.njms_16_16).
4. Iwamoto N., Isu T., Chiba Y. Clinical feathers and treatment of peroneal nerve entrapment neuropathy. No Shinkei Geka. 2015;(43):309–316. Doi: <https://doi.org/10.11477/mf.1436203012>.
5. Iwamoto N., Kim K., Isu T., Chiba Y., Morimoto D., Isobe M. Repetitive Plantar Flexion Test as an Adjunct Tool for the Diagnosis of Common Peroneal Nerve Entrapment

- Neuropathy. *World Neurosurgery*. 2016;(86):484–489. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.09.080>.
6. Kitamura T., Morimoto D., Kim K., Morita A. Peroneal nerve entrapment neuropathy induced by playing the drum. *Acta Neurochir*. 2016;158(5):967–968. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-016-2770-z>.
  7. Myers R. J., Murdock E. E., Farooqi M., Van Ness G., Crawford D. C. A Unique Case of Common Peroneal Nerve Entrapment. *Orthopedics*. 2015;38(7). Doi: <https://doi.org/10.3928/01477447-20150701-91>.
  8. Morimoto D., Isu T., Kim K. Microsurgical Decompression for Peroneal Nerve Entrapment Neuropathy. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2015;55(8):669–673. Doi: <https://doi.org/10.2176/nmc oa.2014-0454>.
  9. Swong K., Freeman D., McCoy M. Common Peroneal Nerve Neuroplasty at Lateral Fibular Neck. Part I: Anatomy, Clinical Presentation, and Electrophysiology. *Contemporary Neurosurgery*. 2017;39(12):1–5. Doi: <https://doi.org/10.1097/01.cne.0000524413.97885.76>.

### Сведения об авторах

Алина Юрьевна Воеводкина – врач-нейрохирург, аспирант по специальности «Нейрохирургия» 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);

Александр Сергеевич Назаров – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, заведующий Отделением нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы Российской 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);

Юрий Владимирович Беляков – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы Российской научно-исследовательского нейрохирургического

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

Екатерина Анатольевна Олейник – кандидат медицинских наук, врач-невролог, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы Российской 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);

Андрей Юрьевич Орлов – доктор медицинских наук, врач-нейрохирург, руководитель научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы Российской 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).

### Information about the authors

Alina Yu. Voevodkina – Neurosurgeon, Postgraduate Student in Neurosurgery, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Alexander S. Nazarov – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Senior Researcher at the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, Head at the Department of Neurosurgery of the Spine And Peripheral Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Yuriy V. Belyakov – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Researcher at the Research Laboratory of Neurosurgery

of the Spine and Peripheral Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Ekaterina A. Oleynik – Cand. of Sci. (Med.), Neurologist, Senior Researcher at the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Andrey Yu. Orlov – Dr. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Head at the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: LCYXVT

УДК 616.853

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_18



## ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОИСКА ГЕНОВ, СВЯЗАННЫХ С РАННЕЙ ИНФАНТИЛЬНОЙ ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ

**Александр Павлович Герасимов<sup>1</sup>**

✉ APGerasimow@rambler.ru, orcid.org/0000-0001-9787-8132, SPIN-код: 9108-9354

**Иван Юрьевич Юров<sup>2-4</sup>**

ivan.iourov@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4134-8367, SPIN-код: 8022-7818

**Всеслав Всеволодович Ушанов<sup>1</sup>**

ushanov.vseslav@mail.ru, orcid.org/0000-0002-4091-7396, SPIN-код: 3427-0758

**Евгений Робертович Баранцевич<sup>5</sup>**

professorerb@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3804-3877, SPIN-код: 9715-2844

**Оксана Сергеевна Куринная<sup>2,3</sup>**

kurinnaiaos@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7087-3929, SPIN-код: 4926-2854

**Кирилл Сергеевич Васин<sup>2,3</sup>**

vasin-ks@rambler.ru, orcid.org/0000-0002-2799-3706, SPIN-код: 2441-8820

**Юлия Михайловна Забродская<sup>1,6</sup>**

zabtjulia@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-6206-2133, SPIN-код: 8571-3190

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

samochernykh\_ka@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0003-0350-0249, SPIN-код: 4188-9657

**Наталья Евгеньевна Иванова<sup>1</sup>**

ivamel@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-2790-0191, SPIN-код: 1854-7827

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197341)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр психического здоровья» (Каширское шоссе, д. 34, Москва, Российская Федерация, 115522)

<sup>3</sup> Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии имени академика Ю. Е. Вельтищева федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Рахмановский пер., д. 3, Москва, Российская Федерация, 127994)

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 125993)

<sup>5</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Льва Толстого, д. 6-8, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197022)

<sup>6</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 191015)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** По данным Всемирной организации здравоохранения, эпилепсия является одним из наиболее распространенных неврологических заболеваний. Согласно классификации ILAE 2017 г., ранние инфантильные эпилептические энцефалопатии являются генерализованной генетической эпилепсией. Они представляют собой клинически и ге-

нетически гетерогенную группу возраст-зависимых неврологических заболеваний, характеризующихся началом рефрактерных припадков в младенчестве или раннем детстве, задержкой развития и неблагоприятным прогнозом. Современные генетические методы позволили более конкретно охарактеризовать эти клинически определяемые состояния на молекулярном уровне.

**ЦЕЛЬ.** Создание модели поиска генов, связанных с патологическим процессом, на примере ранней инфантильной эпилептической энцефалопатии.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Выполнено исследование ранней инфантильной эпилептической энцефалопатии с позиций системной геномики. В качестве основного инструмента поискового ресурса использовалась общедоступная база данных OMIM (данные, актуальные на июль 2024 г.). Произведен анализ успешности предсказания цитогенетических локусов и функциональных групп новых генов.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** За 2,5 года описано 17 новых вариантов ранней инфантильной эпилептической энцефалопатии. В 94 % случаев их гены соответствовали ранее опубликованным нами функциональным группам. В 53 % случаев гены новых форм находились в тех же локусах, что и ранее известные гены. Новые данные позволили уточнить границы «горячих» цитогенетических локусов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Полученные данные подтверждают высокую эффективность разработанной предсказательной модели. Проверка новыми данными показала соответствие по физиологическим механизмам 94 % и по цитогенетическим локусам 53 %. Данная модель может быть применена и к другим нозологическим группам.

**Ключевые слова:** ранние инфантильные эпилептические энцефалопатии, цитогенетика, функциональная геномика, предсказательная модель

**Для цитирования:** Герасимов А. П., Юров И. Ю., Ушанов В. В., Баранцевич Е. Р., Куринная О. С., Васин К. С., Забродская Ю. М., Самочерных К. А., Иванова Н. Е. Прогностическая модель поиска генов, связанных с ранней инфантильной эпилептической энцефалопатией // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 18–25. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_18.

## A PROGNOSTIC MODEL FOR SEARCHING GENES ASSOCIATED WITH DEVELOPMENTAL AND EPILEPTIC ENCEPHALOPATHY

**Alexandr P. Gerasimov<sup>1</sup>**

✉APGerasimov@rambler.ru, orcid.org/0000-0001-9787-8132, SPIN-code: 9108-9354

**Ivan Yu. Iourov<sup>2-4</sup>**

ivan.iourov@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4134-8367, SPIN-code: 8022-7818

**Vseslav V. Ushanov<sup>1</sup>**

ushanov.vseslav@mail.ru, orcid.org/0000-0002-4091-7396, SPIN-code: 3427-0758

**Evgeny R. Barantsevich<sup>5</sup>**

professorerb@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3804-3877, SPIN-code: 9715-2844

**Oksana S. Kurinnaya<sup>2,3</sup>**

kurinnayaos@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7087-3929, SPIN-code: 4926-2854

**Kirill S. Vasin<sup>2,3</sup>**

vasin-ks@rambler.ru, orcid.org/0000-0002-2799-3706, SPIN-code: 2441-8820

**Yulia M. Zabrodskaya<sup>1,6</sup>**

zabrjulia@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-6206-2133, SPIN-code: 8571-3190

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

samochernykh\_ka@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0003-0350-0249, SPIN-code: 4188-9657

**Natalya E. Ivanova<sup>1</sup>**

ivamel@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-2790-0191, SPIN-code: 1854-7827

<sup>1</sup> V. A. Almazov National Medical Research Center (2 Akkuratova street, St. Petersburg, Russian Federation, 197341)

<sup>2</sup> Mental Health Research Center (34 Kashirskoye shosse, Moscow, Russian Federation, 115522)

<sup>3</sup> Veltischev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University (3 Rakhmanovsky lane, Moscow, Russian Federation, 127994)

<sup>4</sup> Russian Medical Academy of Continuous Postgraduate Education (2/1 Barrikadnaya street, building 1, Moscow, Russian Federation, 125993)

<sup>5</sup> Pavlov University (6-8 Lev Tolstoy street, St. Petersburg, Russian Federation, 197022)

<sup>6</sup> North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (41 Kirochnaya street, St. Petersburg, Russian Federation, 191015)

**Abstract**

**INTRODUCTION.** WHO declared epilepsy one of the most common neurological diseases. According ILAE classification developmental and epileptic encephalopathies (DEE) are generalized genetic epilepsy. DEE represent a clinically and genetically heterogeneous group of age-dependent neurologic disorders characterized by onset of refractory seizures in infancy or early childhood with delayed psychomotor development or developmental regression. Advanced genetic methods have enabled more specific delineation of these clinically defined disorders at the molecular level.

**MATERIALS AND METHODS.** We tried to search DEE from positions of system genomics. As the basic instrument of search resource OMIM was used (data current as of July 2024). An analysis of the success of predicting cytogenetic loci and functional groups of new genes was performed.

**RESULTS.** Over 2.5 years, 17 new variants of DEE were described. In 94% of cases, their genes corresponded to the functional groups we had previously published. In 53 % of cases, the genes of new forms were in the same loci as previously known genes. New data allowed us to clarify the boundaries of “hot” cytogenetic loci.

**CONCLUSION.** The obtained data confirm the high efficiency of the developed predictive model. Testing with new data showed 94 % compliance for physiological mechanisms and 53 % for cytogenetic loci. This model can be applied to other nosological groups.

**Keywords:** developmental and epileptic encephalopathy, cytogenetics, functional genomics, predictive model

**For citation:** Gerasimov A. P., Iourov I. Yu., Ushanov V. V., Barantsevich E. R., Kurinnaia O. S., Vasin K. S., Zabrodskaya Yu. M., Samochernykh K. A., Ivanova N. E. A prognostic model for searching genes associated with developmental and epileptic encephalopathy. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):18–25. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_18.

## Введение

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, эpileпсия является одним из наиболее распространенных неврологических заболеваний, которым страдают около 50 млн человек всех возрастов по всему миру. Она имеет бимодальное распределение в зависимости от возраста с пиками в самом раннем возрасте и после 60 лет [1].

Классификация эpileпсий, представленная Всемирной лигой борьбы с эpileпсией (ILAE) в 2017 г., распределает формы заболевания по клиническим типам (фокальная, генерализованная, комбинированная генерализованная и фокальная, неизвестная) и этиологии (структурная, генетическая, инфекционная, метаболическая, иммунная, неизвестная) [2]. Согласно этой классификации, ранние инфантильные эpileптические энцефалопатии являются генерализованной генетической эpileпсией.

Следует отметить особенности русско- и англоязычной терминологии. Общепринятый в русскоязычной литературе термин «ранние инфантильные эpileптические энцефалопатии» является прямым переводом английского «early infantile epileptic encephalopathies» (EIEE). При этом около трех лет назад в англоязычной литературе был введен термин «developmental and epileptic encephalopathies»

(DEE), включивший в себя вышеуказанную группу. В настоящее время данный термин не имеет общепринятого удачного русского перевода. В дальнейшем мы будем использовать аббревиатуру «DEE».

Ранние инфантильные эpileптические энцефалопатии представляют собой клинически и генетически гетерогенную группу возраст-зависимых неврологических заболеваний, характеризующихся началом рефрактерных припадков в младенчестве или раннем детстве. У пациентов наблюдается задержка психомоторного развития или регресс развития, особенно после начала припадков. Прогноз неблагоприятен, классические антиконвульсанты обычно малоэффективны, и даже в условиях относительного контроля над приступами развивается грубая задержка психомоторного и физического развития с инвалидизацией и летальным исходом.

Современные генетические методы позволили более конкретно охарактеризовать эти клинически определяемые состояния на молекулярном уровне, что привело к их классификации как типов DEE на основе генетического дефекта. Однако исторически очерченные клинические варианты по-прежнему часто используются для описания фенотипа, независимо от вовлеченного гена [3–6]. Существуют различные клинические фенотипы (например,

синдромы Отахары, Веста, Драве). Типы наследования различные: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный (чаще всего), сцепленный с X-хромосомой доминантный, сцепленный с X-хромосомой рецессивный.

Методические трудности можно проиллюстрировать кратким описанием DEE1 (308350). У этого заболевания есть альтернативные названия: «early infantile epileptic encephalopathy 1»; «EIEE1»; «infantile spasm syndrome, X-linked 1»; «ISSX1»; «West syndrome, X-linked»; «Ohtahara syndrome, X-linked»; «infantile epileptic-dyskinetic encephalopathy»; «XMESID». Клиническое описание синдрома было опубликовано S. Ohtahara et al. в 1976 г. на японском языке. Фенотип синдрома Веста был опубликован W. J. West, неврологом XIX в., который описал синдром у собственного сына [7].

DEE1 является частью фенотипического спектра расстройств, вызванных мутацией в гене *ARX*, включающего в себя почти непрерывную серию нарушений развития, начиная от гидраненцефалии и лиссэнцефалии (300215) до синдрома Прауда (300004) и Партигтона (309510), DEE1 и задержки психического развития (300419). Ген *ARX* (aristalless-related homeobox, X-linked) расположен на Xp21.3.

Подробнее с описанием DEE1 и ARX можно ознакомиться в OMIM (<https://www.omim.org/entry/308350>, <https://www.omim.org/entry/300382>).

Ранее, в 2022 г., нами была сделана попытка охарактеризовать группу DEE с позиций функциональных групп генов и с учетом цитогенетической локализации [8]. Как частный раздел нами была исследована в аспекте эпилептологии и цитогенетики генетика натриевых каналов [9]. В то же время была показана важность цитогенетической характеристики детской эпилепсии [10].

**Цель** исследования – создание модели поиска генов, связанных с патологическим процессом, на примере ранней инфантильной эпилептической энцефалопатии.

## Материалы и методы

Было выполнено исследование DEE с позиций системной геномики. В качестве основного инструмента поискового ресурса исполь-

зовалась общедоступная база данных OMIM (база данных «Геном человека») [11]. Стандартные запросы: «developmental and epileptic encephalopathy» («DEE»). В качестве дополнительных запросов использовались следующие: «натриевые каналы»; «калиевые каналы»; «кальциевые каналы»; «хлоридные каналы»; «ГАМК (рецептор)»; «глицин (рецептор)»; «NMDA (рецептор)»; «ионная помпа (Na/K-АТФаза)». Направления поиска были распределены между членами научной группы.

Информация была преобразована в базу данных (включая фенотип – номер DEE, номер заболевания по OMIM, тип наследования, название гена, номер гена по OMIM, цитогенетическую локализацию, физиологические функции). Анализ включал в себя физиологические аспекты и взаимодействие между генами и группами генов (зеленая кнопка PheneGene в OMIM). Цитогенетическое расположение генов анализировалось как важный аспект генетического взаимодействия.

Данные OMIM актуальны на июль 2024 г.

Общая методология работы отражена в аналитической публикации консорциума «Cytogenomic epileptology» [12].

Было проведено сопоставление данных, опубликованных нами в начале 2022 г., и новых типов DEE, включенных в OMIM в течение последних 2,5 года. Произведен анализ процентов успешного предсказания цитогенетических локусов и функциональных групп новых генов DEE.

## Результаты исследования

На момент начала нашей работы с данной группой заболеваний в 2017 г. число генетических вариантов ранней инфантильной эпилептической энцефалопатии составляло 59. На начало августа 2024 г. число вариантов DEE с учетом различных форм составляет 118, что показывает двукратный рост за семь лет. В течение трех месяцев с июля по октябрь 2019 г. было опубликовано пять новых форм, в течение декабря 2021 г. – два [13].

Показательная ситуация с синдромом Драве (DEE6), связанным с геном *SCN1A*. Из исходного списка удален ген-модификатор, но сама нозологическая единица разделена на Dravet

syndrome (DEE6A, 607208) и DEE6B, non-Dravet (619317) с более тяжелой симптоматикой.

Также за прошедшие 2,5 года врожденный дефект гликозилирования типа I<sup>s</sup> был объединен с DEE36, а DEE31, связанный с геном *DNM1*, разделили на аутосомно-доминантный DEE31A (616346) и аутосомно-рецессивный DEE31B (620352).

В целом за 2,5 года описано 17 новых вариантов DEE (с 100 по 116) без учета вышеуказанных изменений классификации. В дальнейшем описании гены, связанные с данными «новыми» DEE, будут выделены жирным шрифтом.

Нами были выделены следующие функциональные группы генов:

**ионные каналы:** натриевые – гены SCN1A, SCN2A, SCN3A, SCN8A, SCN1B; калиевые – KCN2A, KCNT2, HCN1, KCNT2, KCNB1, KCNQ1, **KCNC2**, **KCNH5**; кальциевые – CACNA1E, PACS2, CACNA1A, **CACNA2**. Ионные помпы: ATP6V1A, PIGB, ATP1A2, ATP1A3, **ATP6V0A1**;

**медиаторы и рецепторы:** рецепторы NMDA – GRIN2B, GRIN2D, **GRIN1**, **GLUL**, **SLC38A3**, но многие другие гены связаны с этой системой опосредованно; ГАМК – GABRA2, GABRB1, GABRB2, GABRA1, GABRG2, GABBR2, GABRB3, GABRA5, **SLC38A3**, **KCNC2**, **SLC32A1**; глицин – опосредованно через ГАМК и NMDA;

**внутриклеточный сигналинг** (следует учитывать взаимодействие нижеперечисленных систем): ГТФ/ГДФ/ГМФ – DNM1, DENND5A, TBC1D24, ARHGEF9, **DEPDC5**; УТФ/УДФ в сочетании с транспортом глюкозы – UGP2, UGDH, SLC35A2; киназы и фосфорилазы – DOCK7, UGP2, CDK19, NTRK2, PNKP, SIK1, CDKL5, SYNJ1, **MAST3**; кальций-кальмодулиновая система – непосредственно PPP3CA, опосредованно – многие гены; система MTOR – SZT2, DOCK7; система убиквитина – RHOBTB2, UBA5, NEUROD2, **FBXO28**, **UFSP2**, **SNF8**, **FZR1**; система инозитолтрифосфата – PLCB1, ITPA, SYNJ1; мембранные PIG-белки – PIGB, PIGQ, PIGS, PIGP, PIGA;

**спрутинг и синаптогенез, синаптическая пластичность, кортикальная миграция** (более значимы в пренатальном периоде) – DOCK7, CYFIP2, PHACTR1, ACTL6B, SPTAN1, DENND5A, CUX2, PCDH19. Синаптические функции (везикулярный транспорт, нейросекреция, эндоцитоз), более актуальные в постнатальном периоде, – CPLX1, ADAM22, DNM1, NECAP1, DMXL2, AP3B2, NSF, SYNJ1, **SV2A**, **NAPB**;

**транскрипция, трансляция, репарация, пролиферация:** контроль состояния ДНК – CDK19, YWHAG, ACTL6B, CHD2, PNKP; РНК-ассоциированные белки – PARS2, HNRNPU, DALRD3, CELF2, AARS1, EEF1A2;

#### «Горячие» цитогенетические локусы DEE по данным на январь 2022 г. и июль 2024 г.

#### Hot cytogenetic loci of DEE for January 2022 and July 2024

Исходные локусы (январь 2022 г.)	Уточненные локусы (июль 2024 г.)	Число генов	Примечание
1p31.3-1p34.2	1p31.3-1p34.2	4	
2q24.3	2q24.3	3 гена SCN	4 нозологии
2q31.1-2q32.2	2q31.1-2q32.2	3	
	3p22.1-3p21.31	3	Добавлен
4p12	4p12	3 (из них 2 GABR)	
5q33.3-5q34	5q33.3-5q34	4 (из них 3 GABR)	
7q11.23	7q11.23-7q22.11	5	Расширен
9q34.11	9q34.11-9q34.3	5	Расширен
16q21-16q23.2	16q21-16q23.2	3	Нестабильный локус 16q23.2
	17q21.2-17q21.32	3	Добавлен
	19p13.3-19p13.11	3	Добавлен
19q13.11-19q13.33	19q13.11-19q13.33	4	
20q12.13-20q12.33	20q12.13-20q12.33	4	
21q22.11-22q22.3	21q22.11-22q22.3	3	

ферменты, блок которых вызывает DEE (за исключением представленных выше киназ и фосфорилаз), – ST3GAL3, CAD, MDH1, MDH2, GAD1, GOT2;

гены, ассоциированные с митохондриальной функцией, – PARS2, MDH2, SLC25A12, SLC25A22, GOT2, GUF1.

Таким образом, 16 из 17 генов попали в предсказанные функциональные группы (успешность 94 %).

Ранее нами были выявлены и опубликованы «горячие» цитогенетические локусы с высоким представительством генов DEE. При этом новые гены оказались в этих локусах лишь в двух случаях – области 9q34.3 и 19q13.2, что можно объяснить очень узкими границами зон. Однако при учете локусов с как минимум одним геном DEE число совпадений достигает 9 (успешность 53 %). Исходные и скорректированные локусы приведены в таблице.

## Заключение

Полученные данные подтверждают высокую эффективность предсказательной модели для поиска генов DEE. Проверка новыми данными показала соответствие 94 % по физиологическим механизмам. При этом обращает на себя внимание рост числа нозологий, связанных с системой убиквитина. Функциональный подход важен с точки зрения поиска таргетной терапии инкурабельной в данный момент группы заболеваний.

Цитогеномный подход показал эффективность 53 %, однако позволил сделать важный вывод. Наличие даже одного эпилептогенного гена значительно повышает вероятность нахождения эпилептогенных генов поблизости. Предсказанные локусы выдержали проверку, с учетом новых данных три локуса были добавлены и два уточнены из 14. В свою очередь, это подтверждает предположение о функциональной группировке генов в цитогенетические кластеры, т. е. неслучайном их распределении.

Таким образом, показана эффективность предсказательной модели для поиска новых генов ранних инфантильных эпилептических энцефалопатий, основанной на сочетании функционального и цитогенетического подходов.

Данная модель может быть применена и к другим нозологическим группам.

**Благодарности.** Авторы выражают признательность за помощь в поиске информации по генетике ионных каналов и медиаторных систем следующим коллегам: С. И. Галявин (НМИЦ ПН им. В. П. Сербского), А. А. Завражнова, (НМИЦ им. В. А. Алмазова), Е. С. Осколкова, Д. А. Комарова, Д. В. Самусенкова (СЗГМУ им. И. И. Мечникова), М. М. Жуматов, Т. Б.-А. Лобжанидзе, А. А. Шакель, А. С. Охрименко, Е. И. Кишинская, Н. Н. Каландарова, И. О. Ищенко, Н. М. Дячук (СПбГПМУ).

**Acknowledgements.** The authors would like to thank the following colleagues for their assistance in finding information on the genetics of ion channels and mediator systems: S. I. Galiavin (V. Serbsky NMR-SPN), A. A. Zavrazhnova (Almazov National Medical Research Centre), E. S. Oskolkova, D. A. Komarova, D. V. Samusenкова (North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov), M. M. Zhumatov, T. B.-A. Lobzhanidze, A. A. Shakel, A. S. Okhrimenko, E. I. Kishinskaja, N. N. Kalandarova, I. O. Ishchenko, N. M. Dyachuk (St. Petersburg State Pediatric Medical University).

**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 № 123021000127-7 «Разработка новой технологии нейрореабилитации пациентов после хирургического лечения фармакорезистентной эпилепсии». **Financing.** The study is supported by the Government Assignment No. 123021000127-7 “Development of a new technology for neurorehabilitation of patients after surgical treatment of drug-resistant epilepsy”.

**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. World Health Organization. Epilepsy: a public health imperative. 2019. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325293> (дата обращения: 30.07.2024).
2. Scheffer I. E., Berkovic S., Capovilla G., Connolly M. B., French J., Guilhoto L., Hirsch E., Jain S., Mathern G. W., Moshé S. L., Nordli D. R., Perucca E., Tomson T., Wiebe S., Zhang Y. H., Zuberi S. M. ILAE classification of the epilepsies: Position paper of the ILAE Commission for

- Classification and Terminology. *Epilepsia*. 2017;58(4):512–521. Doi: 10.1111/epi.13709.
3. *Auvin S., Cilio M. R., Vezzani A.* Current understanding and neurobiology of epileptic encephalopathies. *Neurobiol Dis*. 2016;92 (Pt A):72–89. Doi: 10.1016/j.nbd.2016.03.007.
  4. *Shbarou R., Mikati M. A.* The Expanding Clinical Spectrum of Genetic Pediatric Epileptic Encephalopathies. *Semin Pediatr Neurol*. 2016;23(2):134–142. Doi: 10.1016/j.spen.2016.06.002.
  5. *Zhou P., He N., Zhang J. W., Lin Z. J., Wang J., Yan L. M., Meng H., Tang B., Li B. M., Liu X. R., Shi Y. W., Zhai Q. X., Yi Y. H., Liao W. P.* Novel mutations and phenotypes of epilepsy-associated genes in epileptic encephalopathies. *Genes Brain Behav*. 2018;17(8):e12456. Doi: 10.1111/gbb.12456.
  6. *Steel D., Symonds J. D., Zuberi S. M., Brunklaus A.* Dravet syndrome and its mimics: Beyond SCN1A. *Epilepsia*. 2017;58(11):1807–1816. Doi: 10.1111/epi.13889.
  7. *Foldvary-Schaefer N., Wyllie E.* Epilepsy. Textbook of Clinical Neurology. 2nd ed.; eds by C. G. Goetz. Philadelphia: Saunders (pub.); 2003, pp. 1167.
  8. Нейротехнологии: коллективная монография / Алексеенко С. В., Бондарко В. М., Васильев В. Н. [и др.]; под ред. Ю. Е. Шелепина и В. Н. Чихмана. СПб.: BBM, 2018. 396 с. [Neurotechnologies: Collective monograph; Alekseenko S. V., Bondarko V. M., Vasiliev V. N. et al.; eds by Yu. E. Shelepin and V. N. Chikhman. SPb.: VVM; 2018. 396 p. (In Russ.)]. EDN: KRKMQM.
  9. Потенциал-зависимые натриевые каналы и их роль в этиопатогенезе эпилепсии / С. И. Галлявин, А. А. Завражнова, А. П. Герасимов [и др.] // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2022. Т. 14, № 1-2. С. 23–28. [Galyavin S. I., Zavrazhnova A. A., Gerasimov A. P. et al. Potential-dependent sodium channels and their role in the etiopathogenesis of epilepsy. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2022;14(1-2):23–28. (In Russ.)]. EDN: BXSR-MA.
  10. *Vorsanova C. G., Demidova I. A., Kurinnaya O. S. и др.* Вариомный анализ геномной патологии у детей с эпилепсией. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022. Т. 14, № 1-2. С. 14–16. [Vorsanova S. G., Demidova I. A., Kurinnaya O. S. et al. Varioma analysis of genomic pathology in children with epilepsy. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2022;14(1-2):14–16. (In Russ.)].
  11. Omin. URL: <https://www.omim.org> (дата обращения: 30.07.2024).
  12. *Iourov I. Y., Gerasimov A. P., Zelenova M. A. et al.* Cytogenomic epileptology. *Mol Cytogenet*. 2023;16(1). Doi: <https://doi.org/10.1186/s13039-022-00634-w>.
  13. *Vetro A., Nielsen H. N., Holm R., Hevner R. F., Parrini E., Powis Z., Møller R. S., Bellan C., Simonati A., Lesca G., Helbig K. L., Palmer E. E., Mei D., Ballardini E., Van Haeringen A., Syrbe S., Leuzzi V., Cioni G., Curry C. J., Costain G., Santucci M., Chong K., Mancini G. M. S., Clayton-Smith J., Bigoni S., Scheffer I. E., Dobyns W. B., Vilse B., Guerrini R.* ATP1A2/A3-collaborators. ATP1A2- and ATP1A3-associated early profound epileptic encephalopathy and polymicrogyria. *Brain*. 2021;144(5):1435–1450. Doi: 10.1093/brain/awab052.

## Сведения об авторах

Александр Павлович Герасимов – старший научный сотрудник НИЛ нейрохирургии детского возраста Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Иван Юрьевич Юров – доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, заведующий лабораторией молекулярной генетики и цитогеномики мозга им. проф. Ю. Б. Юрова Научного центра психического здоровья (Москва, Россия); заведующий лабораторией молекулярной цитогенетики нервно-психических заболеваний им. проф. С. Г. Ворсановой Научно-исследовательского клинического института педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю. Е. Вельтищева федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва, Россия); профессор кафедры медицинской генетики Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования (Москва, Россия);

Всеслав Всеволодович Ушанов – аспирант кафедры нейрохирургии Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Евгений Робертович Баранцевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии и мануальной медицины факультета послевузовского образования Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия);

Оксана Сергеевна Куринная – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной цитогенетики нервно-психических заболеваний им. проф. С. Г. Ворсановой Научно-исследовательского клинического института педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю. Е. Вельтищева фе-

дерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва, Россия); старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и цитогеномики мозга им. проф. Ю. Б. Юрова Научного центра психического здоровья (Москва, Россия);

Кирилл Сергеевич Васин – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и цитогеномики мозга им. проф. Ю. Б. Юрова Научного центра психического здоровья (Москва, Россия); научный сотрудник лаборатории молекулярной цитогенетики нервно-психических заболеваний им. проф. С. Г. Ворсановой Научно-исследовательского клинического института педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю. Е. Вельтищева федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва, Россия);

Юлия Михайловна Забродская – доктор медицинских наук, заведующая НИЛ патоморфологии нервной системы 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); заведующая кафедрой патологической анатомии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова Санкт-Петербург, Россия);

Константин Александрович Самочерных – доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории Отделения нейрохирургии для детей № 7,

директор Российской 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);

*Наталья Евгеньевна Иванова* – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, член-корреспондент Российской академии естественных наук, академик Академии медико-технических наук, действительный член Петровской академии наук и искусств, член Правления Ассоциации нейрохирургов России, член Правления Ассоциации

нейрохирургов им. И. С. Бабчина, член Географического общества России, врач функциональной и ультразвуковой диагностики, заведующая Научным отделом 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); профессор кафедры неврологии и психиатрии Института медицинского образования Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия).

### Information about the authors

*Alexander P. Gerasimov* – Senior Researcher at the Research Laboratory of Pediatric Neurosurgery, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

*Ivan Yu. Iourov* – Dr. of Sci. (Biol.), Full Professor, Professor at the Russian Academy of Sciences, Head of Laboratory named after Professor Yu. B. Yurov Molecular Genetics and Cytogenomics, Brain Mental Health Research Center (Moscow, Russia); Head at the Laboratory named after Professor S. G. Vorsanova Molecular Cytogenetics of Neuropsychiatric Diseases, Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia); Professor at the Department of Medical Genetics, Russian Medical Academy of Continuous Postgraduate Education (Moscow, Russia);

*Vseslav V. Ushanov* – Postgraduate Student at the Department of Neurosurgery, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

*Eugeny R. Barantsevich* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Head at the Department of Neurology and Manual Medicine of Post-diploma Education, Pavlov University (St. Petersburg, Russia);

*Oksana S. Kurinnaia* – Cand. of Sci. (Biol.), Senior Researcher at the Laboratory of Molecular Cytogenetics of Neuropsychiatric Diseases named after prof. S. G. Vorsanova, Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia); Senior Researcher at the of Laboratory of Molecular Genetics and Cytogenomics named after Professor Yu. B. Yurov, Mental Health Research Center (Moscow, Russia);

*Vasin Kirill Sergeevich* Cand. Sci., Senior Researcher of Laboratory named after Professor YB Yurov Molecular Genetics and Cytogenomics, Brain Mental Health

Research Center (Moscow, Russia); Researcher at the Laboratory named after Professor S. G. Vorsanova Molecular Cytogenetics of Neuropsychiatric Diseases, Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia);

*Yulia M. Zabrodskaya* – Dr. of Sci. (Med.), Head at the Research Laboratory of Pathomorphology of the Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia); Head at the Department of Pathological anatomy, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (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);

*Natalya E. Ivanova* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Distinguished Doctor of the Russian Federation, Corresponding Member of the Russian Academy of Medical and Technical Sciences, Academician of the Academy of Medical and Technical Sciences, Full Member of the Petrovskaya Academy of Sciences and Arts, Member of the Board of the Association of Neurosurgeons of Russia, Member of the Board of the Babchin Association of Neurosurgeons, Member of the Geographical Society of Russia, Doctor of Functional and Ultrasound Diagnostics, Head at the Scientific Department of Russian Neurosurgical Institute, Head at the Scientific Department, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia); Professor at the Department of Neurology and Psychiatry, Institute of Medical Education, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: KTCMRW

УДК 616-006.483

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_26



## РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЭПЕНДИМОМЫ СПИННОГО МОЗГА

**Ангелина Викторовна Городнина<sup>1</sup>**

✉ angelinagorodnina@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4431-375X, SPIN-код: код 6792-1876

**Андрей Валерьевич Кудзив<sup>1</sup>**

kudziv\_av@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-9061-5014, SPIN-код: 5619-9460

**Александр Сергеевич Назаров<sup>1</sup>**

nazarov\_as@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-5727-5991, SPIN-код: 5113-3327

**Эльдар Ахмедович Ахмедов<sup>1</sup>**

akhmedov\_ea@almazovcentre.ru

**Юрий Владимирович Беляков<sup>1</sup>**

belyakov\_yuv@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-8772-5781, SPIN-код: 6839-0284

**Андрей Валентинович Иваненко<sup>1</sup>**

ivanenko\_av@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-9712-4661, SPIN-код: 7882-9983

**Григорий Аветисович Асатуриян<sup>1</sup>**

asaturyan\_ga@almazovcentre.ru

**Андрей Юрьевич Орлов<sup>1</sup>**

orlov\_ayu@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-6597-3733, SPIN-код: 4018-1328

<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)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Эпендимомы – редко встречающиеся опухоли, по данным литературы, они составляют от 2 до 6 % от всех опухолей спинного мозга у взрослых, при этом являются одними из наиболее часто встречающихся интрамедуллярных опухолей. Основной целью хирургического лечения спинальных эпендимом является тотальное удаление опухоли с сохранением здоровых тканей спинного мозга.

**ЦЕЛЬ.** Анализ хирургического лечения 37 пациентов и представление клинического наблюдения хирургического лечения пациента с интрамедуллярной эпендимомой на уровне шейного отдела.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Проанализированы данные 37 пациентов, из них 20 мужчин и 17 женщин, в возрасте от 19 до 83 лет (средний возраст пациентов – 44,3 года), прооперированных на базе Нейрохирургического отделения № 1 Российского нейрохирургического научно-исследовательского института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова в период с 2019 по 2023 г. При поступлении всем пациентам проводилась оценка неврологического статуса, функционального статуса по шкале McCormick, а также оценка вовлеченности структур спинномозгового канала в патологический процесс по данным магнитно-резонансной томографии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Представлена серия из 37 прооперированных пациентов с целью внести вклад в уже опубликованные знания о течении и результатах хирургического лечения пациентов с эпендимомами спинного мозга различной локализации.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** На основании проанализированных данных можно сделать выводы о том, что лучевая терапия в дооперационном периоде отрицательно влияла на радикальность хирургического лечения. Проводимое в последние годы молекулярно-генетическое исследование гена MYCN позволяет прогнозировать дальнейшее течение заболевания – скорость роста и возможный рецидив опухоли.

**Ключевые слова:** объем хирургической резекции, эпендимома спинного мозга, гистологический подтип опухоли, лучевая терапия

**Для цитирования:** Городнина А. В., Кудзив А. В., Назаров А. С., Ахмедов Э. А., Беляков Ю. В., Иваненко А. В., Асатуриян Г. А., Орлов А. Ю. Результаты хирургического лечения эпендимомы спинного мозга // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 26–33. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_26.

## RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF SPINAL CORD EPENDYOMOMAS

**Angelina V. Gorodnina<sup>1</sup>**

✉ angelinagorodnina@gmail.com, orcid.org/000-0002-4431-375X, SPIN-code: код 6792-1876

**Andrey V. Kudziev<sup>1</sup>**

kudziev\_av@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-9061-5014, SPIN-code: 5619-9460

**Aleksandr S. Nazarov<sup>1</sup>**

nazarov\_as@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-5727-5991, SPIN-code: 5113-3327

**Eldar A. Akhmedov<sup>1</sup>**

akhmedov\_ea@almazovcentre.ru

**Yuri V. Beliakov<sup>1</sup>**

belyakov\_yuv@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-8772-5781, SPIN-code: 6839-0284

**Andrey V. Ivanenko<sup>1</sup>**

ivanenko\_av@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0002-9712-4661, SPIN-code: 7882-9983

**Grigory A. Asatryan<sup>1</sup>**

asatryan\_ga@almazovcentre.ru

**Andrey Yu. Orlov<sup>1</sup>**

orlov\_ayu@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-6597-3733, SPIN-code: 4018-1328

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

**Abstract**

**INTRODUCTION.** Ependymomas are rare tumors; according to the literature, they account for 2 to 6 % of all spinal cord tumors in adults, while they are one of the most common intramedullary tumors. The main goal of surgical treatment of spinal ependymomas is total removal of the tumor while preserving healthy spinal cord tissue. At the moment, little information is provided about the consequences of radiotherapy before surgery.

**AIM.** Analysis of surgical treatment of 37 own observations and presentation of a clinical case of a patient with intramedullary ependymoma at the level of the cervical spine.

**MATERIALS AND METHODS.** We analyzed the data of 37 patients, including 20 men and 17 women, aged from 19 to 83 years (the average age of patients was 44.3 years), operated on at the Neurosurgical Department No. 1 of the Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre in the period from 2019 to 2023. Upon admission, all patients underwent an assessment of their neurological status, functional status according to the McCormick scale, and an assessment of the involvement of the spinal canal structures in the pathological process according to MRI data.

**RESULTS.** We describe a series of 37 operated patients with the aim of contributing to the already published knowledge about the course and results of surgical treatment of patients with spinal cord ependymomas of various locations.

**CONCLUSION.** Based on the analyzed data, it can be concluded that radiation therapy in the preoperative period had a negative effect on the radicality of surgical treatment. A molecular genetic study of the *MYCN* gene carried out in recent years makes it possible to predict the further course of the disease: growth rate and possible tumor relapse.

**Keywords:** extent of surgical resection, spinal cord ependymoma, histological subtype of tumor, radiation therapy

**For citation:** Gorodnina A. V., Kudziev A. V., Nazarov A. S., Akhmedov E. A., Beliakov Yu. V., Ivanenko A. V., Asatryan G. A., Orlov A. Yu. Results of surgical treatment of spinal cord ependymomas. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):26–33. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_26.

**Введение**

Эпендимомы спинного мозга – первичные интрамедуллярные опухоли, развивающиеся из эпендимарной выстилки центрального канала спинного мозга [1]. Эпендимомы – редко встречающиеся опухоли, по данным литературы, они составляют от 2 до 6 % от всех опухолей спинного мозга у взрослых, при этом являются одними из наиболее часто встречающихся интрамедуллярных опухолей (25–60 % от всех интрамедуллярных опухолей приходится на эпен-

димомы). Могут встречаться во всех отделах, но наиболее часто обнаруживаются на уровне шейного и грудного отделов позвоночника [2, 3].

Средний возраст пациентов, по данным литературы, составляет 30–50 лет.

По классификации Всемирной организации здравоохранения (пересмотр от 2021 г.), эпендимомы подразделяются на субэпендимомы, миксопапиллярные, спинальные и спинальные эпендимомы с амплификацией гена *MYCN* [4]. Амплификация гена *MYCN* при эпендимоме яв-

ляется прогностически неблагоприятным фактором, указывающим на быструю прогрессию опухоли и высокий риск рецидива [5, 6].

Для диагностики эпендимом, как для визуализации любого объемного образования, необходимо выполнять магнитно-резонансную томографию (МРТ) с контрастным усилением, при невозможности ее выполнения (наличие у пациента кардиостимулятора/металлоконструкций, являющихся парамагнетиками, и других противопоказаний) – компьютерную томографию (КТ) с контрастным усилением [7].

Основной целью хирургического лечения спинальных эпендимом является тотальное удаление опухоли с сохранением здоровых тканей спинного мозга [8]. Для наиболее полного и адекватного удаления данного типа спинальных новообразований без повреждения здоровых тканей спинного мозга целесообразно выполнять интраоперационный электронейрофизиологический (ЭНФ) мониторинг в объеме соматосенсорных и моторных вызванных потенциалов.

**Целью** работы является анализ хирургического лечения 37 пациентов и представление клинического наблюдения пациента с интрамедуллярной эпендимомой на уровне шейного отдела.

## Материалы и методы

Проанализированы данные 37 пациентов, из них 20 мужчин и 17 женщин, в возрасте от 19 до 83 лет (средний возраст пациентов – 44,3 года), прооперированных на базе Нейрохирургического отделения № 1 Российского нейрохирургического научно-исследовательского института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова в период с 2019 по 2023 г. При поступлении всем пациентам проводилась оценка неврологического статуса, функционального статуса по шкале McCormick, а также оценка вовлеченности структур спинномозгового канала в патологический процесс по данным МРТ. Функциональный класс по шкале McCormick оценивался на момент выписки, через 3 и 12 месяцев после операции.

По данным МРТ, наиболее часто встречались опухоли на уровне шейного отдела (51 %

■ Шейный отдел ■ Грудной отдел ■ Поясничный отдел

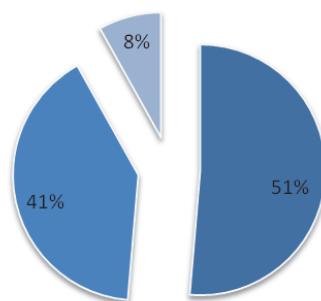


Рис. 1. Распределение опухолей по локализации  
Fig. 1. Distribution of ependymomas by location

наблюдений), реже всего – на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника – в 8,1 % наблюдений (рис. 1).

Тотальное удаление опухоли выполнено в 89,2 % наблюдений. В 4 случаях выполнено субтотальное удаление опухоли, это связано с локализацией объемного образования на уровне пояснично-крестцового отдела позвоночника (3 наблюдения), когда удалить опухоль totally без повреждения спинномозговых корешков с последующим развитием двигательного дефицита не представлялось возможным; в 1 случае удалить опухоль totally не удалось из-за наличия выраженного рубцово-спаечного процесса в зоне вмешательства вследствие выполнения лучевой терапии как первого этапа лечения (табл. 1).

Таблица 1. Степень резекции опухоли

Table 1. Extent of tumor resection

Операция		
Тотальное удаление, n (%)	Субтотальное удаление, n (%)	Биопсия
33 (89,2)	4 (10,8)	–

Частота встречаемости симптомов приведена в табл. 2, независимо от локализации опухоли у большинства пациентов в клинической картине преобладал болевой синдром (в 83,8 % наблюдений), слабость мышц регистрировалась у большинства пациентов с поражением на уровне шейного отдела, возможно, в связи с длительностью анамнеза (табл. 2).

Функциональный статус пациентов до и в различные периоды после операции оцени-

Таблица 2. Частота встречаемости клинических проявлений

Table 2. Frequency of occurrence of clinical manifestations

Локализация опухоли	Симптомы, n (%)			
	нарушение мышечной силы	нарушение чувствительности	болевой синдром	нарушение функций тазовых органов
Шейный отдел	17 (89)	18 (94)	13 (68)	7 (36)
Грудной отдел	7 (46)	5 (33,3)	15 (100)	3 (20)
Поясничный отдел	2 (66,6)	2 (66,6)	3 (100)	2 (66,6)

Таблица 3. Распределение пациентов по степени неврологического дефицита по шкале McCormick в до- и послеоперационном периодах, n

Table 3. Distribution of patients according to the degree of neurological deficit according to the McCormick scale in the pre- and postoperative periods, n

Степень неврологического дефицита по шкале McCormick	Сроки наблюдения за пациентами			
	дооперационный период	послеоперационный период	3 месяца	12 месяцев
1	10	9	18	27
2	13	14	14	8
3	6	7	3	2
4	4	4	2	0
5	4	3	0	0

вался с применением модифицированной шкалы McCormick, которая оценивает двигательный и чувствительный дефицит и способность пациентов обслуживать себя без посторонней помощи.

В дооперационном периоде преобладали пациенты 2-го и 1-го функциональных классов по шкале McCormick; пациентов, относящихся к 4-му и 5-му функциональным классам, было 4 из 37. При сравнении степени неврологического дефицита в раннем послеоперационном периоде (на момент выписки) статистически достоверных различий выявлено не было ( $p=0,0572$ ). В некоторых случаях отмечалось снижение функционального класса на фоне транзиторных послеоперационных изменений в виде отека тканей в зоне операции. При оценке степени неврологического дефицита через 3 месяца отмечается превалирование пациентов 1-го (48,6 % наблюдений) и 2-го функциональных классов (37,8 % наблюдений) и отсутствие пациентов 5-го (наиболее тяжелая степень неврологического дефицита) функционального класса. При сравнении неврологического дефицита через год после операции отмечаются статистически достоверное различие

в виде преобладания пациентов 1-го функционального класса и отсутствие пациентов с 4-й и 5-й степенями неврологического дефицита ( $p<0,001$ ) (табл. 3).

При гистологическом исследовании операционного материала во всех случаях выполнялось определение амплификации гена *MYCN*, которая была обнаружена у 1 пациента, оперированного ранее.

Представляем клиническое наблюдение пациента с интрамедуллярной опухолью на уровне шейного отдела.

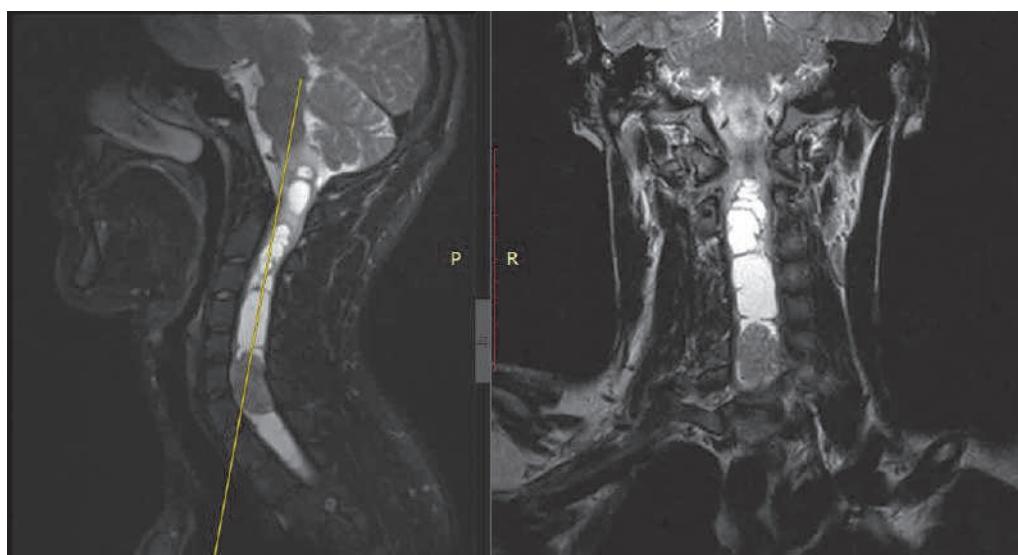
### Клиническое наблюдение

Пациент Н., 20 лет, жалобы при поступлении на онемение в области передней брюшной стенки. В неврологическом статусе при поступлении гипестезия по дерматомам Th4–Th8, сила мышц не нарушена, по шкале McCormick – 1-й функциональный класс.

По данным МРТ шейного отдела позвоночника с контрастным усилением: на уровне C5–C7 – интрадуральное, интрамедуллярное объемное образование размером 33×17×18 мм, с четкими неровными контурами; прослеживается блок ликворооттока на этом уровне, с расширением спинномозгового канала до 15 мм до уровня продолговатого мозга, с перифокальным отеком на этом уровне, образование активно накапливает контраст (рис. 2).

Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП) при поступлении: признаки замедления проведения по сенсорному пути при стимуляции правого и левого срединного нерва (крайнейнее плечевого сплетения), более выражено при стимуляции правого срединного нерва. Признаки снижения корковой афферентации при стимуляции правого срединного нерва.

Учитывая данные нейровизуализации, риск ухудшения неврологического статуса с развитием двигательных нарушений, принято ре-



**Рис. 2.** Магнитно-резонансная картина интрадуральной, интрамедуллярной эпендимомы спинного мозга на уровне C5–C7 в сагittalном и аксиальном срезах пациента Н. в T2 ВИ

**Fig. 2.** Magnetic resonance image of intradural, intramedullary ependymoma of the spinal cord at the level of C5–C7 in sagittal and axial sections of patient N. in T2 mode

шение о выполнении оперативного вмешательства в объеме костно-пластической ламинотомии на уровне C5–C7, тотального удаления опухоли под ЭНФ-мониторингом.

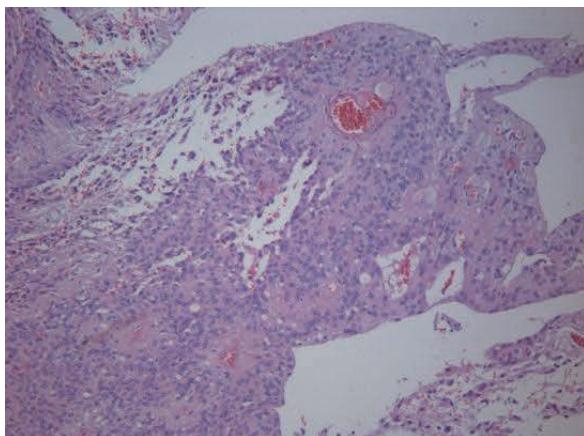
Протокол операции: в положении пациента лежа на животе, с фиксацией головы в скобе Meyfield, выполнен линейный разрез кожи и мягких тканей в проекции остистых отростков C4–C7. Скелетированы остистые отростки, дужки C5–C7 с двух сторон. С использованием костного скальпеля выполнена ламинотомия на указанных уровнях. ЭНФ-контроль – получены нормальные М-ответы с верхних и нижних конечностей, ССВП в норме. Визуализирован дуральный мешок, нормальной окраски, пульсацию передает слабо. Твердая мозговая оболочка (ТМО) вскрыта линейным разрезом по средней линии. Визуализирован спинной мозг, напряженный, бледно-желтого цвета. Вскрыта арахноидальная и мягкая мозговая оболочка, произведена миелотомия параллельно задней продольной борозде, визуализируется опухоль мягкоэластичной консистенции, грязно-розового цвета, плотно спаяна с невральными структурами. С применением микроинструментария выполнены поэтапное отделение опухоли от вещества спинного мозга, тотальное удаление; отмечается уменьшение напряжения спинного мозга после удаления опухоли. Фрагмент опухоли отправлен на гистологическое исследование.

ние – «Эпендимома»; ЭНФ-контроль – патологические паттерны мышечной активности зарегистрированы, патологических изменений ССВП не зарегистрировано. Гемостаз. ТМО ушита непрерывно, прикрыта Тахокомбом. Ранее резецированный комплекс пластин дуг и остистых отростков на уровне C5–C7 фиксирован титановыми мини-пластинами (5 шт.), фиксированными 10 винтами. Гемостаз. Послойное ушивание раны с установкой активного дренажа по Редону. Асептическая наклейка.

В послеоперационном периоде в неврологическом статусе – ухудшение в виде нарушения глубокой чувствительности, сила мышц сохранена полностью, пациент ходит самостоятельно с опорой (2-й функциональный класс по шкале McCormick).

По результатам гистологического исследования операционного материала: «Спинальная эпендимома NOS с низкой пролиферативной активностью (Ki-67/MIB1 1–3 %), Grade II. ICD-O code 9391/3; ICD-11 coding 2A00.0Z & XH1511. Амплификация гена MYCN (2p24) не обнаружена» (рис. 3).

По данным МРТ: гематомы в зоне вмешательства нет. Точечное накопление контраста отмечается в срединных отделах спинного мозга на уровне межпозвонкового диска C5–C6, по контуру кистоподобной полости в центральных отделах спинного мозга. Состояние после



**Рис. 3.** Результаты морфологического исследования. Спинальная эпендимома Grade II. Окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 100$   
**Fig. 3.** Results of morphological research. Spinal ependymoma Grade II. Staining with hematoxylin and eosin,  $\times 100$

удаления интрамедуллярной опухоли на уровне С5–С7 (рис. 4).

В послеоперационном периоде проводились медикаментозная терапия, реабилитационные мероприятия в объеме массажа нижних конечностей, физиотерапии, лечебной гимнастики. Пациент выписан на 10-е сутки после операции, нарушения чувствительности полностью регрессировали на 7-е сутки после операции. При осмотре пациента через 3 месяца после операции очаговой неврологической симптоматики нет.

### Результаты исследования и их обсуждение

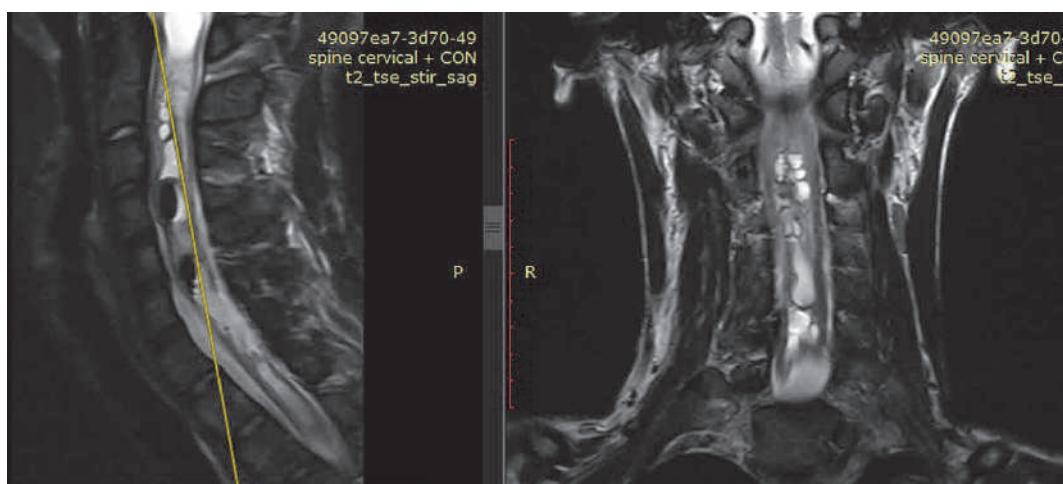
Описана серия из 37 пациентов, прооперированных на базе Нейрохирургического отде-

ления № 1 Российского нейрохирургического научно-исследовательского института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова, с целью внести вклад в уже опубликованные знания о течении и результатах хирургического лечения пациентов с эпендимомами спинного мозга различной локализации.

Результаты данных наших пациентов не противоречат ранее опубликованным случаям. Средний возраст на момент постановки диагноза в нашей когорте пациентов составил 44,3 года, что соответствует средним показателям, указанным в литературе [9, 10]. Кроме того, наиболее частым клиническим проявлением при постановке диагноза в нашей выборке был болевой синдром, за которым следовали нарушения чувствительности и мышечная слабость, как и в ранее опубликованных работах [11–13]. Обе миксопапиллярные опухоли, обнаруженные в данной группе пациентов, были экстрамедуллярными и располагались на уровне терминальной нити, что соответствует предыдущим сообщениям о типичной локализации этого подтипа опухоли [14–16].

Обобщаемость представленной выборки ограничена относительно небольшим количеством пациентов и короткими периодами наблюдения.

Тем не менее ведение этих пациентов отражает использование современных стратегий лечения спинальных эпендимом, включая хирургическую резекцию с нейрофизиологическим



**Рис. 4.** МРТ пациента Н. в сагittalном и аксиальном срезах, Т2 ВИ, после оперативного лечения  
**Fig. 4.** MRI of patient N. in sagittal and axial sections, T2 mode, after surgical treatment

мониторингом и потенциальную адьювантную лучевую терапию. Эти данные призваны внести вклад в более масштабный анализ результатов лечения пациентов, необходимый для определения оптимальных стратегий ведения будущих пациентов с этой редкой опухолью.

## Заключение

На основании проанализированных данных можно сделать вывод о том, что спинальные эпендимомы не всегда клинически проявляются выраженным неврологическим дефицитом, сопровождаясь лишь болевым синдромом и не вызывая настороженности пациента и лечащего врача амбулаторного звена. Целью хирургического лечения является максимально возможное радикальное удаление опухоли с сохранением структур спинного мозга, однако, вследствие интраоперационных манипуляций, в послеоперационном периоде могут развиваться транзиторные неврологические нарушения, которые полностью регрессируют через 12 месяцев после выполнения оперативного вмешательства. С 2021 г. в обязательном порядке всем пациентам со спинальными эпендимомами проводится генетическое исследование для выявления амплификации гена *MYCN*, позволяющее прогнозировать скорость роста, возможный рецидив опухоли и дальнейшее течение заболевания.

**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 № 122041900091-1 «Разработка дифференцированных алгоритмов хирургического лечения нейрогенных опухолей спинного мозга и нервных сплетений». **Financing.** The work was carried out within the framework of the state assignment No. 122041900091-1 “Development of differentiated algorithms for the surgical treatment of neurogenic tumors of the spinal cord and nerve plexuses”.

**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. *Graham P.* Spinal Cord Tumor. *Orthopaedic Nursing.* 2022;41(1):37–39. Doi: <https://doi.org/10.1097/nor.0000000000000825>.
2. *Wang Y., Luo J., Tan Y., Zhang H.* Ependymoma of the spinal cord with multiple intradural extramedullary ependymomas: The first case report and literature review. *Clinical Imaging.* 2022;(84):159–163. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.12.019>.
3. Анализ отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с интранадуральными опухолями спинного мозга / В. А. Бывальцев, И. А. Степанов, Е. Г. Белых, М. А. Алиев // Вестн. РАМН. 2018. Т. 73, № 2. С. 88–95. [Byvaltsev V. A., Stepanov I. A., Belykh E. G., Aliev M. A. Analysis of long-term results of surgical treatment of patients with intradural tumors of the spinal cord. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. 2018;73(2):88–95. (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.15690/vramn945>.
4. *Celano E., Salehani A., Malcolm J. G., Reinertsen E., Hadjipanayis C. G.* Spinal cord ependymoma: a review of the literature and case series of ten patients. *Journal of Neuro-Oncology.* 2016;128(3):377–386. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11060-016-2135-8>.
5. *Rudà R., Bruno F., Pellerino A., Soffietti R.* Ependymoma: Evaluation and Management Updates. *Current Oncology Reports.* 2022;24(8):985–993. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11912-022-01260-w>.
6. *Lee S. H., Cha Y. J., Cho Y. E., Park M., Joo B., Suh S. H., Ahn S. J.* Clinicoradiologic Characteristics of Intradural Extramedullary Conventional Spinal Ependymoma. *Journal of the Korean Society of Radiology.* 2023;84(5):1066. Doi: <https://doi.org/10.3348/jksr.2022.0122>.
7. *Kobayashi K., Ando K., Kato F., Kanemura T., Sato K., Kamiya M., Nishida Y., Ishiguro N., Imagama S.* Surgical outcomes of spinal cord and cauda equina ependymoma: Postoperative motor status and recurrence for each WHO grade in a multicenter study. *Journal of Orthopaedic Science.* 2018;23(4):614–621. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jos.2018.03.004>.
8. *Dauleac C., Manet R., Meyronet D., Jacquesson T., Berhouma M., Robinson P., Berthiller J., Jouanneau E., Barrey C. Y., Mertens P.* Prognostic factors for progression-free survival of the filum terminale ependymomas in adults. *Neurochirurgie.* 2022;68(3):273–279. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2021.12.006>.
9. *Özkan N., Gembbruch O., Darkwah Oppong M., Haarmann M., Chihi M., Pierscianek D., Dinger T. F., Wrede K. H., Parlak A., Dammann P., Sure U., Jabbarli R.* Risk score for outcome prediction after microsurgical resection of spinal ependymoma (SOURSE score). *Clinical Neurology and Neurosurgery.* 2021;(209): 106923. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106923>.
10. *Wild F., Hartmann C., Heissler H. E., Hong B., Krauss J. K., Nakamura M.* Surgical Treatment of Spinal Ependymomas: Experience in 49 Patients. *World Neurosurgery.* 2018;(111):e703–e709. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.12.159>.
11. *Chatain G. P., Kortz M. W., Serva S., Shrestha K., Hosokawa P., Ung T. H., Finn M.* Long-term Neurologic Outcome After Spinal Ependymoma Resection With Multimodal Intraoperative Electrophysiological Recording: Cohort Study and Review of the Literature. *Neurospine.* 2022;19(1):118–132. Doi: <https://doi.org/10.14245/ns.2143200.600>.
12. *Andjelic N., Seepanovic B., Salma S., Kozic D., Prvulovic-Bunovic N.* A case of recurring spinal ependymoma in 37-years old man after surgery and adjuvant therapy. *Arhiv Za Onkologiju.* 2021;27(1):5–8. Doi: <https://doi.org/10.2298/ao200214004a>.

13. Yang C., Sun J., Xie J., Ma C., Liu B., Wang T., Chen X., Wu J., Wu H., Zheng M., Chang Q., Yang J. Multisegmental versus monosegmental intramedullary spinal cord ependymomas: perioperative neurological functions and surgical outcomes. *Neurosurgical Review*. 2021;45(1):553–560. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10143-021-01567-5>.
14. Gembrych O., Chihi M., Haarmann M., Parlak A., Oppong M. D., Rauschenbach L., Michel A., Jabbarli R., Ahmadipour Y., Sure U., Dammann P., Özkan N. Surgical outcome and prognostic factors in spinal cord ependymoma: a single-center, long-term follow-up study. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*. 2021;(14):175628642110556. Doi: <https://doi.org/10.1177/17562864211055694>.
15. Chaskis E., Bouchaala M., David P., Parker F., Aghakhani N., Knafo S. (2023). Long-Term Outcomes after Incomplete Resection of Intramedullary Grade II Ependymomas: Is Adjuvant Radiotherapy Justified? *Cancers*. 2023;15(14):3674. Doi: <https://doi.org/10.3390/cancers15143674>.
16. Зрелов А. А., Куканов К. К., Олюшин В. Е. и др. Эпендимомы спинного мозга: обзор литературы и случай из практики // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2015. Т. 7, № 3. С. 66–73. [Zrelov A. A., Kukanov K. K., Olyushin V. E., Tastanbekov M. M., Alexandrov M. V., Razmologova O. Yu., Toporkova O. A. Spinal cord ependymomas: a review of the literature and a case from practices. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2015;7(3):66–73. (In Russ.)]. EDN: OUMODI.

### Сведения об авторах

Ангелина Викторовна Городнина – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург Отделения № 1 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);

Андрей Валерьевич Кудзев – врач-нейрохирург Отделения № 1 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);

Александр Сергеевич Назаров – кандидат медицинских наук, заведующий Отделением № 1 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);

Эльдар Ахмедович Ахмедов – врач-нейрохирург Отделения № 1 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);

Юрий Владимирович Беляков – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург Отделения № 1 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);

Андрей Валентинович Иваненко – доктор медицинских наук, врач-нейрохирург Отделения № 1 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);

Григорий Аветисович Асатуран – доктор медицинских наук, врач-нейрохирург Отделения № 1 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);

Андрей Юрьевич Орлов – доктор медицинских наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы 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).

### Information about the authors

Angelina V. Gorodnina – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Andrey V. Kudziv – Neurosurgeon at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Aleksandr S. Nazarov – Cand. of Sci. (Med.), Head at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Eldar A. Akhmedov – Neurosurgeon at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Yuri V. Beliakov – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Andrey V. Ivanenko – Dr. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Grigory A. Asatryan – Dr. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department No. 1, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Andrey Yu. Orlov – Dr. of Sci. (Med.), Head at the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: KTAUYJ

УДК 616-037

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_34



## ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПЕРФУЗИИ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ НАРУШЕНИЕМ СОЗНАНИЯ НА ФОНЕ ГИДРОЦЕФАЛИИ

**Ангелина Викторовна Городнина<sup>1</sup>**

angelinagorodnina@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4431-375X, SPIN-код: 6792-1876

**Наталия Александровна Лестева<sup>1</sup>**

lestevan@mail.ru, 0000-0002-9341-7440, SPIN-код: 3450-2917

**Екатерина Анатольевна Кондратьева<sup>1</sup>**

eak2003@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6362-6543, SPIN-код: 6966-3270

**Елена Геннадьевна Потёмкина<sup>1</sup>**

egpotemkina25@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-0449-9163, SPIN-код: 1422-2553

**Анатолий Николаевич Кондратьев<sup>1</sup>**

anest-neuro@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7648-2208, SPIN-код: 8235-9765

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

neurobab12@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0350-0249, SPIN-код: 4188-9657

**Михаил Сергеевич Николаенко<sup>1</sup>**

msnikolaenko@mail.ru, orcid.org/0000-0003-0758-067X, SPIN-код: 9482-1894

<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)

**Резюме****ВВЕДЕНИЕ.** Определение показаний к проведению ликворошунтирующих операций у больных с хроническим нарушением сознания (ХНС) является актуальной проблемой, а критерии эффективности проведенного оперативного лечения до конца не изучены.**ЦЕЛЬ.** Определить показания и критерии эффективности проведения ликворошунтирующих операций у больных с хроническим нарушением сознания.**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» в период с 2004 по 2023 г. проведено хирургическое лечение пациентов с ХНС, решение о необходимости проведения ликворошунтирующей операции принималось на основании комплексного клинико-интраскопического обследования, так как стандартных показаний к операции было недостаточно.**РЕЗУЛЬТАТЫ.** После проведения инфузионно-нагрузочного теста и определения биомеханических показателей (эластичность краиноспинальной системы, индекс «объем – давление») краиноспинальной системы определялись параметры клапана шунтирующей системы. Динамики размеров желудочковой системы в раннем послеоперационном периоде не выявлено. Через 30 дней после оперативного вмешательства выполнялась контрольная компьютерно-томографическая (КТ) перфузия, по данным которой отмечалось значительное увеличение показателей мозгового кровотока в базальных ядрах и снижение среднего времени прохождения контрастного вещества.**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Определение показаний к имплантации ликворошунтирующей системы должно иметь комплексный характер: необходимо учитывать не только КТ-признаки увеличения желудочковой системы в сочетании с гипертензионным синдромом, но и данные современных методов обследования (транскраниальной допплерографии, магнитно-резонансно-томографической, КТ-перфузии, данные инфузионно-нагрузочного теста).**Ключевые слова:** перфузия мозга, хроническое нарушение сознания, вегетативное состояние, состояние ареактивного бодрствования, гидроцефалия**Для цитирования:** Городнина А. В., Лестева Н. А., Кондратьева Е. А., Потёмкина Е. Г., Кондратьев А. Н., Самочерных К. А., Николаенко М. С. Возможности оценки церебральной перфузии у больных с хроническим нарушением сознания на фоне гидроцефалии // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 34–41. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_34.

## POSSIBILITIES FOR ASSESSING CEREBRAL PERFUSION IN PATIENTS WITH CHRONIC DISTURBANCE OF CONSCIOUSNESS DUE TO HYDROCEPHALUS

**Angelina V. Gorodnina<sup>1</sup>**

angelinagorodnina@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4431-375X, SPIN-code: 6792-1876

**Nataliya A. Lesteva<sup>1</sup>**

lestevan@mail.ru, 0000-0002-9341-7440, SPIN-code: 3450-2917

**Ekaterina A. Kondratyeva<sup>1</sup>**

eak2003@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6362-6543, SPIN-code: 6966-3270

**Elena G. Potemkina<sup>1</sup>**

egpotemkina25@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-0449-9163, SPIN-code: 1422-2553

**Anatoliy N. Kondratyev<sup>1</sup>**

anest-neuro@mail.ru, orcid.org/0000-0002-7648-2208, SPIN-code: 8235-9765

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

neurobaby12@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0350-0249, SPIN-code: 4188-9657

**Mikhail S. Nikolaenko<sup>1</sup>**

msnikolaenko@mail.ru, orcid.org/0000-0003-0758-067X, SPIN-code: 9482-1894

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

### Abstract

**INTRODUCTION.** Determination of indications for liquorosunting operations in patients with chronic impairment of consciousness (CHF) is an urgent problem, and the criteria for the effectiveness of surgical treatment have not been fully studied.

**AIM.** To determine the indications and criteria for the effectiveness of liquor shunting operations in patients with chronic impairment of consciousness.

**MATERIALS AND METHODS.** In Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre in the period from 2004 to 2018, surgical treatment of patients with CNS was carried out, the decision on the need for liquorosunting surgery was made on the basis of a comprehensive clinical and intrascopic examination, since standard indications for surgery were not enough.

**RESULTS.** After the infusion-load test and determination of biomechanical parameters of the craniospinal system, the parameters of the valve of the shunting system were determined. Dynamics of ventricular system size in the early postoperative period was not revealed. 30 days after surgery, control CT perfusion was performed, according to which there was a significant increase in cerebral blood flow in the basal nuclei and a decrease in the average time of passage of the contrast agent.

**CONCLUSION.** The definition of indications for the implantation of a shunt system must have an integrated approach must consider not only the CT signs of increasing ventricular system in combination with the hypertension syndrome, but these modern methods of examination (TCD, MRI/CT perfusion, the data of infusion-load test).

**Keywords:** cerebral perfusion, chronic impaired consciousness, autonomic state, state of active wakefulness, hydrocephalus

**For citation:** Gorodnina A. V., Lesteva N. A., Kondratyeva E. A., Potemkina E. G., Kondratyev A. N., Samochernykh K. A., Nikolaenko M. S. Possibilities for assessing cerebral perfusion in patients with chronic disturbance of consciousness due to hydrocephalus. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):34–41. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_34.

### Введение

К хроническим нарушениям сознания (ХС) относят нарушения сознания продолжительностью более 4 недель. Основными вариантами ХС являются вегетативное состояние (ВС) и состояние минимального сознания (СМС). Согласно современной терминологии, термин «вегетативное состояние» заменен на «состояние ареактивного бодрствования» (САБ) [1, 2]. Основные критерии состояния ареактивного (безответного) бодрствования перечислены в таблице.

Согласно данным А. Д. Кравчука и др., в Национальном медицинском исследовательском центре нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко в период с 1986 по 2016 г. хирургическое лечение по поводу посттравматической гидроцефалии проведено 82 пациентам с ХС, из них 38 (18,1 %) находились в ВС и 44 (20,9 %) – в СМС. Медиана времени проведения шунтирующей операции после травмы составила 4 месяца (от 1 до 28,5 месяца). Авторы отмечают сложность дифференциального диагноза

**Критерии длительных нарушений сознания**  
**Criteria for long-term disturbances of consciousness**

Обязательные	Возможные	Не типичные, но возможные
<p>Бодрствование сохранено – спонтанное или в ответ на стимуляцию открывание глаз.</p> <p>Нет признаков целенаправленных поведенческих реакций и осознания себя и окружающих.</p> <p>Полная или частичная сохранность вегетативных функций гипоталамуса или ствола.</p> <p>Спонтанное дыхание.</p> <p>Сохранены стволовые рефлексы.</p> <p>Нет речевой продукции и понимания речи.</p> <p>Сохранность цикла «сон – бодрствование» (не всегда привязан ко времени суток)</p>	<p>Гримаса на боль.</p> <p>Ориентировочная реакция в ответ на звуковой раздражитель</p>	<p>Ориентированная реакция на звук.</p> <p>Защитные реакции в ответ на угрозу (закрывание глаз в ответ на приближающийся стимул).</p> <p>Произнесение неразборчивых звуков</p>

вентрикуломегалии и истинной гидроцефалии у данной группы пациентов [3].

**Цель** исследования – определить показания и критерии эффективности проведения ликворошунтирующих операций у больных с хроническим нарушением сознания.

### Материалы и методы

В Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» в период с 2004 по 2023 г. проведено хирургическое лечение 47 пациентов с ХНС, у которых не классическое решение о необходимости проведения ликворошунтирующей операции принималось на основании комплексного клинико-интраскопического обследования, включающего в себя осмотр неврологом, офтальмологом, выполнение компьютерной томографии (КТ) головного мозга, перфузионной КТ (ПКТ), транскраниальной допплерографии (ТКДГ), электроэнцефалографии (ЭЭГ). Выполнялись вентрикулоперитонеостомия (45 пациентов), вентрикулоатриостомия (1 пациент), кистоперитонеостомия (2 пациента), люмбоперитонеальное шунтирование (1 пациент), в 2 случаях выполнялись операции эндоскопического восстановления сообщения между третьим и боковыми желудочками.

Критерии эффективности проведенной ликворошунтирующей операции у пациентов с ХНС остаются дискутабельными. Оценка изменения сознания после проведенного лечения, несомненно, является одним из главных

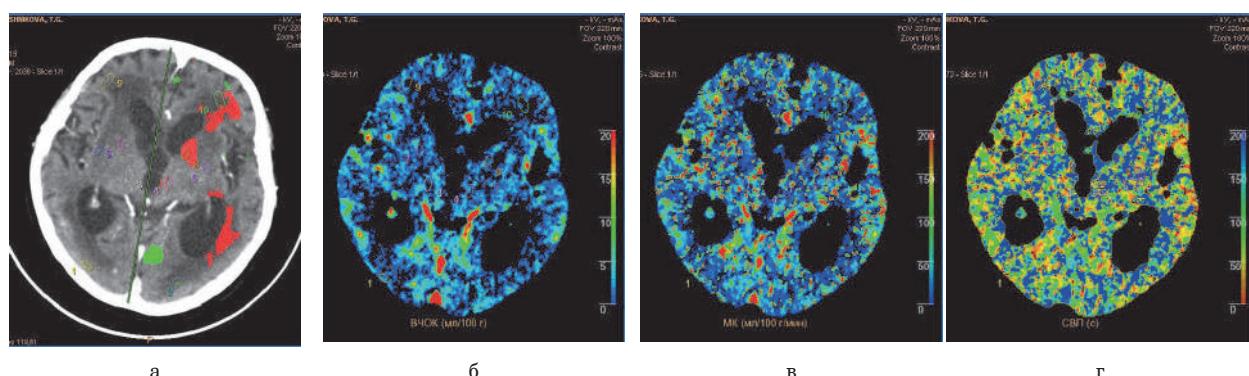
показателей успешно выполненного лечения, однако известно, что восстановление сознания может наблюдаться отсрочено – через 3–6 месяцев после проведенного лечения. На ранних сроках нахождения пациента в ВС/САБ не всегда можно сопоставить улучшение показателей уровня контакта пациента с конкретным хирургическим вмешательством или спонтанным восстановлением за счет механизмов саногенеза.

На наш взгляд, более подробное исследование церебральной перфузии у больных с ХНС и гидроцефалией позволит не только уточнить показания к ликворошунтирующим операциям, но и разработать критерии оценки результата лечения.

Рассмотрим клинический пример, иллюстрирующий предлагаемый алгоритм принятия решения о проведении ликворошунтирующей операции у пациентки с последствием гипоксического поражения мозга.

### Клиническое наблюдение

Пациентка О., 35 лет, поступила в Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» с диагнозом «Постгипоксическая энцефалопатия, состояние после остановки сердечной деятельности на фоне эмболии околоплодными водами, вегетативное состояние». Из анамнеза известно, что при экстренном кесаревом сечении у пациентки произошла остановка сердечной деятельности и дыхания. Клиническая смерть наступила на фоне эмболии око-



**Рис. 1.** ПКТ-исследование на уровне базальных ядер. Картирование зон сниженного ВЧОК (отмечено зеленым) и сниженных ВЧОК и МК (отмечено красным) в левом полушарии (а). Области измерения значений ВЧОК, МК и СВП: 3, 4 – таламусы, 7, 8 – головка хвостатого ядра, 9, 10 – кора лобных долей; ВЧОК – карта (б); МК – карта (в); СВП – карта (г)

**Fig. 1.** PCT-study at the level of the basal ganglia. Mapping of areas of reduced intracranial blood volume (marked in green) and reduced intracranial blood volume and cerebral blood flow (marked in red) in the left hemisphere (a). Areas for measuring the values of intracranial blood volume, cerebral blood flow and average travel time: 3, 4 – thalamus, 7, 8 – head of the caudate nucleus, 9, 10 – frontal lobe cortex. Intracranial blood volume – map (b). Cerebral blood flow – card (c). Average travel time – map (d)

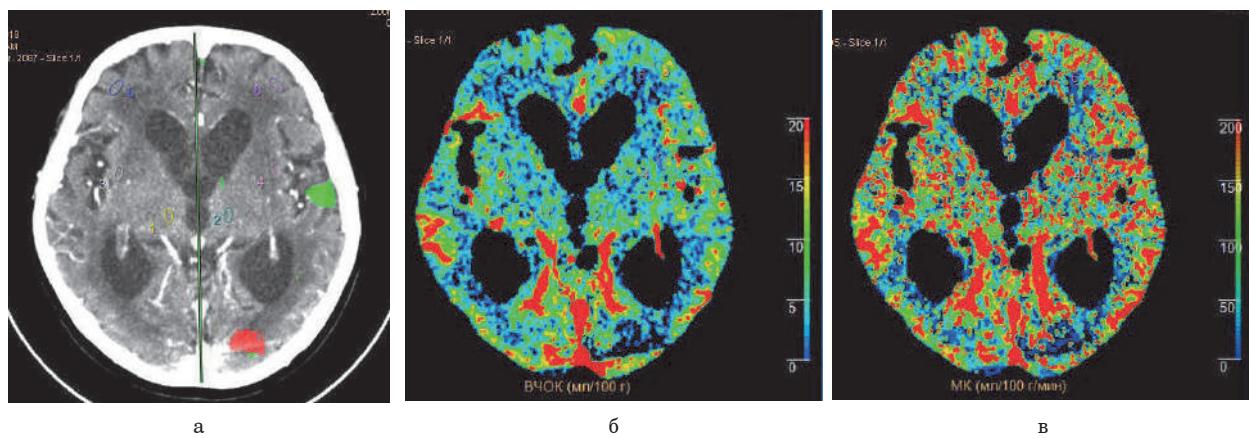
лоплодными водами с последующим развитием ДВС-синдрома. При поступлении в Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова продолжительность ВС/САБ составила 6 месяцев. При оценке по шкале восстановления после комы – 6 баллов. При осмотре окулиста: диски зрительных нервов бледно-розовые, границы четкие, ход и калибр сосудов в пределах нормы; застойных явлений на глазном дне не выявлено. Выполнен мониторинг показателей системной и церебральной гемодинамики (посредством проведения перфузионной КТ и ТКДГ) в исходном состоянии, а также после лумбальной пункции и выполнения tap-теста (выведено 40 мл ликвора). Результаты исследования свидетельствовали о снижении скорости ауторегуляции мозгового кровотока. Умеренное снижение ликворного давления не привело к достоверному изменению показателей ауторегуляции мозгового кровотока. При проведении спиральной компьютерной томографии (СКТ) головного мозга выявлена субкомпенсированная сообщающаяся гидроцефалия с признаками перивентрикулярного отека. Ширина передних рогов боковых желудочков: правого – 19 мм, левого – 24 мм, ширина III желудочка – 11 мм, ширина IV желудочка – 10 мм.

При постпроцессорном анализе ПКТ изучали следующие показатели: внутричерепной объем крови (ВЧОК, мл/100 г), мозговой кровоток (МК, мл/100 г/мин), среднее время про-

хождения (СВП, с) – отмечается значительное снижение перфузионных показателей мозгового кровотока в базальных ядрах и увеличение среднего времени прохождения контрастного вещества в данных структурах (рис. 1).

Следовательно, гидроцефалия в данном наблюдении сопровождалась признаками снижения показателей церебрального кровотока в базальных ядрах и перивентрикулярных областях обоих полушарий. По результатам комплекса клинико-интраскопических исследований было принято решение о проведении лумбоперитонеального шунтирования горизонтально-вертикальной системой программируемого давления. После проведения интраоперационного инфузионно-нагрузочного теста и определения показателей биомеханических параметров клапана шунтирующей системы 35–55 мм вод. ст. Отчетливой динамики размеров желудочковой системы на 3-и сутки после проведения шунтирования не выявлено. При оценке неврологического статуса через 7 и 14 суток изменений также не выявлено, больная соответствовала критериям диагноза ВС/САБ (по шкале восстановления после комы уровень сознания – 6 баллов во время всех осмотров). ЭЭГ-мониторинг показал, что паттерн ЭЭГ по своим характеристикам прежний, соответствует дооперационному уровню.

Через 30 дней после оперативного вмешательства выполнена контрольная ПКТ, по дан-



**Рис. 2.** ПКТ-исследование на уровне базальных ядер. Картирование зон сниженного ВЧОК (отмечено зеленым) и сниженных ВЧОК и МК (отмечено красным) в левом полушарии (а). Области измерения значений ВЧОК, МК и СВП: 1, 2 – таламусы; 3, 4 – склерупа. ВЧОК – карта (б). МК – карта (в)

**Fig. 2.** PCT-study at the level of the basal ganglia. Mapping of areas of reduced intracranial blood volume (marked in green) and reduced intracranial blood volume and cerebral blood flow (marked in red) in the left hemisphere (a). Areas for measuring the values of intracranial blood volume, cerebral blood flow and average travel time: 1, 2 – thalamus, 3, 4 – putamen. Intracranial blood volume – map (b). Cerebral blood flow – card (c)

ным которой отмечается значительное увеличение показателей мозгового кровотока в базальных ядрах и снижение среднего времени прохождения контрастного вещества (рис. 2).

Выполненные исследования у данной пациентки после проведения ликворошунтирующей операции в ближайшем периоде указали на диссоциацию между положительной динамикой в виде нормализации размеров желудочков мозга и улучшения показателей кровотока в глубоких отделах мозга по данным нейровизуализации и отсутствия отчетливых положительных изменений в неврологическом статусе.

На нашем материале анализ данных пациента за короткий период не позволяет окончательно судить о наличии или отсутствии корреляции между интраскопическими показателями и данными клинико-неврологического статуса, что требует дальнейшего, более длительного изучения.

## Обсуждение

Проблему использования неинвазивных методов оценки церебральной перфузии, ее анализа в динамике при разной патологии головного мозга чаще рассматривают с качественной точки зрения. Персонализация этого направления на современном этапе должна рассматривать именно количественную составляющую, позволяя проводить корреляцию между

многими показателями пациента. И действительно, изучение математических данных церебральной перфузии, таких как отношение объемного мозгового кровотока к массе мозгового вещества, которое измеряется в миллилитрах крови на 100 г ткани в минуту, позволит применять этот метод в исследованиях, относящихся к нейронаукам [4, 5].

Так, например, по данным различных авторов, объемный мозговой кровоток в физиологических условиях колеблется от 50 до 80 мл/100 г/мин. Механизмы ауторегуляции поддерживают постоянство церебральной перфузии в широком диапазоне гемодинамических условий, однако даже кратковременное нарушение кровотока может привести к необратимым изменениям в ткани мозга [4, 6, 7].

Для церебральной перфузии большое значение имеет скорость мозгового кровотока, которая, по мнению ряда авторов, зависит от состояния общей гемодинамики. При этом важное значение имеет разность между артериальным и венозным давлением, а также сопротивлением, оказываемым мозговому кровотоку в артериях при изменении внутричерепного давления, изменений вязкости крови, биохимического и газового ее состава, морфологических изменений мозговых сосудов [6].

Особенности регуляции мозгового кровотока в течение многих лет подробно изучав-

лись в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова, выделялись три уровня регуляции мозгового кровотока: нейрогормональный, метаболический и миогенный. Отмечено, что у пациентов с ХНС, как правило, наблюдается вторичное снижение интенсивности мозгового кровотока на фоне выраженного снижения метаболизма головного мозга [8, 13].

К методам измерения церебральной перфузии на современном этапе относят перфузионную компьютерную томографию, позитронно-эмиссионную томографию по водороду, однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ), перфузионно-взвешенную МРТ, транскраниальную допплерографию. В основе всех методов исследования церебральной перфузии лежит принцип центрального объема [6, 9, 12].

На наш взгляд, наиболее доступной в повседневной клинической практике является перфузионная СКТ в сочетании с транскраниальной допплерографией.

Преимуществами ПКТ перед другими методами исследования мозговой перфузии являются ее относительная доступность ввиду широкой распространенности спиральной компьютерной томографии, возможность оценки перфузионных количественных параметров, быстрота выполнения исследования, а также относительно низкая чувствительность к движениям пациента и совместимость с искусственными системами жизнеобеспечения, что наиболее актуально при выполнении исследования больных с ХНС [10].

Перфузионно-взвешенная МРТ позволяет одновременно оценить не только количественные, но и качественные параметры, такие как состояние церебральной перфузии, состояние сосудов головного мозга (ангиография), анатомических структур. К недостаткам метода можно отнести невозможность проведения функциональных нагрузочных проб для исследования физиологии цереброваскулярной системы, кроме того, дорогоизнку оборудования [11].

Также не менее информативен и в ряде случаев является дополнением в оценке результата лечения заболевания у этой группы больных метод ТКДГ, который также позволяет до-

стоверно исследовать сосуды и синусы головного мозга, показывает функциональные и структурные изменения мозгового кровотока, позволяет осуществлять оценку состояния венозного кровотока тех структур головного мозга, визуализация которых бывает затруднена (кавернозный синус, глазные вены, интракраниальная часть внутренней сонной артерии (ВСА)). Высокая информативность метода позволяет избежать проведения дополнительных дорогостоящих методов исследования церебральной перфузии.

Следовательно, у пациентов с ХНС травматического генеза показаниями к оперативному лечению гидроцефалии, как правило, являются гипертензионный характер гидроцефалии, постоянное выбухание мягких тканей в дефект костей свода черепа, наличие повышенного ликворного давления, определяемого при инфузионно-ликворном тесте, положительный tap-тест (выведение 40–60 мл ликвора сопровождается расширением сознания).

При последствиях гипоксического поражения мозга дифференциальный диагноз между вентрикуломегалией и истинной гидроцефалией по-прежнему сложен. ПКТ позволяет выявить положительную динамику в изменении мозгового кровотока после коррекции гидроцефалии. Однако у описанной нами пациентки нормализация параметров кровотока в глубоких отделах мозга в ближайшем периоде не привела к положительной динамике в виде появления признаков сознания, что требует дальнейшего изучения и расширения объема исследований.

## Заключение

На основании анализа современной литературы и полученных нами данных, можно сделать вывод о том, что перфузионная компьютерная томография позволяет выявить изменения мозгового кровотока после проведения ликворошунтирующей операции у пациентки в ВС/САБ. Данная методика определения показаний к ликворошунтирующим операциям у пациентов с ХНС и критерии эффективности проведенного лечения заслуживает дальнейшего изучения. Как показали результаты ликворошунтирующих операций у пациентов с ХНС, проведенных в Российском научно-ис-

следовательском нейрохирургическом институте им. проф. А. Л. Поленова и Национальном медицинском исследовательском центре нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко, после хирургического лечения гидроцефалии у большинства пациентов значительно ускорился процесс восстановления сознания.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

1. Кондратьева Е. А., Яковенко И. В. Вегетативное состояние (этиология, патогенез, диагностика и лечение). СПб., 2014. [Kondratyeva E. A., Yakovenko I. V. Vegetative state (etiology, pathogenesis, diagnosis and treatment). SPb.; 2014. (In Russ.)].
2. Кондратьева Е. А., Вознюк И. А. Руководство по неврологическому осмотру пациента с длительным нарушением сознания. СПб.: Фолиант, 2019. 56 с. [Kondratyeva E. A., Voznyuk I. A. Management for the Neurological Examination of the Patient with Long-Term Impaired Consciousness. SPb.: Foliant; 2019. 56 p. (In Russ.)]. Doi: 10.23682/120516.
3. Кравчук А. Д., Латышев Я. А., Зайцев О. С. и др. Ликворошунтирующие операции у пациентов с посттравматической гидроцефалией в вегетативном статусе и состоянии минимального сознания: анализ эффективности и безопасности // Вопросы нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко. 2019. Т. 88, № 1. С. 17–28. [Kravchuk A. D., Latyshev Ia. A., Zaitsev O. S., Danilov G. V., Likhterman L. B., Gavrilov A. G., Zakharova N. E., Kormilitsyna A. N., Okhlopkov V. A., Potapov A. A., Aleksandrova E. V. CSF shunting surgery in patients with post-traumatic hydrocephalus in the vegetative status and minimally conscious state: analysis of its efficacy and safety. Burdenko's Journal of Neurosurgery. 2019;83(1):17–28. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/neiro2019830117.
4. Ошоров А. В., Горячев А. С., Попугаев К. А. и др. Мониторинг церебрального перфузионного давления в интенсивной терапии (обзор литературы) // Вестн. анестезиологии и реаниматологии. 2013. Т. 10, № 2. С. 52–59. [Oshorov A. V., Goryachev A. S., Popugaev K. A., Polupan A. A., Savin I. A., Lubnin A. Yu. Monitoring of cerebral perfusion pressure in intensive care (literature review). Vestnik anestesiologii i reanimatologii. 2013;10(2):52–59. (In Russ.)]. EDN: RBNOTZ.
5. Исследования перфузии при нарушениях церебрального кровообращения. Ч. I: История, основные постулаты и методы изучения: обзор / С. Е. Семенов, А. А. Хромов, Ю. М. Портнов, А. В. Нестеровский // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2006. № 1. С. 95–102. [Semenov S. E., Khromov A. A., Portnov Yu. M., Nesterovskiy A. V. Perfusion studies in cerebral circulatory disorders. Part I: History, basic postulates and methods of study: review. Complex problems of cardiovascular diseases. 2006;(1):95–102. (In Russ.)]. Doi: 10.17802/2306-1278-2016-1-95-102.
6. Леонова Е. В. Патологическая физиология мозгового кровообращения. Минск: БГМУ, 2007. [Leonova E. V. Pathological physiology of cerebral circulation. Minsk BGMU; 2007.].
7. Сергеев Д. В., Лаврентьева А. Н., Кротенкова М. В. Методика перфузионной компьютерной томографии в диагностике острого ишемического инсульта // Технологии. 2008. Т. 2, № 3. С. 30–37. [Sergeyev D. V., Lavrentyeva A. N., Krotenkova M. V. Perfusion computed tomography technique in the diagnosis of acute ischemic stroke. Technologies. 2008;2(3):30–37. (In Russ.)]. EDN: MTCWUT.
8. Кондратьев А. Н. Нейротравма для дежурного анестезиолога-реаниматолога. СПб.: Синтез Бук, 2008. [Kondratyev A. N. Neurotrauma for an on-duty anesthesiologist-resuscitator. SPb.: Sintez Buk; 2008. (In Russ.)].
9. Данилов Г. В., Захарова Н. Е., Потапов А. А. и др. Кровоток в стволе головного мозга у пациентов с черепно-мозговой травмой // Фундаментальные исслед. в нейрохирургии. 2016. № 2 (90). С. 33–40. [Danilov G. V., Zakharova N. E., Potapov A. A., Korniyenko V. N., Pronin I. N., Gavrilov A. G., Aleksandrova E. V., Oshorov A. V., Sychev A. A., Polupan A. A. Blood flow in the brainstem in patients with traumatic brain injury. Basic research in neurosurgery. 2016;(2(90)):33–40. (In Russ.)]. EDN: XDBSOF.
10. Исследование тканевой перфузии головного мозга методом компьютерной томографии / В. Н. Корниенко, И. Н. Пронин, О. С. Пьяных, Л. М. Фадеева // Мед. визуализация. 2007. № 2. С. 70–81. [Korniyenko V. N., Pronin I. N., Pianykh O. S., Fadeyeva L. M. Study of tissue perfusion of the brain using computed tomography. Medical imaging. 2007;(2):70–81. (In Russ.)]. Doi: 10.33920/med-01-2307-11.
11. Грибанова Т. Г., Фокин В. А., Мартынов Б. В. и др. Возможности магнитно-резонансной перфузии в дифференциальной диагностике рецидива глиальных опухолей головного мозга и постлучевых изменений // Вестн. Рос. Военно-мед. акад. 2014. Т. 4, № 48. С. 54–57. [Gribanova T. G., Fokin V. A., Martynov B. V., Trufanov G. E., Pashkova A. A. Possibilities of magnetic resonance perfusion in the differential diagnosis of recurrent gliial brain tumors and post-radiation changes. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. Vestnik Rossiyskoy Voyenno-Meditsinskoy Akademii. 2014;4(48):54–57. (In Russ.)]. EDN: TCFTWH.
12. Кондратьев С. А., Кондратьева Е. А., Кондратьев А. Н. и др. Мышечная слабость в раннем послеоперационном периоде после удаления опухоли головного мозга // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2021. Т. 13, № 4. С. 51–58. [Kondratiev S. A., Kondratyeva E. A., Kondratiev A. N., Lesteva N. A., Kukanov K. K., Ivanova N. E. Muscle weakness in the early postoperative period after removal of a brain tumor. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2021;13(4):51–58. (In Russ.)]. EDN: ERBXEE.
13. Хачатрян В. А., Самочерных К. А., Ким А. В. и др. Вентрикуло-синусстравозостомия в лечении декомпенсированной гидроцефалии у детей (результаты клинической апробации метода) //

Трансляц. мед. 2017;4(1):20–28. [Khachatryan W. A., Samocherny K. A., Kim A. V., Nikolaenko M. S., Sysoev K. V., Don O. A., Shapovalov A. S., Abramov K. B., Ivanov V. P., Kobozev V. V. Ventriculo-sinus transversal

shunt in the treatment of decompensated hydrocephalus in children (The results of clinical testing of the method). Translational Medicine. 2017;4(1):20–28. (In Russ.).] Doi: 10.18705/2311-4495-2017-4-1-20-28.

### Сведения об авторах

Ангелина Викторовна Городнина – врач-нейрохирург Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);  
 Наталья Александровна Лестева – кандидат медицинских наук, заведующая Отделением анестезиологии-реанимации, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии с клиникой, старший научный сотрудник Отделения анестезиологии-реанимации НИЛ нейропротекции и нейрометаболических нарушений 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); врач – анестезиолог-реаниматолог Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);  
 Екатерина Анатольевна Кондратьева – доктор медицинских наук, руководитель группы изучения минимального сознания – ведущий научный сотрудник, член научной панели по комам и хроническим нарушениям сознания Европейской академии неврологии (EAN), врач – анестезиолог-реаниматолог Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Елена Геннадьевна Потёмкина – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник НИЛ патоморфологии нервной системы, врач лучевой диагностики Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Анатолий Николаевич Кондратьев – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач России, заведующий лабораторией, врач – анестезиолог-реаниматолог Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Константин Александрович Самочерных – доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории Отделения нейрохирургии для детей № 7, директор Российской 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);

Михаил Сергеевич Николаенко – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии для детей № 7 Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

### Information about the authors

Angelina V. Gorodnina – Neurosurgeon, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Natalya A. Lesteva – Cand. of Sci. (Med.), Head at the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Associate Professor at the Department of Anesthesiology and Resuscitation with a Clinic, Senior Researcher at the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Research Laboratory of Neuroprotection And Neurometabolic Disorders, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia); Anesthesiologist-Resuscitator, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Ekaterina A. Kondratyeva – Dr. of Sci. (Med.), Head at the Minimal Consciousness Study Group – Leading Researcher, Member at the Scientific Panel on Comas and Chronic Disorders of Consciousness of the European Academy of Neurology (EAN), Anesthesiologist-Resuscitator, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Elena G. Potemkina – Dr. of Sci. (Med.), Leading Researcher at the Research Laboratory of pathomorphology of the Nervous System, Physician in Radiology, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Anatoliy N. Kondratyev – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Honored Doctor of Russia, Anesthesiologist-Resuscitator, Head at the Laboratory, V. A. Almazov National Medical Research Center (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);

Mikhail S. Nikolaenko – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery for Children No. 7, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: KADJGC

УДК 616.133.33-007.64

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_42



## РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАРАКЛИНОИДНЫХ АНЕВРИЗМ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ СУБАРАХНОИДАЛЬНОГО КРОВОИЗЛИЯНИЯ

**Андрей Дмитриевич Зайцев<sup>1</sup>**

✉ andrew.zay97@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0987-3436, SPIN-код: 4155-3064

**Реваз Семенович Джинджихадзе<sup>1</sup>**

✉ brainsurg77@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3283-9524, SPIN-код: 9013-0617

**Андрей Викторович Поляков<sup>1</sup>**

✉ ap.neurosurg@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7413-1968, SPIN-код: 6945-6173

**Вадим Султанбекович Гаджиагаев<sup>1</sup>**

✉ vgadzhiaev@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-7661-4402, SPIN-код: 6519-7380

**Руслан Айратович Султанов<sup>1</sup>**

✉ rus4455@yandex.ru, 0000-0002-2581-8648, SPIN-код: 6865-6586

**Александр Ираклиевич Гвелесиани<sup>1</sup>**

✉ alexgvel46@gmail.com, orcid.org/0009-0002-0027-8582

<sup>1</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимира» (ул. Щепкина, д. 61/2, корп. 1, Москва, Российская Федерация, 129110)

**Резюме**

**ВВЕДЕНИЕ.** Частота встречаемости параклиноидных аневризм (ПА) составляет 5–15 %, 49 % из них являются крупными или гигантскими. Госпитальная летальность пациентов, перенесших разрыв аневризм, составляет 27–67 %. Более чем у половины выживших пациентов наблюдаются стойкий неврологический дефицит и снижение качества жизни. **ЦЕЛЬ.** Оценить непосредственные и отдаленные результаты микрохирургического лечения ПА в остром периоде субарахноидального кровоизлияния (САК).

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Проанализированы результаты клинического обследования и микрохирургического лечения, а также катамнез 75 больных с аневризмами параклиноидной локализации, находившихся в Отделении нейрохирургии Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимира за период с июня 2019 г. по ноябрь 2023 г. Проводили предоперационную клинико-неврологическую оценку состояния пациентов, использовали шкалу комы Глазго (ШКГ) и шкалу Hunt – Hess. Всем пациентам выполняли компьютерную томографию (КТ) головного мозга и КТ-ангиографию. Оценивали размер аневризм, наличие гидроцефалии, внутримозговых и субдуральных гематом, вентрикулярных кровоизлияний, дислокации срединных структур. Использовали следующие оценочные шкалы: Fisher, Hijdra, Graeb. Всем пациентам было выполнено микрохирургическое вмешательство – клипирование аневризм в остром периоде САК. Непосредственные и отдаленные исходы лечения оценивали по модифицированной шкале исходов Глазго (мШИГ) и модифицированной шкале Рэнкина (mRS).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Большинство пациентов прооперировали с использованием традиционных доступов: птерионального (n=36, 48,0 %) и латерального супраорбитального (n=17, 22,7 %). Переднюю клиноидэктомию выполняли в 62 (82,7 %) наблюдениях. В 9 (12,0 %) наблюдениях проводили выделение шейного сегмента внутренней сонной артерии и ретрографидную аспирационную декомпрессию аневризмы. У большинства пациентов отмечали благоприятный и удовлетворительный непосредственные и отдаленные исходы лечения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Микрохирургическое вмешательство является эффективным и безопасным методом лечения ПА в остром периоде кровоизлияния. Индивидуальный подход в выборе доступа, опыт и владение различными техниками «skull base»-хирургии позволяют добиться благоприятного отдаленного исхода у большинства пациентов с минимальным числом послеоперационных осложнений. Оценка непосредственных результатов лечения пациентов с ПА является важным прогностическим фактором, определяющим отдаленные исходы лечения. При сравнении непосредственных и отдаленных результатов отмечается тенденция к увеличению доли благоприятных исходов в группе пациентов с удовлетворительными исходами на момент выписки.

**Ключевые слова:** церебральные аневризмы, параклиноидные аневризмы, сложные аневризмы, микрохирургия, клипирование, исходы лечения, отдаленные исходы

**Для цитирования:** Зайцев А. Д., Джинджихадзе Р. С., Поляков А. В., Гаджиагаев В. С., Султанов Р. А., Гвелесиани А. И. Результаты микрохирургического лечения параклиноидных аневризм в остром периоде

субарахноидального кровоизлияния // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 42–52. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_42.

## RESULTS OF MICROSURGICAL TREATMENT OF PARAACLINOID ANEURYSMS IN ACUTE PERIOD OF RUPTURE

**Andrew D. Zaitsev<sup>1</sup>**

✉ andrew.zay97@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0987-3436, SPIN-code: 4155-3064

**Revaz S. Dzhindzhikhadze<sup>1</sup>**

brainsurg77@gmail.com, orcid.org/0000-0003-3283-9524, SPIN-code: 9013-0617

**Andrey V. Polyakov<sup>1</sup>**

ap.neurosurg@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7413-1968, SPIN-code: 6945-6173

**Vadim S. Gadzhiagaev<sup>1</sup>**

vgadzhiagaev@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-7661-4402, SPIN-code: 6519-7380

**Ruslan A. Sultanov<sup>1</sup>**

rus4455@yandex.ru, 0000-0002-2581-8648, SPIN-code: 6865-6586

**Alexandr I. Gvelesiani<sup>1</sup>**

alexgvel46@gmail.com, orcid.org/0009-0002-0027-8582

<sup>1</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (61/2 Shchepkina street, buil. 1, Moscow, Russian Federation, 129110)

### Abstract

**INTRODUCTION.** Paraclinoid aneurysms (PA) account for 5.4 % of all intracranial aneurysms, 49% of these cases are large or giant. The hospital mortality rate of patients who have undergone aneurysm rupture is 27–67 %. More than half of the survivors have persistent neurological deficits and a decreased quality of life.

**AIM.** To evaluate the immediate and long-term results of microsurgical treatment of PA in the acute period of subarachnoid hemorrhage (SAH).

**MATERIALS AND METHODS.** We analyzed the results of clinical examination, microsurgical treatment, and outcomes of 75 patients with paraclinoid aneurysms who were in the Department of Neurosurgery of the Moscow Regional Research and Clinical Institute for the period from June 2019 to November 2023. A preoperative clinical and neurological assessment of the patients' condition was performed, and the Glasgow Coma Scale (GCS) and the Hunt-Hess scale were used. All patients underwent brain CT and CT angiography. The size of aneurysms, the presence of hydrocephalus, intracerebral and subdural hematomas, ventricular hemorrhages, and dislocations of median structures were assessed. The following evaluation scales were used: Fisher, Hjdra, and Graeb. All patients underwent microsurgical intervention—the clipping of aneurysms in the acute period of SAH. Immediate and long-term treatment outcomes were assessed using the modified Glasgow Outcome Scale (mGOS) and the modified Rankin Scale (mRS).

**RESULTS.** The majority of patients underwent surgery through traditional approaches: pterional (n=36, 48.0 %) and lateral supraorbital (n=17, 22.7 %). Anterior clinoidectomy (AC) was performed in 62 (82.7 %) cases. In 9 (12.0%) cases the cervical segment of the ICA was exposed, and retrograde suction decompression of the aneurysm was performed. The majority of patients had good and satisfactory immediate and long-term treatment outcomes.

**CONCLUSION.** Microsurgical clipping is an effective and safe method of treating PA in the acute period of hemorrhage. Individual approach, experience, and proficiency in various «skull base» surgery techniques make it possible to achieve a good long-term outcome in most patients with a minimum number of postoperative complications. The assessment of immediate treatment outcomes in patients with PA is an important prognostic factor determining long-term treatment outcomes. When comparing immediate and long-term results, there is a tendency to increase the proportion of good outcomes in the group of patients with satisfactory outcomes at the time of discharge.

**Keywords:** intracranial aneurysms, microsurgery, treatment outcome

**For citation:** Zaitsev A. D., Dzhindzhikhadze R. S., Polyakov A. V., Gadzhiagaev V. S., Sultanov R. A., Gvelesiani A. I. Results of microsurgical treatment of paraclinoid aneurysms in acute period of rupture. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):42–52. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_42.

### Введение

Впервые термин «параклиноидная аневризма» (ПА) в 1978 г. использовал S. Nutik [1]. По современным представлениям, параклиноид-

ными принято считать аневризмы внутренней сонной артерии (BCA), расположенные между дистальным дуральным кольцом и устьем задней соединительной артерии [2–4].

Частота встречаемости ПА составляет 5–15 %, 49 % из них являются крупными или гигантскими [5–7]. ПА чаще выявляются у женщин – 71,4–78,9 %, как правило, у лиц трудоспособного возраста – (53,5±6,8) года. Характерно сочетание с аневризмами других локализаций – в 16,9 % случаев [7, 8].

Частота разрывов церебральных аневризм составляет 2–20 случаев на 100 000 населения в год [9–11]. Госпитальная летальность пациентов, перенесших разрыв церебральных аневризм, составляет 11,5–67 % [12–15]. Более чем у половины выживших пациентов наблюдаются стойкий неврологический дефицит и снижение качества жизни [16, 17].

Сложность микрохирургического лечения ПА определяется особенностями рельефа основания черепа и анатомией структур параваскулярной области, а также близостью критических нейроваскулярных образований, таких как зрительный и глазодвигательный нервы, ветви супраклиноидного сегмента ВСА.

**Цель исследования – оценить непосредственные и отдаленные результаты микрохирургического лечения ПА в остром периоде субарахноидального кровоизлияния (САК).**

## Материалы и методы

За период с июня 2019 г. по ноябрь 2023 г. в Отделении нейрохирургии Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимиরского в остром периоде САК прооперированы 945 пациентов с церебральными аневризмами, среди которых 75 (7,93 %) пациентов имели аневризмы параклиноидной локализации. Возраст пациентов варьировал от 29 до 79 лет, средний возраст составил (51,3±10,9) года. Преобладали пациенты женского пола – 78,7 % (n=59).

Проводили клинико-неврологическую оценку состояния пациентов. Для объективизации дооперационного статуса использовали шкалу комы Глазго (ШКГ) и шкалу Hunt – Hess.

Всем пациентам выполняли компьютерную томографию (КТ) головного мозга и КТ-ангиографию. Оценивали размер аневризм, наличие гидроцефалии, внутримозговых и субдуральных гематом, вентрикулярных кровоизлияний, дислокации срединных структур.

Использовали следующие оценочные шкалы: Fisher, Hijdra, Graeb.

Распределение пациентов по ШКГ: в ясном сознании находились 16 (21,3 %) пациентов, в умеренном оглушении – 36 (48,0 %), в глубоком оглушении – 15 (20,0 %), в сопоре – 3 (4,0 %), в умеренной коме – 4 (5,3 %), 1 (1,3 %) пациент прооперирован в глубокой коме.

Распределение пациентов по шкале Hunt – Hess: I – 3 (4,0 %), II – 26 (17,3 %), III – 50 (66,7 %), IV – 4 (5,3 %), V – 6 (8,0 %).

При поступлении гемисиндром наблюдали у 8 (10,7 %) пациентов, глазодвигательные расстройства – у 10 (13,3 %), зрительные расстройства – у 2 (2,7 %) больных.

Средний размер аневризм составил (10,67 ± 5,36) мм. Распределение аневризм по размеру: милиарные – 1 (1,3 %), средние – 56 (74,7 %), крупные – 15 (20,0 %), гигантские – 3 (4,0 %).

Распределение пациентов по степени выраженности интракраниального кровоизлияния по шкале Fisher: I – 5 (6,7 %) пациентов, II – 11 (14,7 %), III – 17 (22,6 %), IV – 42 (56,0 %).

Распределение пациентов по степени выраженности САК по шкале Hijdra: умеренное САК (0–10 баллов) – 30 (40,0 %) пациентов, выраженное САК (11–20 баллов) – 20 (26,7 %), массивное САК (21–30 баллов) – 25 (33,3 %).

Вентрикулярное кровоизлияние выявлено у 38 (50,7 %) пациентов. Распределение пациентов по степени выраженности вентрикулярного кровоизлияния по шкале Graeb: незначительное кровоизлияние (1–4 балла) – 31 (81,6 %) пациент, умеренное кровоизлияние (5–8 баллов) – 5 (13,2 %), выраженное кровоизлияние (9–12 баллов) – 2 (5,3 %).

Гидроцефалия выявлена у 25 (33,3 %) пациентов, внутримозговые гематомы – у 16 (21,3 %), латеральная дислокация срединных структур – у 11 (14,7 %), субдуральные гематомы – у 5 (6,7 %) пациентов.

Всем пациентам было выполнено микрохирургическое вмешательство – клипирование аневризм в остром периоде САК. В первые 48 ч от момента разрыва прооперированы 36 (48,0 %) пациентов, в первые 14 суток – 70 (93,3 %).

Непосредственные исходы лечения оценивали на момент выписки пациентов из клини-

**Таблица 1. Распределение пациентов с ПА по выполненному доступу****Table 1. Distribution of patients with PA according to performed approaches**

Доступ	Число пациентов, n	%
	75	100,0
Птериональный	36	48,0
Латеральный супраорбитальный	17	22,7
Орбитоптериональный	5	6,7
Однолоскутный орбитозигоматический	11	14,7
Малый трансорбитальный	2	2,7
Декомпрессивная гемикраниэктомия	4	5,3
Передняя клиноидэктомия	62	82,7
Инtradуральная	36	58,1
Экстрадуральная	26	34,7
Ретроградная аспирация	9	12,0

ки. Отдаленные результаты лечения оценивали в сроки от 6 месяцев и более после выписки. Исходы лечения оценивали по модифицированной шкале исходов Глазго (мШИГ) и модифицированной шкале Рэнкина (mRS).

### Результаты исследования

Большинство пациентов прооперировали с использованием традиционных доступов: птерионального (n=36, 48,0 %) и латерального супраорбитального (n=17, 22,7 %). Пациентам с крупными и гигантскими аневризмами выполняли орбитоптериональный (n=5, 6,7 %) и однолоскутный орбитозигоматический (n=11, 14,7 %) доступы. Двум пациентам (2,7 %) с небольшими аневризмами офтальмического сегмента с верхним направлением купола выполнили малый трансорбитальный доступ. Пациентам, находившимся в тяжелом состоянии, с внутримозговыми гематомами и выраженной латеральной дислокацией срединных структур, выполняли декомпрессивную гемикраниэктомию (n=4, 5,3 %).

В большинстве случаев в ходе доступа к аневризме выполняли переднюю клиноидэктомию (ПК) – 62 (82,7 %) пациента, при этом интрадуральную технику применяли у 36 (58,1 %) пациентов, экстрадуральную – у 26 (34,7 %). В 9 (12,0 %) наблюдениях шейка крупных аневризм располагалась в области клиноидного сегмента, что не позволяло обеспе-

чить ранний интракраниальный проксимальный контроль кровотока. Данным пациентам проводили выделение шейного сегмента ВСА и ретроградную аспирационную декомпрессию аневризмы (n=9).

Распределение пациентов по выполненному доступу приведено в табл. 1.

Осложнения носили единичный характер: зрительные расстройства – 3 (4,2 %) пациента, ликворея – 1 (1,4 %), напряженная пневмоцефалия – 1 (1,4 %).

Катамнез прослежен у 71 (94,7 %) пациента. Срок наблюдения варьировал от 6 до 53 месяцев, со средним значением (27,55±13,48) месяца.

Распределение пациентов по результатам лечения приведено в табл. 2; 3.

У большинства пациентов отмечали благоприятный и удовлетворительный непосредственные исходы лечения. При катамнестиче-

**Таблица 2. Распределение пациентов по результатам лечения по мШИ****Table 2. Distribution of patients according to outcomes by mGOS**

Исходы	Число пациентов, n	%
<b>Непосредственные</b>	<b>75</b>	<b>100</b>
Благоприятный, 8–7 балла	49	65,3
Удовлетворительный, 6–4 балла	16	21,3
Неудовлетворительный, 3–1 балл	10	13,3
<b>Отдаленные</b>	<b>71</b>	<b>100</b>
Благоприятный, 8–7 балла	56	78,9
Удовлетворительный, 6–4 балла	5	7,0
Неудовлетворительный, 3–1 балл	10	14,1

**Таблица 3. Распределение пациентов по результатам лечения по mRS****Table 3. Distribution of patients according to outcomes by mRS**

Исходы	Число пациентов, n	%
<b>Непосредственные</b>	<b>75</b>	<b>100</b>
Благоприятный, 0–2 балла	45	60,0
Удовлетворительный, 3–4 балла	20	26,7
Неудовлетворительный, 5–6 баллов	10	13,3
<b>Отдаленные</b>	<b>71</b>	<b>100</b>
Благоприятный, 0–2 балла	57	80,3
Удовлетворительный, 3–4 балла	4	5,6
Неудовлетворительный, 5–6 баллов	10	14,1

ской оценке у большинства пациентов с удовлетворительным непосредственным исходом на фоне реабилитационного лечения отметили благоприятный отдаленный исход. Число пациентов с неудовлетворительным отдаленным исходом не увеличилось.

## Обсуждение

В связи с бурным развитием эндоваскулярных технологий доля ПА, прооперированных эндоваскулярно, постоянно увеличивается [18–22]. Однако эндоваскулярные техники имеют ряд недостатков, а также могут иметь анатомические и клинические противопоказания.

Эндоваскулярные методы обладают меньшей радикальностью. Тотальная окклюзия аневризмы в течение первого года после вмешательства наблюдается лишь в 67 % наблюдений, в сравнении с 83 % при микрохирургическом клипировании [23].

Стенозы, кинкинг, гипо-/аплазия брахиоцефальных артерий могут осложнить эндоваскулярный доступ. Большая разница в диаметре между проксимальным и дистальным сегментами артерии, а также расположение аневризмы в области бифуркации не позволяют имплантировать поток-перенаправляющий стент [21, 22].

Установка стентов требует назначения двойной дезагрегантной терапии. Указанная особенность значительно сужает возможности имплантации стентов у пациентов, находящихся в острой стадии аневризматического САК, из-за рисков повторного разрыва в послеоперационном периоде, а также при наличии прочих клинических противопоказаний к дезагрегантам [21, 22, 24].

Эмболизация крупных и гигантских частично тромбированных аневризм ассоциирована с рисками неполной окклюзии, а также миграции микроспиралей в тромботические массы с последующей реканализацией аневризмы, что наблюдается в 37–58 % случаев [21, 22, 25, 26].

Кроме этого, окклюзия аневризм, имеющих широкую шейку, микроспиралами несет риски пролапса микроспиралей в просвет артерии с ее последующим тромбозом или развитием тромбоэмбологических осложнений, наблюда-

емых, по данным литературы, в 2–15 % случаев [27].

Быстрое тромбирование крупных и гигантских аневризм после установки поток-перенаправляющего стента или эмболизации может увеличить объемное воздействие аневризмы на окружающие структуры и усугубить очаговый неврологический дефицит [21, 22, 25, 26, 28].

Эндоваскулярные вмешательства имеют меньшие риски интраоперационного разрыва по сравнению с микрохирургическими – 5 и 19 % соответственно. Однако, учитывая невозможность экстренной остановки повторного кровотечения из аневризмы эндоваскулярными методами, они сопряжены со значительными большими рисками летального исхода, вероятность которого достигает 40 % [27].

Учитывая вышесказанное, микрохирургическое лечение ПА в остром периоде кровоизлияния не теряет своей актуальности, особенно у молодых пациентов, имеющих крупные и гигантские частично тромбированные аневризмы, сопровождающиеся зрительными нарушениями [29–32].

Ключевым техническим приемом в микрохирургии ПА является ПК. ПК может быть показана для доступа к проксимальным отделам шейки аневризм, а также с целью обеспечения возможности наложения временных клипсов на клиноидный или офтальмический сегмент ВСА проксимальнее аневризмы [30, 33–35].

Инtradуральная ПК является менее травматичным методом, позволяет проводить резекцию переднего наклоненного отростка под полным визуальным контролем прилегающих структур [36–38]. Экстрадуральная ПК обеспечивает полную резекцию переднего наклоненного отростка, а также раннюю декомпрессию зрительного канала. Твердая мозговая оболочка (ТМО) при этом является естественным барьером, защищающим нейроваскулярные образования от механического и термического воздействия [37, 39–41].

В случаях, когда интракраниальный проксимальный контроль кровотока невозможен в связи с низким расположением шейки крупных ПА, показано выполнение временного треппинга внутренней сонной артерии с по-

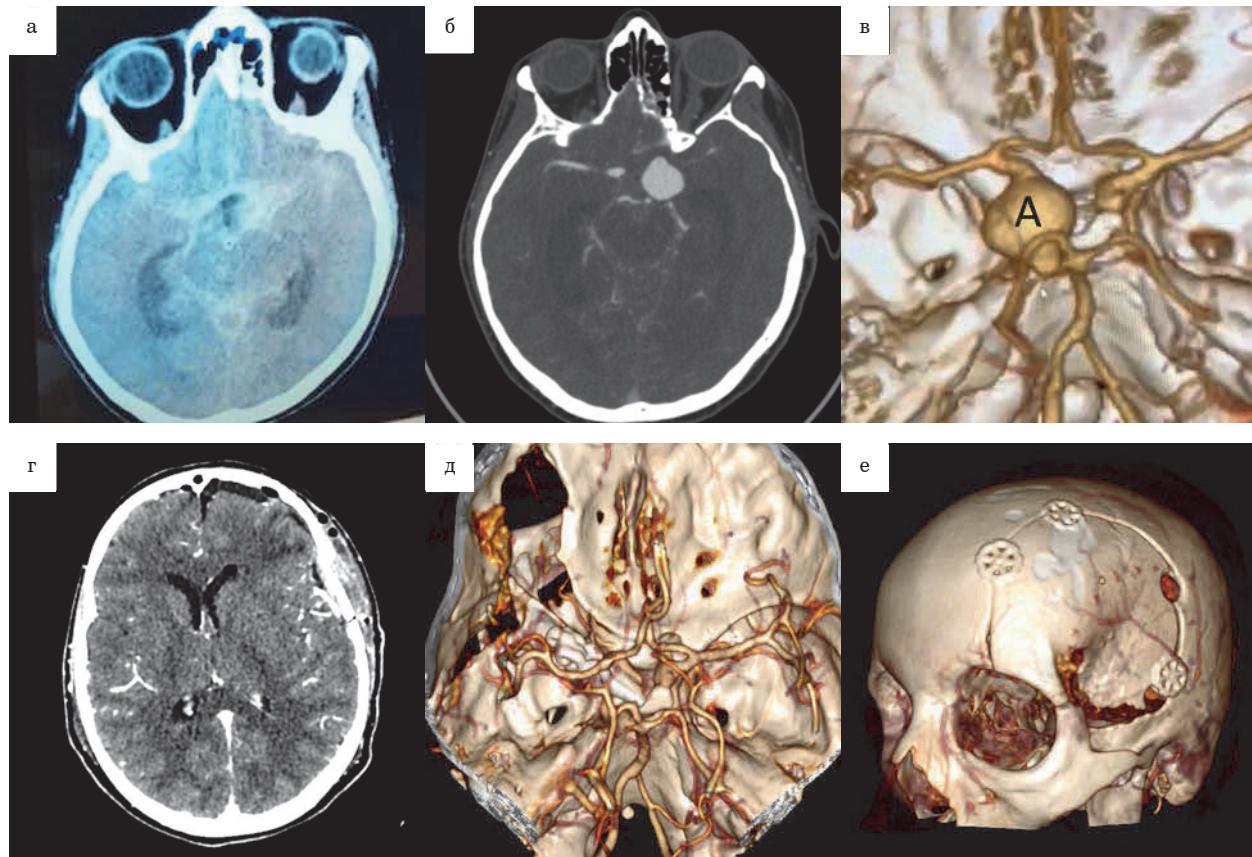
следующей ретроградной аспирационной декомпрессией аневризмы. Ретроградная аспирационная декомпрессия является безопасным и эффективным методом, ассоциирована с высокой радикальностью клипирования, хорошими отдаленными неврологическими исходами и низкой частотой осложнений [7, 42, 43].

Приводим данные нейровизуализации прооперированных пациентов (рис. 1; 2).

В работе Крылова и др., посвященной диагностике и лечению пациентов с гигантскими церебральными аневризмами, представлена серия из 11 пациентов, имеющих аневризмы офтальмического сегмента внутренней сонной артерии. Лишь 3 (27,3 %) из них выполнили микрохирургическое клипирование, остальным – эндоваскулярные вмешательства. Авторы отметили, что у пациентов в компенсированном состоянии с гигантской мешотча-

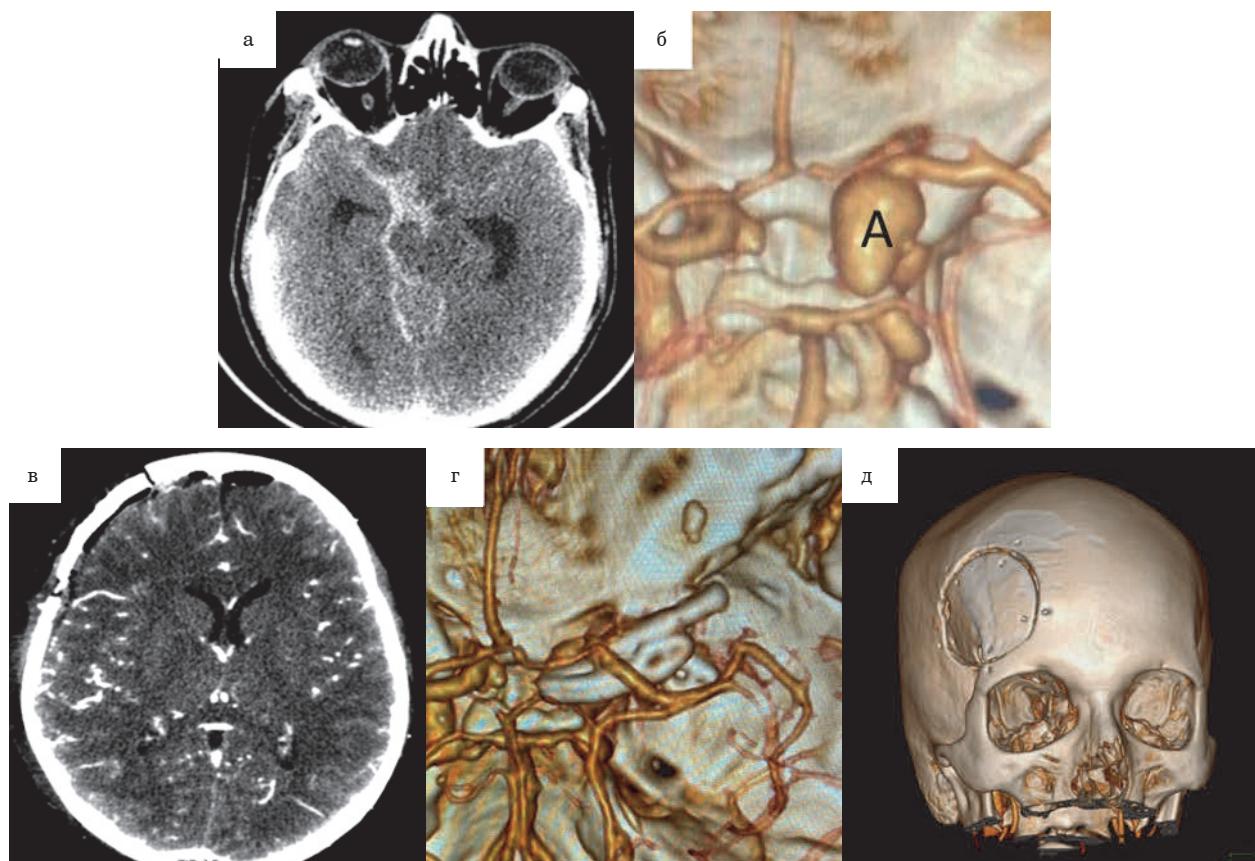
той аневризмой доступной локализации целесообразно проведение открытого оперативного вмешательства со вскрытием и иссечением купола, удалением тромботических масс. При отсутствии выраженного объемного воздействия и расположения аневризмы проксимальнее офтальмического сегмента ВСА целесообразно проведение эндоваскулярного вмешательства [44].

По данным Шехтмана и др., клипирование крупных и гигантских аневризм ВСА с применением методики ретроградной аспирационной декомпрессии остается высокоэффективным радикальным методом лечения с благоприятными ранними и отдаленными исходами. В большой серии наблюдений авторы отметили успешные результаты лечения пациентов: благоприятные исходы (ШИГ 5–4) были получены в 86,3 % (n=233) случаев. При ана-



**Рис. 1.** Пациентка Б., 37 лет. Нативная КТ головного мозга, массивное базальное САК (а); дооперационная КТ-ангиография, гигантская параклиноидная аневризма левой ВСА (б, в); послеоперационная КТ-ангиография, выполнена экстрадуральная резекция крыши орбиты и ПНО, аневризма выключена из кровотока (г, д); орбитозигоматический костный лоскут фиксирован краинофиксами (е). А – аневризма

**Fig. 1.** Patient B., 37 y. o. CT of the brain, massive basal SAH (a); CT angiography before surgery, giant PA of the left ICA (b, v); CT angiography after surgery, extradural resection of the orbit roof and anterior clinoid process was performed, aneurysm is excluded from circulation (g, d); orbitozygomatic bone flap was fixed with three craniofixes (e). A – aneurysm



**Рис. 2.** Пациент Л., 49 лет. Нативная КТ головного мозга, массивное базальное САК (а); дооперационная КТ-ангиография, аневризма офтальмического сегмента правой ВСА (б); послеоперационная КТ-ангиография, выполнена интрануральная ПК, аневризма выключена из кровотока (в, г); птериональный костный лоскут фиксирован костными швами (д). А – аневризма

**Fig. 2.** Patient L., 49 y. o. CT of the brain, massive basal SAH (a); CT angiography before surgery, aneurysm of the ophthalmic segment of the right ICA (b); CT angiography after surgery, intradural anterior clinoidectomy was performed, aneurysm is excluded from circulation (c, g); pterional bone flap was fixed with bone stitches (d). A – aneurysm

лизе динамики очаговых симптомов авторы отметили, что грубые двигательные и зрительные нарушения со временем имеют слабую тенденцию к восстановлению [45].

Kamide et al. продемонстрировали эффективность и безопасность микрохирургического клипирования каротидно-офтальмических аневризм на примере серии из 208 наблюдений. Хорошие исходы (mRS 0–2) наблюдали в 96,2 % случаев. Наиболее опасным потенциальным осложнением микрохирургического клипирования авторы посчитали возможные зрительные расстройства, среди которых отмечали монокулярную слепоту в 4,3 %, гемианопсию/квадрантанопсию – в 3,8 %, снижение остроты зрения – в 2,4% [30].

В статье Luzzi et al. представлен опыт лечения 53 пациентов с ПА, 21 (39,6 %) из которых имели в анамнезе САК. Тотальную окклюзию аневризм отмечали в 93 % наблюдений. Среди

пациентов с предоперационными нарушениями зрения регресс зрительных расстройств отметили у 36,3 %, ухудшение зрения – у 18,1 %. У 63,6 % пациентов дооперационные нарушения зрения остались на прежнем уровне. Новые зрительные расстройства после хирургического вмешательства отметили в 14,2 % наблюдений. В серии пациентов, перенесших разрыв ПА, благоприятные исходы микрохирургического лечения (mRS 0–2) отметили у 13 (61,9 %) пациентов.

Falk Delgado et al. провели сравнительный метаанализ микрохирургического и эндоваскулярного лечения разорвавшихся каротидно-офтальмических аневризм. В исследование включили 152 пациента, 85 (55,9 %) из которых перенесли микрохирургическое клипирование, 67 (44,1 %) – эндоваскулярное лечение. Достоверных различий клинических исходов выявлено не было. Однако авторы отметили, что

выводы были сделаны на основании небольшого количества существующих исследований низкого/среднего качества [46].

В сравнительном метаанализе Rodriguez-Calienes et al. отметили более высокую radicalность микрохирургического лечения ПА. Полную окклюзию аневризм наблюдали в 94 % случаев при микрохирургическом клипировании и в 69 % при эндоваскулярных вмешательствах. С точки зрения риска реканализации, микрохирургия также имела лучшие результаты в сравнении с эндоваскулярными вмешательствами – 1 и 12 % соответственно. Однако эндоваскулярная хирургия, по результатам исследования, оказалась более безопасной. Риски интра- и послеоперационных осложнений при эндоваскулярных вмешательствах составили 10 %, а при микрохирургических – 24 %. Следует отметить, что авторы оценивали эффективность и безопасность эндоваскулярной хирургии в целом, результаты имплантации поток-перенаправляющих стентов могут быть лучше [47].

Мы не проводили сравнительного исследования микрохирургического и эндоваскулярного лечения. Однако при анализе результатов микрохирургического клипирования мы наблюдали благоприятные непосредственные (65,3 % по мШИГ, 60,0 % по mRS) и отдаленные (78,9 % по мШИГ, 80,3 % по mRS) исходы у большинства пациентов.

## Заключение

Таким образом, микрохирургическое вмешательство является эффективным и безопасным методом лечения ПА в остром периоде кровоизлияния. Индивидуальный подход в выборе доступа, опыт и владение различными техниками «skull base»-хирургии позволяют добиться благоприятного отдаленного исхода лечения у большинства пациентов с минимальным числом послеоперационных осложнений.

Оценка непосредственных результатов лечения пациентов с ПК является важным прогностическим фактором, определяющим отдаленные функциональные исходы лечения. При сравнении непосредственных и отдаленных результатов лечения отмечается тенден-

ция к увеличению доли благоприятных исходов в группе пациентов с удовлетворительными исходами на момент выписки. Увеличения числа неблагоприятных исходов не наблюдается.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

1. Nutik S. Carotid paraclinoid aneurysms with intradural origin and intracavernous location. *Journal of neurosurgery.* 1978;48(4):526–533. Doi: 10.3171/JNS.1978.48.4.0526.
2. Javalkar V., Banerjee A. D., Nanda A. Paraclinoid carotid aneurysms. *Journal of Clinical Neuroscience* 2011;18(1):13–22. Doi: 10.1016/j.jocn.2010.06.020.
3. Heros R. C., Nelson P. B., Ojemann R. G., Crowell R. M., DeBrun G. Large and giant paraclinoid aneurysms: surgical techniques, complications, and results. *Neurosurgery.* 1983;12(2):153–163. Doi: 10.1227/00006123-198302000-00004.
4. Raper D. M. S., Ding D., Peterson E. C., Crowley R. W., Liu K. C., Chalouhi N., Hasan D. M., Dumont A. S., Jabbour P., Starke R. M. Cavernous carotid aneurysms: a new treatment paradigm in the era of flow diversion. Expert review of neurotherapeutics. 2017;17(2):155–163. Doi: 10.1080/14737175.2016.1212661.
5. Abdulateef A. A., Morita S., Ismail M., Sharma M., Hoz S. S., Numazawa S., Ito Y., Watanabe S., Mori K. Supraorbital keyhole approach for paraclinoid aneurysms clipping: A case series with literature review. *Surgical neurology international.* 2023;(14). Doi: 10.25259/SNI\_251\_2023.
6. Fulkerson D. H., Horner T. C., Payner T. D., Leipzig T. J., Scott J. A., Denardo A. J., Redelman K., Goodman J. M. Results, outcomes, and follow-up of remnants in the treatment of ophthalmic aneurysms: a 16-year experience of a combined neurosurgical and endovascular team. *Neurosurgery.* 2009;64(2):218–229. Doi: 10.1227/01.NEU.0000337127.73667.80.
7. Flores B. C., White J. A., Hunt Batjer H., Samson D. S. The 25th anniversary of the retrograde suction decompression technique (Dallas technique) for the surgical management of paraclinoid aneurysms: Historical background, systematic review, and pooled analysis of the literature. *Journal of Neurosurgery.* 2019;130(3):902–916. Doi: 10.3171/2017.11.JNS17546.
8. Шехтман О. Д., Элиава Ш. Ш., Яковлев С. Б. и др. Современная роль микрохирургии в лечении крупных

- и гигантских аневризм внутренней сонной артерии // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2016. Т. 80, № 5. С. 51–61. [Shekhtman O. D., Eliava Sh. Sh., Yakovlev S. B., Pilipenko Iu. V., Konovalov An. N. The modern role of microsurgery in treatment of large and giant aneurysms of the internal carotid artery. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2016;80(5):51–61. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/neiro201680551-61. EDN: WZSVUX.
9. Bederson J. B., Connolly E. S., Batjer H. H., Dacey R. G., Dion J. E., Diringer M. N., Duldner J. E., Harbaugh R. E., Patel A. B., Rosenwasser R. H. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a statement for healthcare professionals from a special writing group of the Stroke Council, American Heart Association. Stroke. 2009;40(3):994–1025. Doi: 10.1161/STROKEA-HA.108.191395.
10. Juvela S. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: risks for aneurysm formation, growth, and rupture. Acta neurochirurgica. Supplement. 2002;82(82):27–30. Doi: 10.1007/978-3-7091-6736-6\_5.
11. Inagawa T., Hirano A. Autopsy study of unruptured incidental intracranial aneurysms. Surgical neurology. 1990;34(6):361–365. Doi: 10.1016/0090-3019(90)90237-J.
12. Steiner T., Juvela S., Unterberg A., Jung C., Forsting M., Rinkel G. European Stroke Organization guidelines for the management of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage. Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland). 2013;35(2):93–112. Doi: 10.1159/000346087.
13. Крылов В. В. Микрохирургия аневризм сосудов головного мозга. М.: АБВ-пресс, 2022. 856 с. [Krylov V.V. Mikrokhirurgiya anevrizm sosudov golovnogo mozga. Moscow: ABV-press; 2022. 856 p. (In Russ.)]. EDN: IVKOCL.
14. Suarez J. I., Tarr R. W., Selman W. R. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage. The New England journal of medicine. 2006;354(4):387–396. Doi: 10.1056/NEJMRA052732.
15. Крылов В. В., Шатохин Т. А., Шетова И. М. и др. Российское исследование по хирургии аневризм головного мозга: продолжение (РИХА II) // Вопросы нейрохирургии: Журнал имени Н. Н. Бурденко. 2024. Т. 88, № 1. С. 7–20. [Krylov V. V., Shatokhin T. A., Shetova I. M., Eliava Sh. Sh., Belousova O. B., Airapetyan A. A., Alekseev A. G., Asratyan S. A., Bakharev E. Yu., Vorobyov I. A., Dedkov D. S., Dubovoy A. V., Eliseev V. V., Elfimov A. V., Kozhaev Z. U., Kolotvinov V. S., Kosmachev M. V., Kravets L. Ya., Kushniruk P. I., Myachin N. L., Parfenov V. E., Rodionov S. V., Semin P. A., Khasanshin E. M., Shnyakin P. G., Yakhontov I. S. Russian study on brain aneurysm surgery: a continuation (RIHA II). Burdenko's Journal of Neurosurgery. 2024;88(1):7–20. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/neiro201680551-61. EDN: QITDXY
16. Lawton M. T., Vates G. E. Subarachnoid Hemorrhage. The New England journal of medicine. 2017;377(3):257–266. Doi: 10.1056/NEJMCP1605827.
17. Taufique Z., May T., Meyers E., Falo C., Mayer S.A., Agarwal S., Park S., Connolly E. S., Claassen J., Schmidt J. M. Predictors of Poor Quality of Life 1 Year After Subarachnoid Hemorrhage. Neurosurgery. 2016;78(2):256–263. Doi: 10.1227/NEU.0000000000001042.
18. Sun Y., Wan B., Li Q., Li T., Huang G., Zhang W., Yang J., Tong X. Endovascular Treatment for Cavernous Carotid Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of stroke and cerebrovascular diseases. The official journal of National Stroke Association. 2020;29(6). Doi: 10.1016/J.JSTROKECEREBROVASC-DIS.2020.104808.
19. Fang S., Lanzino G. Paraclinoid aneurysms: is there a new endovascular standard?. Neurological research. 2014;36(4):314–322. Doi: 10.1179/1743132814Y.0000000326.
20. Wang Y., Yu J. Endovascular treatment of aneurysms of the paraophthalmic segment of the internal carotid artery: Current status. Frontiers in neurology. 2022;13. Doi: 10.3389/FNEUR.2022.913704.
21. Яковлев С. Б., Арутамян С. Р., Дорохов П. С. и др. Эндоваскулярное лечение крупных и гигантских интракраниальных аневризм с использованием потокопреренаправляющих стентов // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2015. Т. 79, № 4. С. 19–27. [Yakovlev S. B., Arustamyan S. R., Dorokhov P. S., Bocharov A. V., Bukharin E. Y., Arkhangel'skaya Y. N., Aref'eva I. A. Endovascular treatment of large and giant intracranial aneurysms using flow-diverting stents. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2015;79(4):19–27. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/neiro201579419-27. EDN: UIKOEX.
22. Арутамян С. Р., Яковлев С. Б., Бочаров А. В. и др. Эндоваскулярное лечение крупных и гигантских интракраниальных аневризм с использованием стент-ассистирующей методики // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2015. Т. 79, № 4. С. 28–37. [Arustamyan S. R., Yakovlev S. B., Bocharov A. V., Bukharin E. Y., Dorokhov P. S., Mikeladze K. G., Belousova O. B. Endovascular treatment of large and giant intracranial aneurysms using stent assistance. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2015;79(4):28–37. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/neiro201579428-37. EDN: UIKOFH.
23. Lindgren A., Vergouwen M. Di, van der Schaaf I., Algra A., Wermer M., Clarke M. J., Rinkel G. J. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for people with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. The Cochrane database of systematic reviews. 2018;8(8). Doi: 10.1002/14651858.CD003085.PUB3.
24. Katsaridis V., Papagiannaki C., Violaris C. Embolization of Acutely Ruptured and Unruptured Wide-Necked Cerebral Aneurysms Using the Neuroform2 Stent without Pretreatment with Antiplatelets: A Single Center Experience. AJNR: American Journal of Neuroradiology. 2006;27(5):1123. Available from: <https://www.ajnr.org/content/27/5/1123.long> [Accessed 28 July 2023].
25. Sluzewski M., Menovsky T., Van Rooij W. J., Wijnalda D. Coiling of Very Large or Giant Cerebral Aneurysms: Long-Term Clinical and Serial Angiographic Results. AJNR: American Journal of Neuroradiology. 2003;24(2):257. Available from: <https://www.ajnr.org/content/24/2/257> [Accessed 28 July 2023].
26. Chalouhi N., Tjoumakaris S., Gonzalez L. F., Dumont A. S., Starke R. M., Hasan D., Wu C., Singhal S., Moukarzel L. A., Rosenwasser R., Jabbour P. M. Coiling of large and giant aneurysms: complications and long-term results of 334 cases. AJNR: American Journal of Neuroradiology. 2014;35(3):546–552. Doi: 10.3174/AJNR.A3696.
27. Ihn Y. K., Shin S. H., Baik S. K., Choi I. S. Complications of endovascular treatment for intracranial aneurysms: Management and prevention. Interventional Neuroradiology. 2018;24(3):237–245. Doi: 10.1177/1591019918758493.
28. Blanc R., Weill A., Piotin M., Ross I. B., Moret J. Delayed Stroke Secondary to Increasing Mass Effect after Endovascular Treatment of a Giant Aneurysm by Parent Vessel Occlusion. AJNR: American Journal of Neuroradiology. 2001;22(10):1841. Available from: <https://www.ajnr.org/content/22/10/1841.long> [Accessed 28 July 2023].
29. Luzzi S., Del Maestro M., Galzio R. Microneurosurgery for Paraclinoid Aneurysms in the Context of Flow Diverters. Acta neurochirurgica. Supplement. 2021;132(47–53. Doi: 10.1007/978-3-030-63453-7\_7.
30. Kamide T., Tabani H., Safaei M. M., Burkhardt J. K., Lawton M. T. Microsurgical clipping of ophthalmic artery aneurysms: Surgical results and visual outcomes with 208 aneurysms. Journal of Neurosurgery. 2018;129(6):1511–1521. Doi: 10.3171/2017.7.JNS17673.

31. Ландик С. А., Свистов Д. В., Кандыба Д. В. и др. Сравнительный анализ исходов микрохирургического и внутрисосудистого лечения аневризм головного мозга // Нейрохирургия. 2009. Т. 1. С. 16–23. [Landik S. A., Svistov D. V., Kandyba D. V., Savello A. V. Sravnitel'nyi analiz iskhodov mikrokhirurgicheskogo i vnutrisosudistogo lecheniya anevrism golovnogo mozga. 2009;(1):16–23. (In Russ.)]. EDN: KGBPLB.
32. Джинджихадзе Р. С., Древаль О. Н., Лазарев В. А. и др. Минимальная орбитозигоматическая краниотомия в хирургии супратенториальных аневризм и образований передней и средней черепных ямок // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2016. Т. 80, № 4. С. 40–47. [Dzhindzhikhadze R. S., Dreval' O. N., Lazarov V. A., Kambiev R. L. Mini-orbitozygomatic craniotomy in surgery for supratentorial aneurysms and tumors of the anterior and middle cranial fossae. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2016;80(4):40–47. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/neiro20160440-47. EDN: WGEVPB.
33. Yamada Y., Ansari A., Sae-Ngou T., Tanaka R., Kawase T., Kalyan S., Kato Y. Microsurgical treatment of paraclinoid aneurysms by extradural anterior clinoidectomy: The fujita experience. Asian Journal of Neurosurgery. 2019;14(03):868–872. Doi: 10.4103/ajns.ajns\_130\_17.
34. Otani N., Toyooka T., Wada K., Mori K. Modified extradural temporopolar approach with suction decompression for clipping of large paraclinoid aneurysm: Technical note. Surgical Neurology International. 2017;8(1). Doi: 10.4103/sni.sni\_377\_16.
35. Khan N., Yoshimura S., Roth P., Cesnulis E., Koenue-Lebbeicioglu D., Curcic M., Imhof H.-G., Yonekawa Y. Conventional microsurgical treatment of paraclinoid aneurysms: state of the art with the use of the selective extradural anterior clinoidectomy SEAC. Acta neurochirurgica. Supplement. 2005;(94):23–29. Doi: 10.1007/3-211-27911-3\_5.
36. Sai Kiran N. A., Furtado S. V., Hegde A. S. How i do it: Anterior clinoidectomy and optic canal unroofing for microneurosurgical management of ophthalmic segment aneurysms. Acta Neurochirurgica. 2013;155(6):1025–1029. Doi: 10.1007/s00701-013-1685-1.
37. Meybodi A. T., Lawton M. T., Yousef S., Guo X., Sánchez J. J. G., Tabani H., García S., Burkhardt J. K., Benet A. Anterior clinoidectomy using an extradural and intradural 2-step hybrid technique. Journal of neurosurgery. 2018;130(1):238–247. Doi: 10.3171/2017.8.JNS171522.
38. Huynh-Le P., Natori Y., Sasaki T. Intra- and extradural anterior clinoidectomy: anatomy review and surgical technique step by step. Surgical and Radiologic Anatomy. 2021;43(8):1291–1303. Doi: 10.1007/s00276-021-02681-1.
39. Belkhair S., Guerrero Maldonado A., Tymianski M., Radovanovic I. Extra-Dural Anterior Clinoidectomy through the Lateral Supraorbital Approach: Surgical Anatomy and Initial Clinical Experience. Journal of Neurological
- Surgery Part B: Skull Base. 2014;75(S 01). Doi: 10.1055/S-0034-1370418.
40. Jean W. C. How I do it: extradural clinoidectomy. Acta Neurochirurgica. 2019;161(12):2583–2586. Doi: 10.1007/s00701-019-04066-1.
41. Mishra S., Leão B., Rosito D. Extradural anterior clinoidectomy: Technical nuances from a learner's perspective. Asian Journal of Neurosurgery. 2017;12(02):189–193. Doi: 10.4103/1793-5482.145544.
42. Takeuchi S., Tanikawa R., Goehre F., Hernesniemi J., Tsuboi T., Noda K., Miyata S., Ota N., Sakakibara F., Andrade-Barazarte H., Kamiyama H. Retrograde Suction Decompression for Clip Occlusion of Internal Carotid Artery Communicating Segment Aneurysms. World neurosurgery. 2016;(89):19–25. Doi: 10.1016/j.wneu.2015.12.095.
43. Otani N., Wada K., Toyooka T., Fujii K., Ueno H., Tomura S., Tomiyama A., Nakao Y., Yamamoto T., Mori K. Usefulness of Suction Decompression Method Combined with Extradural Temporopolar Approach during Clipping of Complicated Internal Carotid Artery Aneurysm. World Neurosurgery. 2016;(90):293–299. Doi: 10.1016/j.wneu.2016.02.120.
44. Крылов В. В., Климов А. Б., Полунина Н. А. Диагностика и лечение больных с гигантскими аневризмами сосудов головного мозга // Нейрохирургия. 2010. Т. 3. С. 14–24. [Krylov V. V., Klimov A. B., Polunina N. A. Diagnostika i lechenie bol'nykh s gigantskimi anevrizmami sosudov golovnogo mozga. Russian journal of neurosurgery. 2010;3:14–24. (In Russ.)]. EDN: NXNTSD.
45. Шехтман О. Д., Элиава Ш. Ш., Пилипенко Ю. В. и др. Отдаленные результаты лечения больных с крупными и гигантскими интракраниальными аневризмами внутренней сонной артерии // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2013. Т. 77, № 3. С. 21–26. [Shekhtman O. D., Eliava Sh. Sh., Pilipenko Yu. V., Kheireddin A. S., Okishev D. N., Barchunov B. V., Kaftanov A. V. Long-term results of treatment of patients with large or giant intracranial aneurysms of internal carotid artery. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2013;77(3):21–26. (In Russ.)]. EDN: QBVMDL.
46. Falk Delgado A., Andersson T., Falk Delgado A. Ruptured carotid-ophthalmic aneurysm treatment: a non-inferiority meta-analysis comparing endovascular coiling and surgical clipping. British journal of neurosurgery. 2017;31(3):345–349. Doi: 10.1080/02688697.2017.1297371.
47. Rodriguez-Calienes A., Borjas-Calderón N.F., Vivanco-Suarez J., Zila-Velasque J.P., Chavez-Malpartida S.S., Terry F., Grados-Espinoza P., Saal-Zapata G. Endovascular Treatment and Microsurgical Clipping for the Management of Paraclinoid Intracranial Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. World Neurosurgery. 2023;(178):e489–e509. Doi: 10.1016/j.wneu.2023.07.108.

## Сведения об авторах

Андрей Дмитриевич Зайцев – младший научный сотрудник, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимировского (Москва, Россия);

Реваз Семенович Джинджихадзе – доктор медицинских наук, доцент, руководитель Отделения нейрохирургии, профессор курса «Нейрохирургия» Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимировского (Москва, Россия); главный внештатный сотрудник по Московской области;

Андрей Викторович Поляков – кандидат медицинских наук, заведующий отделением нейрохирургии, доцент курса нейрохирургии Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимировского (Москва, Россия);

Вадим Султанбекович Гаджиагаев – младший научный сотрудник, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимировского (Москва, Россия);

Руслан Айратович Султанов – кандидат медицинских наук, научный сотрудник, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимировского (Москва, Россия);

Александр Ираклиевич Гвелесиани – ординатор курса «Нейрохирургия» Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М. Ф. Владимировского (Москва, Россия).

**Information about the authors**

*Andrew D. Zaitsev* – Junior Researcher, Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery, Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (Moscow, Russia);

*Revaz S. Dzhindzhikhadze* – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head at the Neurosurgery Department, Professor of Neurosurgery Course, Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (Moscow, Russia); Chief Freelance Employee in the Moscow Region;

*Andrey V. Polyakov* – Cand. of Sci. (Med.), Head at the Department of Neurosurgery, Associate Professor of Neurosurgery, Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (Moscow, Russia);

*Принята к публикации 26.08.2024*

*Vadim S. Gadzhiaeva* – Junior Researcher, Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery, Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (Moscow, Russia);

*Ruslan A. Sultanov* – Cand. of Sci. (Med.), Researcher, Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery, Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (Moscow, Russia);

*Alexandr I. Gvelesiani* – Resident of the Course “Neurosurgery”, Moscow Regional Research and Clinical Institute (“MONIKI”) (Moscow, Russia).

*Accepted 26.08.2024*



## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ НАВИГАЦИИ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С МЕТАСТАТИЧЕСКИМИ ОПУХОЛЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

**Олег Иванович Кит<sup>1</sup>**

onko-sekretar@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3061-6108, SPIN-код: 1728-0329

**Дмитрий Евгеньевич Закондырин<sup>1</sup>**

✉russiandoctor@mail.ru, orcid.org/000000020925415X, SPIN-код: 7298-0181

**Андрей Анатольевич Гринь<sup>2, 3</sup>**

orcid.org/0000-0003-3515-8329, SPIN-код: 2194-2598

**Эдуард Евгеньевич Росторгуев<sup>1</sup>**

rostorguev@icloud.com, orcid.org/0000-0003-3515-8329, SPIN-код: 8487-9157

**Борис Варосович Матевосян<sup>1</sup>**

md.bmate@gmail.com, orcid.org/0000-0001-7612-8754

**Владимир Эдуардович Росторгуев<sup>4</sup>**

v.rostorguev@yandex.ru, orcid.org/0009-0008-9657-6739

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (14-я линия, д. 63, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344037)

<sup>2</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н. В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы» (Большая Сухаревская пл., д. 3, Москва, Российская Федерация, 129090)

<sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Островитянова, д. 1, Москва, Российская Федерация, 117513)

<sup>4</sup> Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (пер. Начиhevанский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344022)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Интерес к использованию в хирургии навигационных систем неуклонно растет. Шкала Gertzbein – Robbins удобна для оценки точности различных навигационных систем в условиях лаборатории и сравнения навигируемой и флуороскопически контролируемой методик транспедикулярной фиксации в клинике.

**ЦЕЛЬ.** Анализ результатов использования интраоперационной компьютерной навигации при транспедикулярной фиксации в хирургическом лечении пациентов с метастатическим поражением позвоночника.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В исследование включены 60 больных с метастатическим поражением позвоночника, оперированных в период с 01.01.2018 по 31.12.2023. Всем пациентам выполнено паллиативное хирургическое лечение, включающее в себя транспедикулярную фиксацию с использованием интраоперационной компьютерной навигации BrainLab (группа нТПФ, n=30) или под контролем С-дуги и техники «свободной руки» (группа ТПФ, n=30).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** По результатам теста Манна – Уитни получено достоверное различие средней силы между группами по степени мальпозиции установленных педикулярных винтов ( $p=0,005$ ), мальпозированные винты преобладали в группе ТПФ. Статистически достоверных отличий между группами нТПФ и ТПФ по продолжительности оперативных вмешательств, интраоперационной кровопотере и продолжительности госпитализации выявлено не было.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Использование компьютерной навигации в хирургическом лечении метастатических опухолей позволяет достоверно улучшить качество стабилизации позвоночника и снизить риск послеоперационных осложнений, исключив мальпозицию педикулярных винтов более 4 мм, а также уменьшить лучевую нагрузку на пациента.

**Ключевые слова:** опухоли позвоночника, интраоперационная компьютерная навигация, транспедикулярная фиксация

**Для цитирования:** Кит О. И., Закондырин Д. Е., Гринь А. А., Росторгуев Э. Е., Матевосян Б. В., Росторгуев В. Э. Опыт применения интраоперационной навигации в хирургическом лечении пациентов с метастатическими опухолями позвоночника // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 53–61. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_53.

**EXPERIENCE IN USING INTRAOPERATIVE NAVIGATION IN SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH METASTATIC SPINE TUMORS****Oleg I. Kit<sup>1</sup>**

onko-sekretar@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3061-6108, SPIN-code: 1728-0329

**Dmitry E. Zakondyrin<sup>1</sup>**

✉russiandoctor@mail.ru, orcid.org/000000020925415X, SPIN-code: 7298-0181

**Andrey A. Grin<sup>2,3</sup>**

orcid.org/0000-0003-3515-8329, SPIN-code: 2194-2598

**Eduard E. Rostorguev<sup>1</sup>**

rostorguev@icloud.com, orcid.org/0000-0003-3515-8329, SPIN-code: 8487-9157

**Boris V. Matevosyan<sup>1</sup>**

md.bmate@gmail.com, orcid.org/0000-0001-7612-8754

**Vladimir E. Rostorguev<sup>4</sup>**

v.rostorguev@yandex.ru, orcid.org/0009-0008-9657-6739

<sup>1</sup> National Medical Research Centre for Oncology

(63 14 Line, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344037)

<sup>2</sup> Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

(3 Bolshaya Sukharevskaya square, Moscow, Russian Federation, 129090)

<sup>3</sup> N. I. Pirogov Russian National Research Medical University

(1 Ostrovityanova street, Moscow, Russian Federation, 117513)

<sup>4</sup> Rostov State Medical University (29 Nachikhevansky Lane, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344022)**Abstract**

**INTRODUCTION.** Interest in the use of navigation systems in surgery is steadily growing. The use of the Gertzbein – Robbins scale is convenient for assessing the accuracy of various navigation systems in the laboratory and comparing navigable and fluoroscopically controlled pedicle fixation techniques in the clinic.

**AIM.** Analysis of the results of using intraoperative image-guided navigation for transpedicular fixation in the surgical treatment of patients with metastatic lesions of the spine.

**MATERIALS AND METHODS.** The study included 60 patients with metastatic lesions of the spine, operated on from January 1, 2018 to December 31, 2023. All patients underwent palliative surgical treatment, including transpedicular fixation using BrainLab intraoperative image-guided navigation (nTPF group, n=30) or under C-arm control and the «free-hand» technique (TPF group, n=30).

**RESULTS.** The Mann – Whitney test revealed a significant difference in the mean strength between the groups according to the degree of malposition of the installed pedicle screws ( $p=0.005$ ); malpositioned screws predominated in the TPF group. There were no statistically significant differences between the nTPF and TPF groups in the duration of surgical interventions, intraoperative blood loss and length of hospitalization.

**CONCLUSION.** The use of image-guided navigation in the surgical treatment of metastatic tumors can significantly improve the quality of spinal stabilization and reduce the risk of postoperative complications, eliminating malposition of pedicle screws of more than 4 mm, and also reduce radiation exposure to the patient.

**Keywords:** spine tumors, intraoperative image-guided navigation, transpedicular fixation

**For citation:** Kit O. I., Zakondyrin D. E., Grin A. A., Rostorguev E. E., Matevosyan B. V., Rostorguev V. E. Experience in using intraoperative navigation in surgical treatment of patients with metastatic spine tumors. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):53–61. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_53.

**Введение**

Интерес к использованию в хирургии навигационных систем неуклонно растет. По данным информационного портала Pubmed, количество публикаций по применению интраоперационной навигации с середины 80-х гг. прошлого века постоянно увеличивается, достиг-

нув к 2024 г. числа более 6000. Первое развернутое сообщение об использовании интраоперационной навигации в хирургии опухолей позвоночника сделал I. H. Kalfas (2001). Автором была подробно описана техника применения компьютерной навигации при транспедикулярной фиксации и атланто-аксиальной

транспедикулярной фиксации. P. D. Kelly et al. [1], проанализировав накопленный опыт использования интраоперационной навигации в спинальной онкологии, сформировали основные цели применения: 1) установка стабилизирующих позвоночный столб систем; 2) определение границ резекции; 3) локальная аблация опухолей позвонков.

Транспедикулярная фиксация является на сегодняшний день наиболее распространенным методом стабилизации позвоночника, и одним из главных ее недостатков является относительная техническая сложность правильного позиционирования винтов и возможность их установки за пределы ножек позвонков (мальпозиции). Наиболее опасна медиальная мальпозиция винта, когда возможен контакт с твердой мозговой оболочкой и спинным мозгом. Мальпозиция до 2 мм считается безопасной и никогда не сопровождается неврологическими проявлениями. Осложнения, связанные с неправильной установкой педикулярных винтов, редки и встречаются не более чем в 0,5 % случаев и всегда при мальпозиции винта 4 мм и более [2, 3]. Данные факты были положены в основу шкалы мальпозиции винтов S. D. Gertzbein и S. E. Robbins (1990). Согласно шкале Gertzbein – Robbins, все варианты мальпозиции винтов можно описать пятью типами: тип А – мальпозиция винта отсутствует, винт установлен по центру ножки позвонка (рис. 1, а); тип В – имеется перфорация кортикального слоя ножки с мальпозицией винта за ее пределы не более 2 мм (рис. 1, б); тип С – мальпозиция винта за пределы ножки составляет от 2 до 4 мм (рис. 1, в); тип D – мальпозиция винта за пределы ножки составляет от 4 до 6 мм (рис. 1, г); тип Е – мальпозиция винта за пределы ножки составляет более 6 мм.

Использование шкалы Gertzbein – Robbins удобно для оценки точности различных навигационных систем в условиях лаборатории [4] и сравнения навигируемой и флуороскопически контролируемой методик транспедикулярной фиксации в клинике [5].

**Цель** исследования – анализ результатов использования интраоперационной компьютерной навигации при транспедикулярной

фиксации в хирургическом лечении пациентов с метастатическим поражением позвоночника.

## Материалы и методы

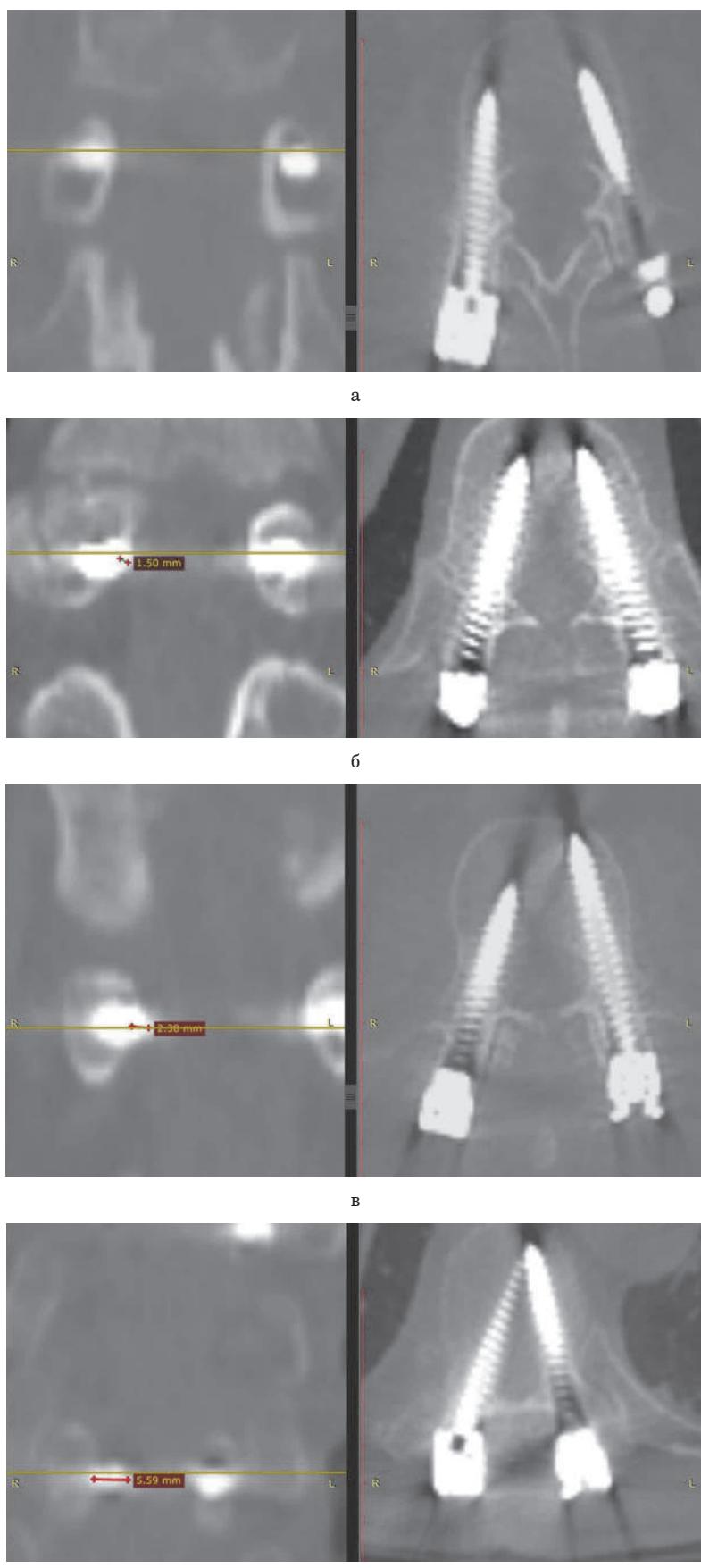
В исследование включены 60 больных с метастатическим поражением позвоночника, оперированных в период с 01.01.2018 по 31.12.2023 в Национальном медицинском исследовательском центре онкологии (г. Ростов-на-Дону).

Критериями включения в исследование были подтвержденный метастатический характер новообразования позвоночника, одноравневое поражение с расположением опухоли в теле позвонка.

Всем пациентам при поступлении выполняли компьютерную томографию (КТ) органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза, а также магнитно-резонансную томографию (МРТ) пораженного отдела позвоночного столба. Для оценки неврологического статуса и состояния пациентов использовали шкалу Фрэнкеля. Уровень нестабильности оценивали по шкале SINS.

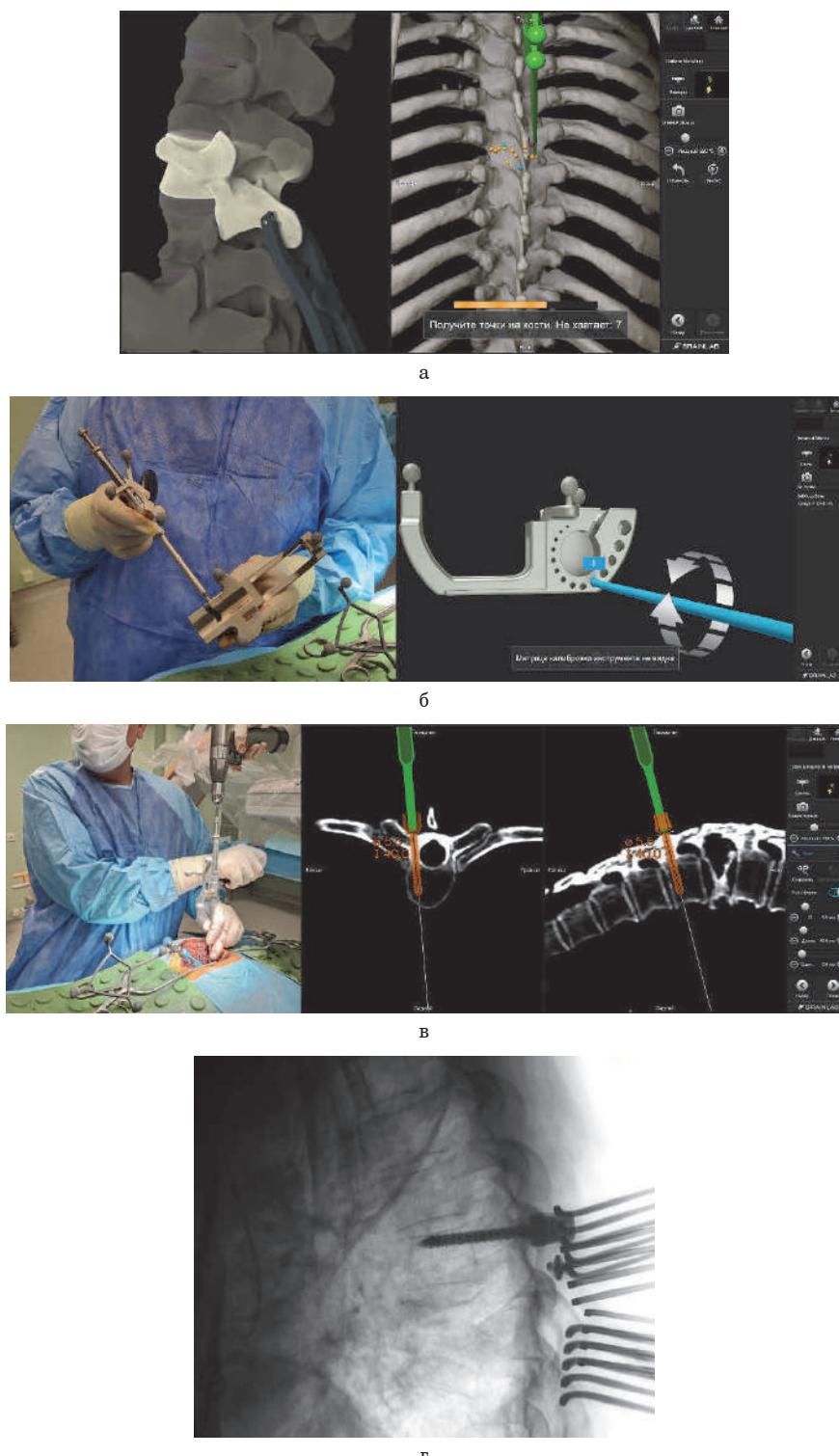
Всем пациентам выполнено паллиативное хирургическое лечение, включающее в себя транспедикулярную фиксацию на один уровень выше и один уровень ниже пораженного позвонка с использованием интраоперационной компьютерной навигации с помощью универсальной платформы BrainLab Curve Navigation (группа нТПФ, n=30) (рис. 2) или под контролем С-дуги Philips Zenition 70 и техники «свободной руки» (группа ТПФ, n=30), в случае поражения грудопоясничного или пояснично-крестцового перехода выполнялась фиксация трех двигательных сегментов.

Установку педикулярных винтов с использованием компьютерной навигации Brain Lab выполняли по стандартной методике. Для предоперационного планирования и интраоперационной навигации использовали данные компьютерной томографии пораженного сегмента, которые перед началом операции загружали в навигационную станцию. В процессе регистрации пациента проводили сопоставление виртуальной модели и анатомических структур пациента (рис. 2, а). После проведения регистрации инструментария (рис. 2, б) выполняли выверливание канала навигируемой



**Рис. 1.** Типы мальпозиции педикулярных винтов по шкале Gertzbein – Robbins: *а* – тип А (пациентка Б.); *б* – тип В (пациентка М.); *в* – тип С (пациент К.); *г* – тип D (пациент С.)

**Fig. 1.** Types of pedicular screw malposition in Gertzbein – Robbins scale: *a* – type A; *b* – type B; *c* – type C; *d* – type D

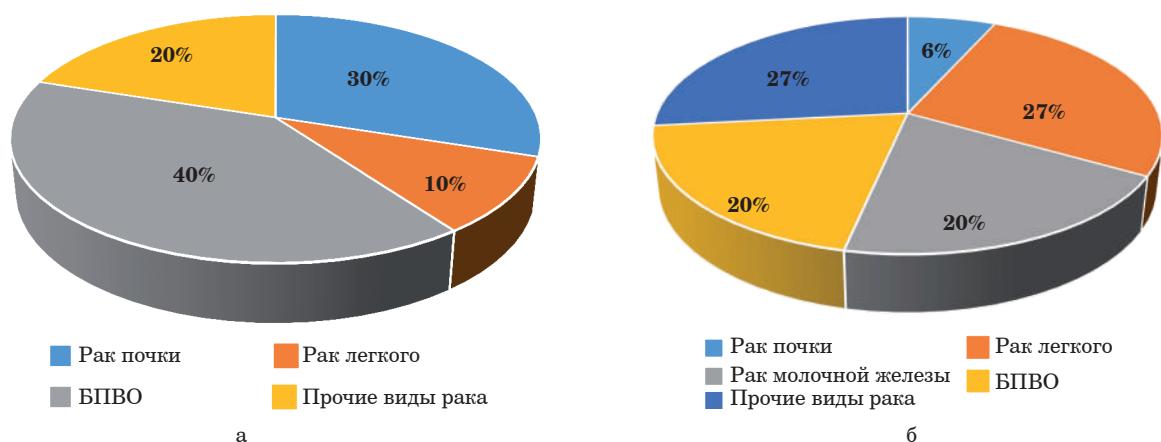


**Рис. 2.** Использование интраоперационной компьютерной навигации BrainLab в хирургическом лечении пациентов с опухолями позвонков: *а* – регистрация пациента по методике сопоставления поверхностей; *б* – регистрация направителя сверла; *в* – вы сверливание канала для педикулярного винта навигируемой дрелью; *г* – контроль положения винта с использованием С-дуги

**Fig. 2.** The use of BrainLab intraoperative computer navigation in the surgical treatment of patients with vertebral tumors: *a* – registration of the patient according to the method of surface comparison; *b* – registration of the drill guide; *c* – drilling of the channel for the pedicular screw with a navigable drill; *g* – control of the screw position using a C-arc

дрелью для заданного по длине и диаметру педикулярного винта (рис. 2, *в*) и его имплантации в запланированную позицию с контролем положения С-дугой (рис. 2, *г*).

дрелью для заданного по длине и диаметру педикулярного винта (рис. 2, *в*) и его имплантации в запланированную позицию с контролем положения С-дугой (рис. 2, *г*).



**Рис. 3.** Гистологическая природа первичной опухоли в группах больных: *а* – нТПФ; *б* – ТПФ  
**Fig. 3.** Histological nature of the primary tumor in groups of patients: *a* – nTPF; *b* – TPF

Группы пациентов были однородны по возрасту, выраженности нестабильности пораженного сегмента, количеству установленных

педикулярных винтов и неоднородны по полу и клиническим особенностям (табл. 1).

Оперативные вмешательства выполнялись тремя хирургами пациентам группы нТПФ и четырьмя хирургами пациентам группы ТПФ, при этом 70 % вмешательств в группе нТПФ и 33 % операций в группе ТПФ выполнялись одним и тем же врачом (хирург Р.).

После операции всем пациентам выполняли компьютерную томографию и оценку положения установленных педикулярных винтов согласно шкале Gertzbein – Robbins с использованием бесплатного приложения Radiant Dicom Viewer версии 2023.1 (64-bit).

Данные о гистологической природе первичных опухолей в группах больных приведены на рис. 3.

Исследование дозовых нагрузок на пациентов проводилось путем ретроспективного анализа эффективных доз облучения, которые определялись расчетным методом по формулам, приведенным в МУ 2.6.1.2944-4 [6].

Необходимые данные пациентов фиксировали в электронной базе Microsoft Excel, после чего проводили анализ данных в программе Statistica 7.0. Для каждой группы показателей определяли тип распределения данных (построение гистограмм по критерию согласия Колмогорова – Смирнова). Если применение критерия показывало нормальное распределение данных, для описания использовали среднее, ошибку среднего ( $M \pm m$ ). При отличии распределения от нормального закона

**Таблица 1. Демографические и клинические характеристики групп пациентов**

**Table 1. Demographic and clinical characteristics of patient groups**

Признак	Группа нТПФ (n=30), n (%)	Группа ТПФ (n=30), n (%)	P
Возраст, лет, Me [Q1; Q3]	57 [46; 65]	58 [50; 67]	>0,05
Пол: мужской женский	9 (30) 21 (70)	14 (47) 16 (53)	– –
Нестабильность по SINS, баллы, Me [Q1; Q3]	6 [6; 8]	7 [5; 8]	>0,05
Степень эпидуральной компрессии: 0 (компрессия корешка) 1 2 3	12 (40) 6 (20) 9 (30) 3 (10)	6 (20) 12 (40) 6 (20) 6 (20)	– – – –
Неврологический статус по шкале Фрэнкеля: Е D С А+В	27 (90) 3 (10) 0 0	22 (72) 2 (7) 4 (14) 2 (7)	– – – –
Количество установленных педикулярных винтов: общее у одного пациента	132 (4,4±0,21)	132 (4,4±0,21)	>0,05

для описания использовали значения медианы, 1-го и 3-го квартилей ( $Me [Q1; Q3]$ ), а при дальнейшем сравнении групп – методы непараметрической статистики. При сравнении двух независимых групп использовали критерий Манна – Уитни, при сравнении связанных переменных – тест Уилкоксона. Уровень силы связи оценивали по следующим критериям:  $r > 0,01 \leq 0,29$  – слабая положительная связь;  $r > 0,30 \leq 0,69$  – умеренная положительная связь;  $r > 0,70 \leq 1,00$  – сильная положительная связь;  $r > -0,01 \leq -0,29$  – слабая отрицательная связь;  $r > -0,30 \leq -0,69$  – умеренная отрицательная связь;  $r > -0,70 \leq -1,00$  – сильная отрицательная связь. Пороговый уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05:  $p \leq 0,05 > 0,01$  – низкая статистическая значимость;  $p \leq 0,01 > 0,001$  – статистическая значимость средней силы;  $p \leq 0,001$  – высокая статистическая значимость.

Исследование одобрено Комитетом по биомедицинской этике при Национальном медицинском исследовательском центре онкологии (выписка из протокола заседания № 118 от 02.06.2022).

## Результаты

Всего в результате исследования 60 пациентам было установлено 264 педикулярных винта. Положение установленных винтов в группах пациентов согласно шкале Gertzbein – Robbins приведено в табл. 2.

**Таблица 2. Характеристика установленных педикулярных винтов в группах пациентов**  
**Table 2. Characteristics of installed pedicle screws in patient groups**

Положение педикулярных винтов	Группа нТПФ (n=132), n (%)	Группа ТПФ (n=132), n (%)
Винты, установленные без перфорации кортикального слоя ножки позвонка (A)	120 (91)	108 (82)
Мальпозиции винтов <2 мм (B): из них медиально из них латерально	12 (9) 6 (4,5) 6 (4,5)	14 (10) 12 (9) 2 (1)
Мальпозиции винтов >2 мм (C–D)*: из них медиально из них латерально	0	10 (7) 8 (6) 2 (1)

\* – тип Е мальпозиции педикулярных винтов по шкале Gertzbein – Robbins не встречался.

При использовании теста Манна – Уитни получено достоверное различие средней силы между группами по степени мальпозиции установленных педикулярных винтов ( $p=0,005$ ), мальпозиционные винты преобладали в группе ТПФ.

Хирургом Р. больным в группе нТПФ установлено 90 педикулярных винтов, в группе ТПФ – 48. Сравнение пациентов, оперированных данным врачом, в группах нТПФ и ТПФ по степени мальпозиции установленных винтов также выявило наличие достоверного различия между группами средней силы ( $p=0,01$ ), мальпозиционные винты также преобладали в группе ТПФ.

Периоперационные характеристики оперативных вмешательств, выполненных пациентам в группах, приведены в табл. 3.

**Таблица 3. Периоперационные характеристики выполненных оперативных вмешательств**

**Table 3. Perioperative characteristics of performed surgical interventions**

Характеристика	Группа нТПФ (n=10)	Группа ТПФ (n = 15)	P
Продолжительность операции, мин, $Me [Q1; Q3]$	212,5 [194; 248]	265 [240; 320]	0,04*
Время интраоперационной флюороскопии, с, $Me [Q1; Q3]$	56 [52; 66]	98 [96; 104]	<0,01*
Эффективная доза облучения пациента за процедуру, мЗв, $Me [Q1; Q3]$	0,48 [0,35; 0,6]	1,2 [0,9; 1,6]	<0,01*
Интраоперационная кровопотеря, мл, $Me [Q1; Q3]$	250 [200; 500]	400 [300; 500]	>0,05
Продолжительность госпитализации, сутки, $Me [Q1; Q3]$	20 [19; 21]	20 [17; 26]	>0,05

\* – статистически значимое отличие между группами.

Выявлено статистически достоверное незначительное отличие между группами нТПФ и ТПФ по продолжительности оперативных вмешательств, высокой статистической значимости отличие по величине эффективной дозы облучения пациента и времени интраоперационной флюороскопии, по интраоперационной кровопотере и продолжительности госпитализации статистически достоверных отличий между группами выявлено не было.

Интра- и послеоперационных осложнений в группах пациентов не отмечено, мальпозиция винтов ни в одном случае не была симптомной.

Данные литературы показывают, что одним из важнейших достоинств интраоперационной компьютерной навигации является повышение точности установки педикулярных винтов в сравнении с «free-hand»-методикой, а именно – снижение частоты мальпозиций винтов более 2 мм до 4,6–6% от общего числа против 15–16 % при «free-hand»-методике и контроле латеральной флуороскопией [7]. Авторы также указывают на отсутствие различий между группами больных по частоте послеоперационных осложнений. Таким образом, интраоперационная компьютерная навигация не только увеличивает точность позиционирования педикулярных винтов, но существенно не влияет на частоту симптомных мальпозиций. В данном исследовании в группе нТПФ не выявлено случаев мальпозиций винтов более 2 мм, а частота мальпозиций типа С по шкале Gertzbein – Robbins в группе ТПФ составила всего 7 % при отсутствии послеоперационных осложнений, что, вероятно, обусловлено относительно небольшой выборкой. Важным фактом является то, что достоверно более точное позиционирование винтов в группе нТПФ, по сравнению с группой ТПФ, получено на примере работы одного и того же врача, что объективизирует полученные результаты.

Различные авторы указывают также другие преимущества использования интраоперационной компьютерной навигации в хирургии позвоночника – сокращение времени оперативного вмешательства, снижение интраоперационной кровопотери и уменьшение лучевой нагрузки на пациента [8, 9]. По результатам проведенного исследования выявлено незначительное достоверное различие в группах нТПФ и ТПФ по продолжительности операции и отсутствие его по объему кровопотери, однако отмечается тенденция к большей продолжительности операции и кровопотере при оперативных вмешательствах без использования навигации. Влияние использования интраоперационной компьютерной навигации на продолжительность

операции, согласно данным литературы, неоднозначно. Ряд авторов указывают на отсутствие такого влияния или даже удлинение общего времени вмешательства, но сокращение продолжительности интраоперационной флуороскопии [10]. Это подтверждается данными нашего исследования, по результатам которого выявлено достоверное снижение эффективной дозы облучения пациента и времени интраоперационной флуороскопии, что, безусловно, имеет большее значение, чем сокращение общей продолжительности вмешательства.

### Заключение

Использование компьютерной навигации в хирургическом лечении метастатических опухолей позволяет достоверно улучшить качество стабилизации позвоночника и снизить риск послеоперационных осложнений, исключив мальпозицию педикулярных винтов более 4 мм, а также уменьшить лучевую нагрузку на пациента.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (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. Kelly P. D., Zuckerman S. L., Yamada Y., Lis E., Bilsky M. H., Laufer I., Barzilai O. Image guidance in spine tumor surgery. *Neurosurg Rev.* 2020;43(3):1007–1017. Doi: 10.1007/s10143-019-01123-2.
2. Кит О. И., Закондырин Д. Е., Гринь А. А. и др. Осложнения в хирургическом лечении опухолей позвоночника с компрессией спинного мозга и его корешков // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2021. Т. 13, № 4. С. 45–50. [Kit O. I., Zakondyrin D. E., Grin A. A., Rostorguev E. E., Yundin S. V. Complications of surgical treatment of vertebral tumors with compression of the spinal cord and its roots. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2021;13(4):25–50. (In Russ.)]. EDN: XGTTRQ.

3. Adamski S., Stogowski P., Roclawski M., Pankowski R., Kloc W. Review of currently used classifications for pedicle screw position grading in cervical, thoracic and lumbar spine. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2023;88(4):165–171. Doi: 10.31139/chnriop.2023.88.4.2.
4. Beisemann N., Gierse J., Mandelka E., Hassel F., Grützner P. A., Franke J., Vetter S. Y. Comparison of three imaging and navigation systems regarding accuracy of pedicle screw placement in a sawbone model. *Sci Rep.* 2022;12(1):12344. Doi: 10.1038/s41598-022-16709-y.
5. Budu A., Sims-Williams H., Radatz M., Bacon A., Bhattacharyya D., Athanassopoulos M., Ivanov M. Comparison of Navigated versus Fluoroscopic-Guided Pedicle Screw Placement Accuracy and Complication Rate. *World Neurosurg.* 2020;144:e541–e545. Doi: 10.1016/j.wneu.2020.08.207.
6. Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований: метод.
7. Rawicki N., Dowdell J. E., Sandhu H. S. Current state of navigation in spine surgery. *Ann Transl Med.* 2021;9(1):85. Doi: 10.21037/atm-20-1335.
8. Ivanov M., Radatz M. Role of Navigation in the Surgery of Spine Tumours. *Acta Neurochir Suppl.* 2023;(135):173–178. Doi: 10.1007/978-3-031-36084-8\_28.
9. Otomo N., Funao H., Yamanouchi K., Isogai N., Ishii K. Computed Tomography-Based Navigation System in Current Spine Surgery: A Narrative Review. *Medicina (Kaunas).* 2022;58(2):241. Doi: 10.3390/medicina58020241.
10. Karkenny A. J., Mendelis J. R., Geller D. S., Gomez J. A. The role of intraoperative navigation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Ortop Surg.* 2019;27:e849–858. Doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00478.

### Сведения об авторах

**Олег Иванович Кит** – доктор медицинских наук, профессор, академик Российской академии наук, генеральный директор Национального медицинского исследовательского центра онкологии (г. Ростов-на-Дону, Россия);  
**Дмитрий Евгеньевич Закондырин** – кандидат медицинских наук, докторант Отделения нейроонкологии Национального медицинского исследовательского центра онкологии (г. Ростов-на-Дону, Россия);  
**Андрей Анатольевич Гринь** – доктор медицинских наук, доцент, член-корреспондент Российской академии наук, заведующий Научным отделением неотложной нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (Москва, Россия); профессор кафедры фундаментальной нейрохирургии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н. И. Пирогова

(Москва, Россия); главный внештатный специалист-нейрохирург Департамента здравоохранения г. Москвы (Москва, Россия).

**Эдуард Евгеньевич Росторгуев** – доктор медицинских наук, доцент, заведующий Отделением нейроонкологии Национального медицинского исследовательского центра онкологии (г. Ростов-на-Дону, Россия);

**Борис Варосович Матевосян** – врач-нейрохирург Отделения нейроонкологии Национального медицинского исследовательского центра онкологии (г. Ростов-на-Дону, Россия);

**Владимир Эдуардович Росторгуев** – врач – травматолог-ортопед, аспирант кафедры травматологии и ортопедии, лечебной физкультуры и спортивной медицины Ростовского государственного медицинского университета (г. Ростов-на-Дону, Россия).

### Information about the authors

**Oleg I. Kit** – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, General Director, National Medical Research Center for Oncology (Rostov-on-Don, Russia);  
**Dmitry E. Zakondyrin** – Cand. of Sci. (Med.), Research Fellow at the Department of Neurooncology, National Medical Research Center for Oncology (Rostov-on-Don, Russia);  
**Andrey A. Grin** – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head at the Scientific Department of Emergency Neurosurgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia); Professor at the Department of Fundamental Neurosurgery, N. I. Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow,

Russia); Chief Freelance Neurosurgeon Specialist of the Moscow Healthcare Department;

**Eduard E. Rostorguev** – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head at the Department of Neurooncology, National Medical Research Center for Oncology (Rostov-on-Don, Russia);

**Boris V. Matevosyan** – Neurosurgeon at the Department of Neurooncology, National Medical Research Center for Oncology (Rostov-on-Don, Russia);

**Vladimir E. Rostorguev** – Orthopedic Traumatologist, Postgraduate Student at the Department of Traumatology and Orthopedics, Physical Therapy and Sports Medicine, Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: JHWQLK

УДК 616.831-006

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_62



## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ РЕЦИДИВЕ И ПРОДОЛЖЕННОМ РОСТЕ ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ МЕНИНГИОМ ГИГАНТСКИХ РАЗМЕРОВ

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

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

**Никита Евгеньевич Воинов<sup>1</sup>**

voinov\_ne@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-6608-935X, SPIN-код: 5522-7674

**Анастасия Сергеевна Нечаева<sup>1</sup>**

nechaeva\_as@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-9898-5925, SPIN-код: 2935-0745

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

olyushin\_ve@almazovcentre.ru, 0000-0002-3331-4175, SPIN-код: 1183-2500

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

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

<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)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** В настоящее время достигнуты существенные успехи в хирургии внутричерепных менингиом. Однако хирургия рецидивирующих менингиом имеет свои особенности, более трудна в сравнении с удалением первично выявленных менингиом, и ее результаты хуже.

**ЦЕЛИ.** Провести анализ факторов, влияющих на радикальность удаления опухоли, определить основные принципы и особенности хирургического лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом гигантских размеров, представить клиническое наблюдение микрохирургического удаления гигантской рецидивирующей менингиомы области крыльев основной кости.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Основу исследования составили пациенты (n=32) с рецидивом и продолженным ростом гистологически верифицированных внутричерепных менингиом гигантских размеров (более 50 см<sup>3</sup> в объеме), оперированные в Отделении нейрохирургии № 4 Российского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» в период с 2014 по 2024 г. Степень радикальности интраоперационно оценивалась оперирующим хирургом, в раннем послеоперационном периоде – по данным компьютерной томографии с контрастированием и (или) магнитно-резонансной томографии головного мозга с контрастным усилением, проведенной в интервале 24–72 ч после операции.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Описаны основные хирургические приемы, и сформулированы принципы хирургии при рецидивирующих менингиомах гигантских размеров. Представлено описание клинического наблюдения хирургического лечения пациента с гигантской рецидивирующей менингиомой области крыльев основной кости.

**Ключевые слова:** менингиома, рецидив, продолженный рост, хирургическое лечение, гигантская опухоль

**Для цитирования:** Куканов К. К., Воинов Н. Е., Нечаева А. С., Олюшин В. Е., Самочерных К. А. Основные принципы и особенности хирургического лечения при рецидиве и продолженном росте интракраниальных менингиом гигантских размеров // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 62–74. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_62.

## BASIC PRINCIPLES AND FEATURES OF SURGICAL TREATMENT FOR RELAPSE AND CONTINUED GROWTH OF GIANT INTRACRANIAL MENINGIOMAS

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

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

**Nikita E. Voinov<sup>1</sup>**

voinov\_ne@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-6608-935X, SPIN-code: 5522-7674

**Anastasia S. Nechaeva<sup>1</sup>**

nechaeva\_as@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0001-9898-5925, SPIN-code: 2935-0745

**Viktor E. Olyushin<sup>1</sup>**

olyushin\_ve@almazovcentre.ru, 0000-0002-3331-4175, SPIN-code: 1183-2500

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

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

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

## Abstract

**INTRODUCTION.** Currently, significant progress has been made in the surgery of intracranial meningiomas. However, surgery for recurrent meningiomas has its own peculiarities; compared to the removal of initially detected meningiomas, it is more difficult and leads to significantly worse results.

**AIMS.** Analysis of the factors affecting the radicality of tumor removal, determination of the basic principles and features of surgical treatment of patients with relapse and continued growth of giant intracranial meningiomas, presentation of a clinical case of microsurgical removal of a giant recurrent sphenoid wing meningioma.

**MATERIALS AND METHODS.** The study was based on patients (n=32) with relapse and continued growth of histologically confirmed intracranial meningiomas of gigantic size (more than 50 cm<sup>3</sup> in volume) operated on in the Department of Neurosurgery No. 4 of the Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre in the period from 2014 to 2024. The degree of radicality was assessed by the operating surgeon intraoperatively and using contrast-enhanced computed tomography and (or) contrast-enhanced brain magnetic resonance imaging in the period 24 to 72 hours after surgery.

**RESULTS.** The basic surgical techniques are described and the principles of surgery for recurrent giant meningiomas are formulated. A description of a clinical case of surgical treatment of a patient with a giant recurrent sphenoid wing meningioma is presented.

**Keywords:** meningioma, relapse, continued growth, surgical treatment, giant tumor

**For citation:** Kukanov K. K., Voinov N. E., Nechaeva A. S., Olyushin V. E., Samochernykh K. A. Basic principles and features of surgical treatment for relapse and continued growth of giant intracranial meningiomas. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):62–74. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_62.

## Введение

В настоящее время достигнуты существенные успехи в хирургии внутричерепных менингиом. Как правило, для получения хороших результатов лечения необходимы соблюдение ряда основополагающих принципов в нейрохирургической тактике и технике, анестезиологическом обеспечении, а также проведение мониторинга состояния жизненно важных функций, черепных нервов, как в ходе операции, так и в ближайшем послеоперационном периоде [1–9]. Однако хирургия рецидивирующих менингиом имеет свои особенности и требует персонифицированного подхода.

## Материалы и методы

Основу исследования составили пациенты (n=32) с рецидивом и продолженным ростом гистологически верифицированных внутричерепных менингиом гигантских размеров (бо-

лее 50 см<sup>3</sup> в объеме), оперированные в Отделении нейрохирургии № 4 Российского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» в период с 2014 по 2024 г. Для решения поставленных задач была разработана индивидуальная информационная карта, в которую заносились имеющиеся сведения о пациенте, полученные на основе изучения истории болезни, лучевых эпикризов и медицинских сведений из сторонних медицинских учреждений. Для сбора данных были созданы базы данных Excel, позволяющие решить более узкие задачи исследования (база данных «Регистр пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом», свидетельство о гос. регистрации № RU 2023621571 от 02.05.2023) [6].

В исследование вошли пациенты с прогрессией бластоматозного процесса, под которым мы понимали как его рецидив (после тотально-го удаления опухоли, Simpson I-II), так и продолженный рост (при нерадикальной операции, Simpson III-IV), в возрасте от 18 до 86 лет (средний возраст – (63±4,6) года).

По расположению и распространенности неопластического процесса отмечалось преобладание супратенториальной локализации. Объем опухоли, по данным магнитно-резонансной волюметрии, варьировал в пределах от 50 до 241,7 см<sup>3</sup>, средний объем составил 90,2 см<sup>3</sup>.

Степень радикальности интраоперационно оценивалась следующим образом: тотальная резекция – полное удаление опухоли, что соответствует I и II степени удаления опухоли по классификации Simpson; частичное – Simpson III, IV. В раннем послеоперационном периоде радикальность хирургического лечения оценивалась по данным компьютерной томографии (КТ) с контрастированием и (или) магнитно-резонансной томографии (МРТ) с контрастным усилением.

В процессе исследования полученные результаты обрабатывали в программе Statistica 10.0.

*Основные принципы и особенности хирургического лечения при рецидиве и продолженном росте интракраниальных менингиом гигантских размеров.* В современной нейрохирургии разработаны и активно применяются хирургические доступы и их модификации ко всем отделам черепа и головного мозга. При этом их выбор зависит от локализации и распространенности неопластического процесса, взаимоотношения опухоли с анатомическими образованиями, источников кровоснабжения и выраженности собственной сосудистой сети опухоли, костных изменений (гиперостоз, атрофия или деструкция кости), соматического состояния пациента, а также наличия технических условий и хирургических навыков.

Самым главным критерием хирургического подхода к гигантским опухолям является его адекватность, обеспечивающая широкий доступ к опухоли и возможность использования нескольких направлений операционного действия.

Комплексная оценка диагностических данных, использование современных технических средств (микрохирургический инструментарий, операционный микроскоп, нейронавигация, ультразвуковой аспиратор-резектор, высокогооборотный бор, нейрофизиологический мониторинг) позволяют не только спрогнозировать, но и предотвратить возможные риски и осложнения [10, 11].

Характер роста менингиомы, степень распространенности неопластического процесса и перенесенные ранее краниотомии обуславливали выбор хирургического доступа. У всех пациентов в нашем исследовании было необходимо расширение доступов от предыдущих краниотомий.

Важно отметить, что удаление гигантских опухолей на начальных этапах необходимо выполнять на малом увеличении операционного микроскопа, либо под бинокулярной лупой нейрохирургической с увеличением ×8. Данный принцип дает возможность широкого обзора операционной раны, проведения адекватного внутрикапсулярного уменьшения опухоли. Далее, вследствие появления резервных пространств, возникают благоприятные условия для отделения капсулы опухоли от окружающих структур головного мозга – этот этап целесообразно выполнять под операционным микроскопом на умеренном увеличении. Отделение от капсулы опухоли нервно-сосудистых образований необходимо выполнять уже при большом увеличении операционного микроскопа. Поскольку большинство микросудов к нервам проходит в арахноидальном пространстве, важно, чтобы отделение нервов от капсулы опухоли выполнялось очень бережно, также следует избегать натяжения нервальных структур в одном направлении в течение длительного времени. Классики, такие как M. Yasargil (1977), M. Tos (1992), M. Samii (1997), отмечают важность сохранения арахноидальной оболочки черепно-мозговых нервов в ходе проведения диссекции. Очень важно, чтобы диссекция проводилась от известных структур к неизвестным. Широко распространенная хирургическая тактика заключается в том, что вовлеченный в опухоль нерв должен быть выделен проксимально или дис-

тально, где его дистопированность и разволокненность меньше, до того, как начать отделять нерв от опухоли. Однако при рецидиве/продолженном росте интракраниальных менингиом, когда пациент перенес не одно хирургическое вмешательство и лучевую терапию, не всегда представляется возможным произвести арахноидальную диссекцию ввиду выраженности рубцово-спаечного процесса.

При удалении рецидивирующих менингиом гигантских размеров, нередко врастающих в кости свода черепа и мягкие ткани головы, требуются определенные тактические подходы. Кость в зоне прилежания менингиомы нередко подвергается изменениям в виде гиперваскуляризации, гиперостоза или деструкции. Эти обстоятельства обуславливают целесообразность расширения «старого» доступа от предыдущих краниотомий, предполагающего не только удаление опухолевого узла, но и возможность ревизии прилежащих оболочек. Радикальное хирургическое лечение рецидивирующих менингиом гигантских размеров включало в себя удаление не только пораженных участков кости, но и твердой мозговой оболочки (ТМО) с последующей ее пластикой надкостницей или синтетическими аналогами у 20 (62,5 %) больных.

*Объем удаления опухоли и факторы, влияющие на радикальность хирургического лечения.* Степень радикальности при удалении интракраниальных менингиом в случаях рецидива/продолженного роста зависит от множества факторов, таких как размеры опухоли, расположение опухоли в функционально значимых зонах, инвазивный тип роста, наличие в ее строме магистральных артерий или их крупных ветвей, инвазия в синусы, степень выраженности рубцово-спаечного процесса на фоне проведенных неоднократных операций и лучевой терапии, опыт и квалификация хирурга.

Радикальность при удалении интракраниальных менингиом в случаях рецидива/продолженного роста зависела от локализации, типа и инвазивности роста. Мы не получили статистически достоверной зависимости радикальности оперативного вмешательства от размеров новообразования ( $p>0,05$ ).

Статистически достоверная зависимость радикальности удаления опухоли прослеживалась в зависимости от выраженности спаинности капсулы опухоли с окружающими опухоль нейроваскулярными структурами (таблица).

**Радикальность удаления опухоли в зависимости от вовлеченности в процесс нейроваскулярных структур (n=32)**

**Radicality of tumor removal depending on the involvement of neurovascular structures (n=32)**

Вовлечение в опухоль нейроваскулярных структур	Радикальность операции, n (%)		p-value
	Simpson I-II	Simpson III-IV	
Магистральные артерии	4 (12,5)	6 (30)	0,844
Синусы	2 (16,7)	12 (60)	0,014*
Черепно-мозговые нервы	0	2 (10)	0,707
Нет вовлеченности	6 (18,8)	0	0,003*

Как видно из данных таблицы, радикальность удаления опухоли определялась степенью вовлечения в опухоль магистральных сосудов, синусов и черепно-мозговых нервов. Вовлечение магистральных артерий отмечалось у 10 (31,3 %) пациентов, при этом тотальное удаление произведено у 4 (12,5 %) пациентов, частичное – в 6 (18,8 %) случаях. При инвазии опухоли в синусы тотальное удаление произведено в 2 (6,3 %), частичное – в 12 (37,5 %) случаях. При вовлеченности в опухоль черепно-мозговых нервов тотального удаления достигнуто не было, частичное удаление выполнено у 2 (6,3 %) пациентов. При отсутствии выраженной спаинности капсулы менингиомы во всех случаях (n=6, 18,8 %) была достигнута тотальная резекция. Таким образом, у лиц с отсутствием инвазивного роста опухоли тотальное ее удаление достигается закономерно чаще ( $p<0,05$ ).

В настоящее время в нейроонкологии проведение хирургических вмешательств немыслимо без применения современных интраоперационных технологий навигации [12–16]. Одной из таких методик является метаболическая навигация (фотодиагностика). Применение интраоперационной метаболической навигации в нашей группе исследования произвилось в 9 (28,1 %) случаях, что позволило до-

статочно четко дифференцировать опухоль от рубцовой ткани и интактных структур.

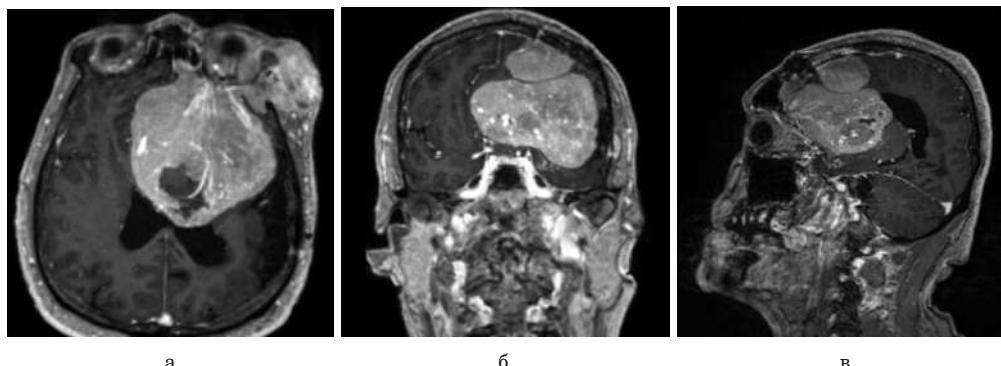
Приведем клинический пример хирургического лечения пациента с гигантской рецидивирующей менингиомой крыльев основной кости с применением метаболической навигации и проведением фотодинамической терапии.

### Клиническое наблюдение

В мае 2024 г. в Нейрохирургическое отделение № 4 Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» поступил пациент 56 лет. Из анамнеза известно, что в июне 2016 г. был оперирован по поводу менингиомы латеральных отделов крыльев основной кости по месту жительства, из медицинской документации – тотальное удаление менингиомы смешанного строения, Grade I. В послеоперационном периоде – грубая моторная афазия. После 2020 г. контрольные МРТ не выполнял. Ухудшение состояния произошло в марте 2024 г. У пациента развился правосторонний гемипарез, выраженный астенический синдром. На контрольной МРТ головного мозга с контрастированием (02.04.2024) выявлено объемное образование, размерами  $80 \times 79 \times 90$  мм в области латеральных отделов большого крыла клиновидной кости. Состояние больного на момент поступления в Рос-

сийский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова стабильное, по шкале Карновского – 60 баллов. В левой лобно-височной области подкожно имеется опухолевидное объемное образование, безболезненное при пальпации, размерами  $\sim 20 \times 30 \times 60$  мм. В неврологическом статусе выявлены интеллектуально-мнестические нарушения умеренной выраженности, выраженная моторная афазия, с элементами сенсорной афазии, неопрятность, умеренно выраженная лобная апраксия ходьбы, нарушение контроля за мочеиспусканием, правосторонний гемипарез с формированием спастического, преобладающий в руке (4 балла). Данные электроэнцефалографии (ЭЭГ) указывали на выраженные диффузные изменения с акцентом проявлений в левой лобно-височной области, грубое вовлечение в патологический процесс срединно-стволовых структур. Эпилептиформная активность регистрировалась диффузно и в структуре стволовых вспышек. При офтальмологическом осмотре не выявлено признаков застойных дисков зрительных нервов.

На МРТ головного мозга с контрастным усиленiem визуализирована менингиома, широким основанием прилежащая ко дну передней черепной ямки слева, распространяющаяся в левую среднюю черепную ямку. Опухоль прорастает лобную кость и распространяется экстракраниально в мягкие ткани головы, в латеральные отделы левой орбиты и левую лобную пазуху. Размеры менингиомы –  $85 \times 75 \times 79$  мм ( $\sim 250$  см $^3$ ) (рис. 1).



**Рис. 1.** МРТ головного мозга Т1 ВИ с контрастированием до операции в аксиальной (а), фронтальной (б) и сагиттальной (в) проекциях

**Fig. 1.** Contrast-enhanced MRI of the brain before surgery in axial (a), frontal (b) and sagittal (c) projections

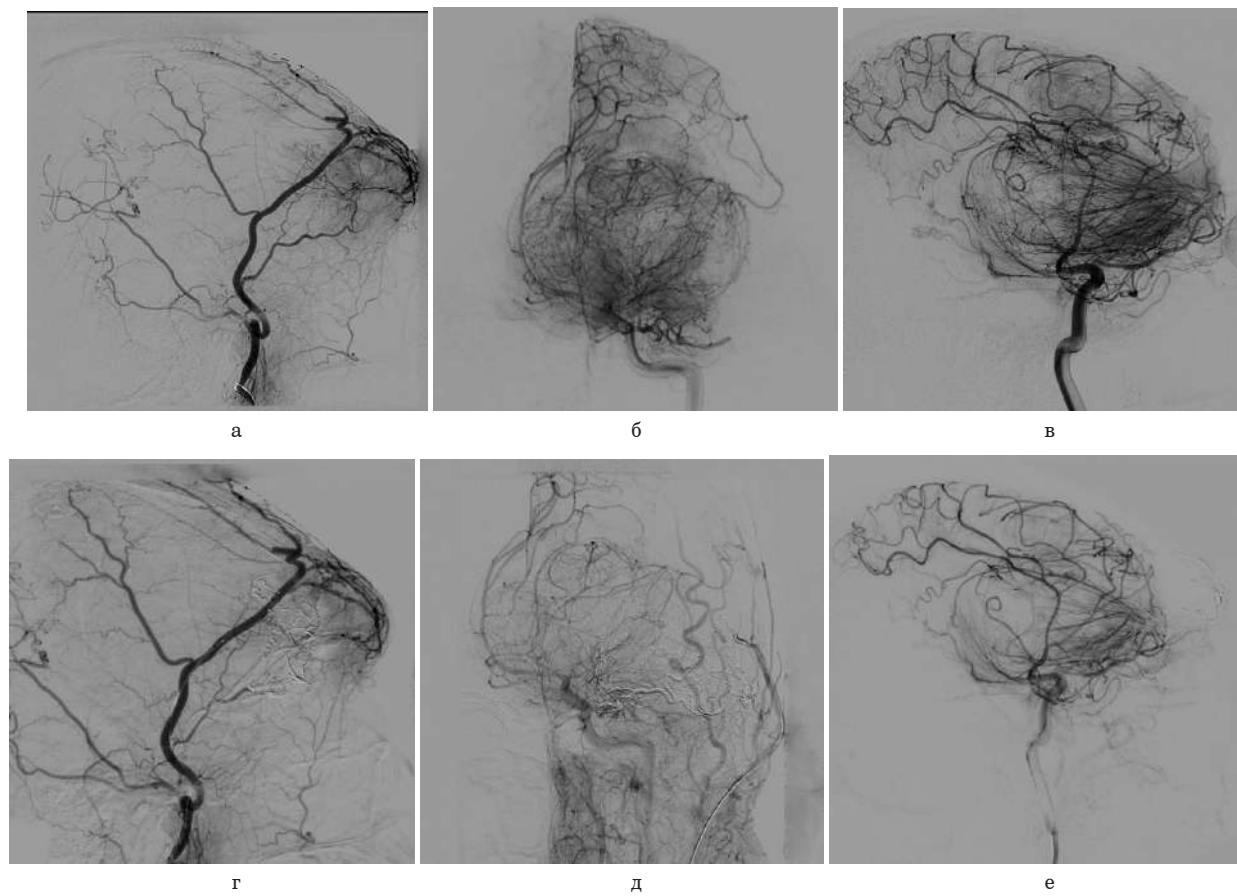


**Рис. 2.** КТ-ангиография, 3D-реконструкция, фронтальная (а) и сагиттальная (б) проекции. Виден обильно васкуляризованный экстракраниальный компонент опухоли в области ключевой точки

**Fig. 2.** CT angiography, 3D reconstruction, frontal (a) and sagittal (b) projections. A richly vascularized extracranial component of the tumor is visible in the area of the key point

На КТ-ангиографии сосудов головного мозга выявлена выраженная сосудистая сеть образования (рис. 2).

07.05.2024 пациенту было проведено комбинированное нейрохирургическое вмешательство, включающее в себя эмболизацию сосуди-



**Рис. 3.** Заполнение сосудистой сети опухоли преимущественно из бассейна левой наружной сонной артерии (поверхностной височной, глазной, терминальных ветвей правых фронтополярной и фронтобазальной артерий) (а-в); выключенные из кровотока переднелатеральные отделы сосудистой сети опухоли (г-е)

**Fig. 3.** Filling of the tumor vascular network mainly from the basin of the left external carotid artery (superficial temporal, ophthalmic, terminal branches of the right frontopolar and frontobasal arteries) (a-e); the anterolateral sections of the tumor vasculature are excluded from the bloodstream (g-e)

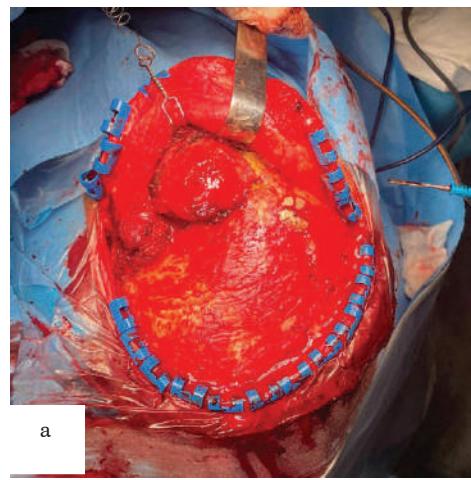
стой сети опухоли, микрохирургическое удаление с проведением метаболической навигации и фотодинамической терапии.

При церебральной ангиографии выявлено заполнение сосудистой сети опухоли преимущественно из бассейна левой наружной сонной артерии. Правая и левая передние мозговые артерии дугообразно смещены вправо, левая средняя мозговая артерия резко истончена, дистальнее M2 практически не визуализируется. Выполнена эмболизация сосудистой сети опухоли неадгезивной композицией. Интраоперационно было принято решение ограничиться выключением из кровотока переднелатеральных отделов сосудистой сети опухоли, так как более радикальная эмболизация была

связана с высокими рисками эмболии в бассейне глазной артерии (рис. 3).

Далее больной был транспортирован в операционную. Выполнены повторная костно-пластика трепанация черепа в левой лобно-височной области, микрохирургическое удаление менингиомы крыльев основной кости с применением метаболической навигации, биоспектроскопии и фотодинамической терапии.

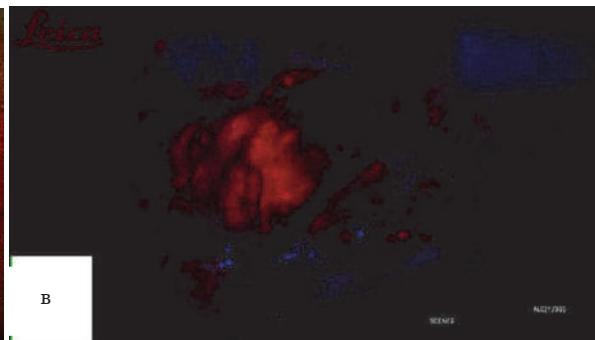
На начальном этапе операции при отсепаровке кожно-апоневротического лоскута была визуализирована экстракраниальная часть новообразования с зоной роста сквозь дефект черепа в области ключевой точки (рис. 4, а). Экстракраниальный компонент удален единым блоком, далее поднят костный лоскут, визуа-



а



б



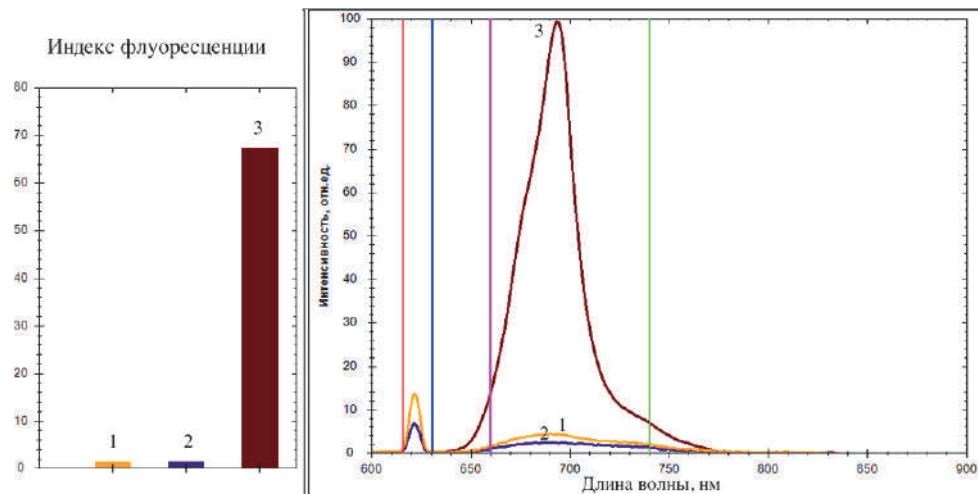
в

**Рис. 4.** Интраоперационное фото: а – кожно-апоневротический лоскут отвернут, визуализирован экстракраниальный компонент менингиомы; б – костный лоскут и экстракраниальный фрагмент опухоли удалены, визуализируется интракраниальный компонент опухоли с эмболизированными сосудами из бассейна левой наружной сонной артерии. Интракраниальный компонент занимает весь объем передней черепной ямки, левая лобная доля отсутствует, височная доля выжжено компримирована; в – интенсивная флуоресценция интракраниального компонента опухоли в синем свете микроскопа

**Fig. 4.** Intraoperative photo: а – the aponeurotic skin flap is turned away, the extracranial component of the meningioma is visualized; б – the bone flap and extracranial fragment of the tumor are removed, the intracranial component of the tumor with embolized vessels from the basin of the left external carotid artery is visualized. The intracranial tumor component occupies the entire volume of the anterior cranial fossa, the left frontal lobe is absent, the temporal lobe is compressed; в – intense fluorescence of the intracranial component of the tumor in the blue light of the microscope

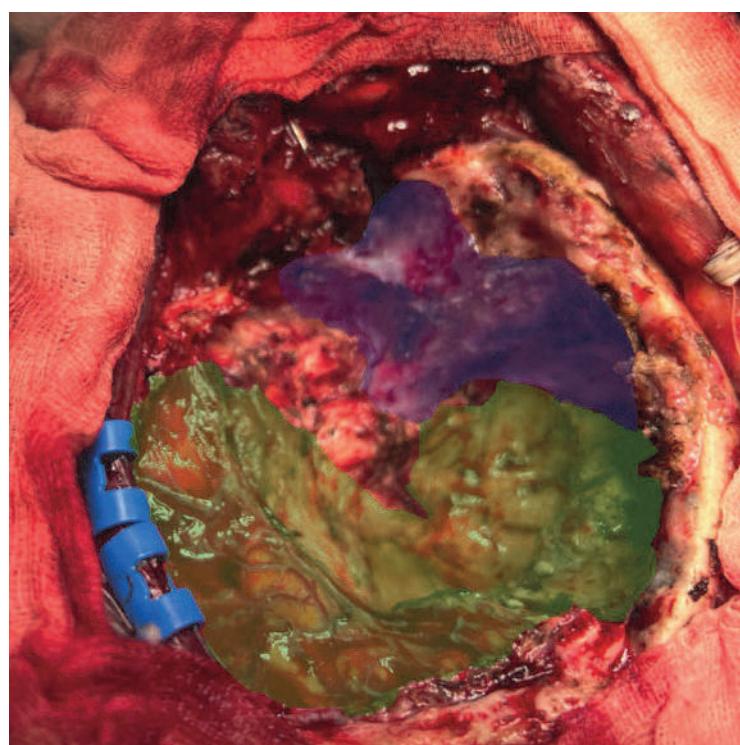
лизирован интракраниальный компонент опухоли с матриксом в области крыла основной кости, крыши орбиты (рис. 4, б). Лобная доля мозга как таковая отсутствовала, височная компримирована, граница с ней нечеткая. При проведении флуоресцентной диагностики визуализировалось ярко-розовое свечение интракраниального компонента опухоли (рис. 4, в).

Во время удаления опухоли граница менингиомы и здорового мозга практически не идентифицировалась. Опухоль удалена тотально (рис. 6).



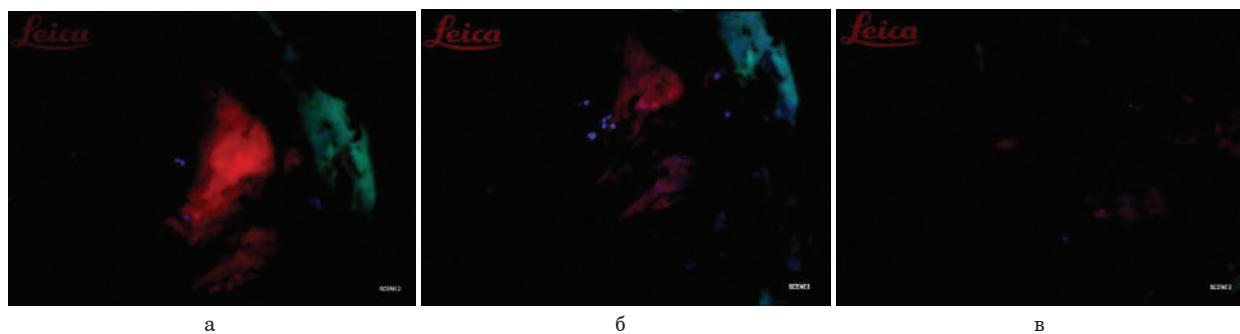
**Рис. 5.** Данные биоспектроскопического исследования опухоли: 1 – ИФ височной мышцы – 1,8 у. е.; 2 – ИФ интактной кости – 1,7 у. е.; 3 – ИФ интракраниального компонента опухоли – 68 у. е.

**Fig. 5.** Data from biospectroscopic examination of the tumor: 1 – IF of the temporal muscle – 1.8 C. U.; 2 – IF of intact bone – 1.7 C. U.; 3 – IF of the intracranial component of the tumor – 68 C. U.



**Рис. 6.** Интраоперационное фото. Опухоль удалена тотально. Синим цветом выделена зона матрикса на основании черепа, зеленым – ложе удаленной опухоли

**Fig. 6.** Intraoperative photo. The tumor was completely removed. The matrix zone at the base of the skull is highlighted in blue, and the bed of the removed tumor is highlighted in green



**Рис. 7.** Интраоперационное фото: *а* – интенсивная флуоресценция матрикса опухоли; *б* – снижение интенсивности флуоресценции матрикса опухоли после 1-го сеанса фотодинамической терапии; *в* – отсутствие флуоресценции матрикса опухоли после 2-го сеанса фотодинамической терапии (фотобличинг)

**Fig. 7.** Intraoperative photo: *a* – Intense fluorescence of the tumor matrix; *b* – decrease in fluorescence intensity of the tumor matrix after 1<sup>st</sup> session of photodynamic therapy; *c* – tumor matrix without fluorescence after 2<sup>nd</sup> sessions of photodynamic therapy (photobleaching)

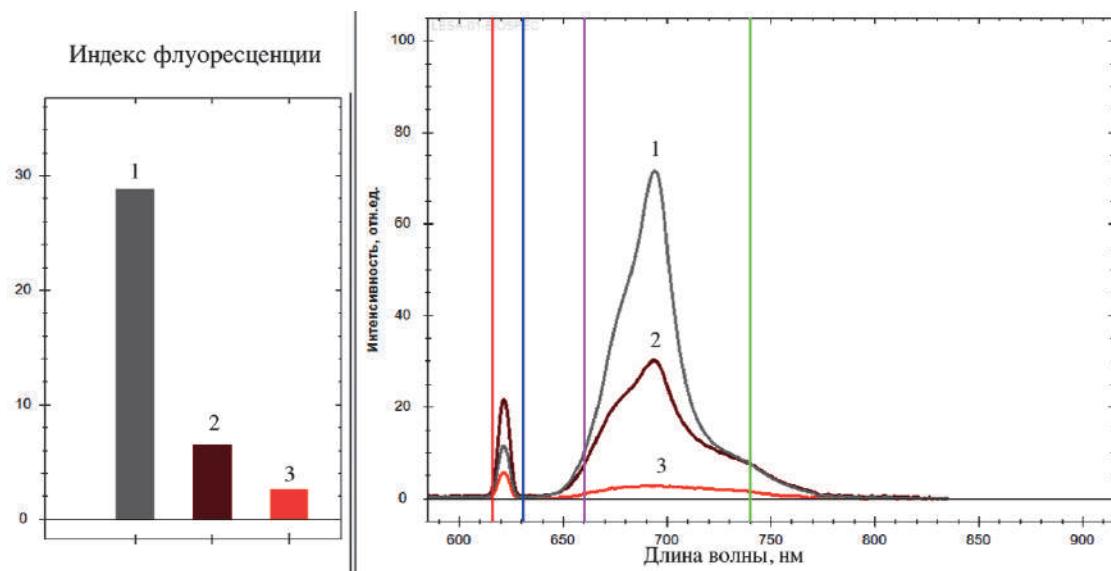
При проведении заключительной флуоресцентной диагностики и биоспектроскопического контроля выявлена ярко-розовая флуоресценция матрикса опухоли на основании черепа (рис. 7) с повышением ИФ до 29 у. е. (рис. 8).

Учитывая наличие ярко выраженной флуоресценции в зоне матрикса опухоли, было принято решение о проведении фотодинамической терапии, которая завершалась при достижении фотодеградации молекул фотосенсибилизатора (рис. 7, б, в) и снижении индекса флуоресценции до значений, близких к нормальным тканям (рис. 8). Площадь облучаемо-

го матрикса составила 50 см<sup>2</sup>, для достижения терапевтического эффекта потребовалось два сеанса фотодинамической терапии (ФДТ) по 10 и 8 мин соответственно с перерывом 5 мин для оценки изменения интенсивности видимой флуоресценции и выполнения спектроскопических измерений, плотность мощности – 37 мВ/см<sup>2</sup>, итоговая световая доза при суммарном времени ФДТ 18 мин составила 40 Дж/см<sup>2</sup>.

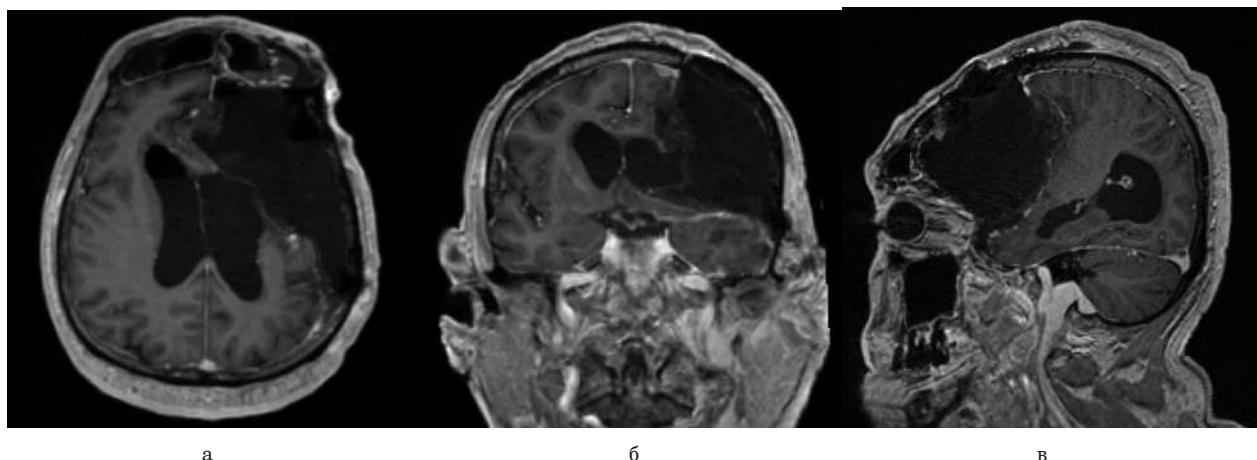
Гистологическое заключение: «Анапластическая менингиома, Grade III».

Послеоперационный период протекал без осложнений. На контрольной МРТ головно-



**Рис. 8.** Данные биоспектроскопического исследования при проведении фотодинамической терапии: 1 – ИФ матрикса опухоли до начала фотодинамической терапии – 29 у. е.; 2 – ИФ матрикса опухоли после 1-го сеанса фотодинамической терапии – 7 у. е.; 3 – ИФ матрикса опухоли после 2-го сеанса фотодинамической терапии – 2,1 у. е.

**Fig. 8.** Biospectroscopic examination data during photodynamic therapy: 1 – IF of the tumor matrix before the start of photodynamic therapy – 29 C. U.; 2 – IF of the tumor matrix after 1<sup>st</sup> session of photodynamic therapy – 7 C. U.; 3 – IF of the tumor matrix after 2<sup>nd</sup> sessions of photodynamic therapy – 2.1 C. U.



**Рис. 9.** Послеоперационное МРТ головного мозга, Т1 ВИ с контрастированием после операции в аксиальной (а); фронтальной (б) и сагиттальной (в) проекциях. Отсутствие остаточной части опухоли

**Fig. 9.** Postoperative contrast-enhanced MRI of the brain after surgery in axial (a); frontal (b) and sagittal (c) projections. No residual tumor

го мозга с контрастированием – в области стыка базальных отделов левой лобной и височной долей ложе удаленной менингиомы размером  $6,5 \times 4,8 \times 6,2$  см, заполненное ликвором, по медиальной поверхности ложа отмечается ободок истинного ограничения диффузии в режиме DWI толщиной до 0,9 см (рис. 9). При контрастном усилении участков патологического накопления контрастного вещества не выявлено.

Нарастания общемозговой и очаговой симптоматики в послеоперационном периоде не отмечалось. Цефалгический синдром регрессировал. Пациент в удовлетворительном состоянии был выписан для дальнейшего лечения по месту жительства, рекомендовано проведение лучевой терапии.

Приведенное клиническое наблюдение демонстрирует важность применения основных вышеуказанных принципов хирургии гигантских менингиом, интраоперационной метаболической навигации и ФДТ.

## Обсуждение

Несмотря на современные технологии микрохирургии при удалении менингиом, значительно снижающие процент послеоперационной летальности и повышающие качество жизни пациентов, проблема рецидивирования менингиом остается актуальной и до конца не решенной. Тотальная резекция типичных менингиом (Grade I), как правило, приводит к очень низкой частоте рецидивов. Менин-

гиомы с признаками атипии (Grade II) в 30,3 % случаев в течение трех лет рецидивируют, а анатомические менингиомы рецидивируют в 78 % случаев в течение первого года после операции [5, 9, 11, 21, 22].

Клинический исход во многом зависит от локализации, гистологической структуры и степени хирургической резекции, однако не всегда доступно тотальное удаление менингиом. Так, Stephanie Schipmann et al. (2018) показали, что остаточная часть опухоли должна расщепляться как основа для продолженного роста менингиом и, как следствие, для повторных операций, которые, как известно, могут оказаться технически более сложными [17]. Разработка новых технологий воздействия на остаточную часть опухоли и зону ее исходного роста является эффективным методом увеличения степени локального контроля, одной из таких технологий является ФДТ [17–20].

В результате проведенного исследования мы выявили, что радикальность при удалении интракраниальных менингиом гигантских размеров в случаях рецидива/продолженного роста зависит от инвазивности роста. Статистически достоверная зависимость радикальности удаления опухоли прослеживалась в зависимости от выраженности спаянности капсулы опухоли с сосудисто-нервальными структурами ( $p < 0,05$ ). Мы не получили статистически достоверной зависимости радикальности оперативного вмешательства от размеров но-

вообразования ( $p>0,05$ ). Применение интраоперационной метаболической навигации в нашей группе исследования производилось в 9 (28,1 %) случаях, что позволило четко дифференцировать опухоль от рубцовой ткани и интактных структур и увеличить степень радикальности удаления опухоли. Применение ФДТ позволяет дополнительно увеличить степень локального контроля и предотвратить повторное рецидивирование опухоли [19].

## Заключение

При хирургическом лечении пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом гигантских размеров необходимо придерживаться следующих принципов:

1) создание условий для максимального удаления менингиомы (расширение «старых» доступов от предыдущих краниотомий, максимальное иссечение прилежащих измененных тканей);

2) удаление гигантских опухолей на начальных этапах необходимо выполнять на малом увеличении операционного микроскопа, либо под бинокулярной лупой нейрохирургической с увеличением  $\times 8$ ;

3) использование во время операций технологий метаболической навигации (фотодиагностики) позволяет четко дифференцировать опухоль от рубцовой ткани и интактных структур и увеличить степень радикальности удаления;

4) применение фотодинамической терапии является эффективным методом увеличения степени локального контроля.

**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. Тиглиев Г. С., Олюшин В. Е., Кондратьев А. Н. Внутричерепные 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.).]
2. Постелова М. Л., Терновых И. К., Руднева В. А. и др. Диагностика опухоли головного мозга в практике невролога и нейрохирурга: клинический случай // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2020. Т. 12, № 3. С. 74–78. [Pospelova M. L., Ternov'kh I. K., Rudneva V. A., Alekseeva T. M., Olyushin V. E., Efimczev A. Yu., Kukanov K. K., Lepekhina A. S., Ivanova N. E., Ulitin A. Y. u. Diagnostika opukholi golovnogo mozga v praktike nevrologa i nejrokhirurga: klinicheskij sluchaj. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2020;12(3):74–78. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/YJHINN>.
3. Куканов К. К., Воробьёва О. М., Забродская Ю. М. и др. Интракраниальные менингиомы: клинико-интраскопические и патоморфологические причины рецидивирования с учетом современных методов лечения (обзор литературы) // Сиб. 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, intrasscopic and pathomorphological causes of recurrence (literature review). Siberian journal of oncology. 2022;21(4):110–123. (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2022-21-4-110-123>. EDN: <https://elibrary.ru/dbarsi>.
4. Заболотный Р. А., Федянин А. В., Юльчев У. А. и др. Комплексное лечение больных с парасагиттальными 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. Voprosy Neirohirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2019;83(4):121–125. (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.17116/neiro201983041121>.
5. Куканов К. К., Ушанов В. В., Забродская Ю. М. и др. Пути персонификации лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом // Рос. журн. персонализир. мед. 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: <https://doi.org/10.18705/2782-38062023-3-3-48-63>.
6. 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. 2023. [6. Certificate of state registration of the database No. RU 2023621571/02.05.2023. Register of patients with relapse and continued growth of intracranial meningiomas].

- meningiomas; Kukanov K. K., Ushanov V. V., Voinov N. E. 2023. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/vbrsbm>.
7. Гогорян С. Ф., Берснев В. П., Ким А. В. и др. Опухоли головного мозга, сочетающиеся с гидроцефалией // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2008. Т. 4, № 72. С. 39–42. [Gogorjan S. F., Bersnev V. P., Kim A. V., Samochernykh K. A., Malkhosyan Zh. G. Opuholi golovnogo mozga, sochetajushhiesja s gidrocefalej. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2008;4(72):39–42. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/JXFQID>.
  8. Necmettin Pamir M., Peter M. Black, Rudolf Fahlbusch. Meningiomas: a comprehensive text. Acta Neurochirurgica. 2010;(152):1445–1445. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-010-0622-9>.
  9. Коновалов А. Н., Козлов А. В., Черекаев 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., Shimanskii V. N., Taniashin S. V., Kornienko V. N., Pronin I. N., Golanov A. V., Kobiakov 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. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2013;77(1):12–23. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/pyatkb>.
  10. Куканов К. К., Тастанбеков М. М., Забродская Ю. М. и др. Особенности клинической картины при рецидиве и продолженном росте интракраниальных менингиом // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2023. Т. 15, № 3. С. 55–62. [Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Zabrodskaya Yu. M., Ushanov V. V., Kukanova O. M., Kiyashko S. S., Ivanova N. E., Olyushin V. E. Clinical features in recurrence and progression of intracranial meningiomas. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2022;15(3):55–62. (In Russ.). Doi: [https://doi.org/DOI 10.56618/20712693\\_2023\\_15\\_3\\_55](https://doi.org/DOI 10.56618/20712693_2023_15_3_55). EDN: TCGYNW.
  11. Ушанов В. В., Тастанбеков М. М., Куканов К. К. и др. Роль грануляций паутинной оболочки в рецидивировании менингиом // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2023. Т. 15, № 2. С. 161–165. [Ushanov V. V., Tastanbekov M. M., Kukanov K. K., Dikonenko M. V., Paltsev A. A., Fris N. I., Zabrodskaya Yu. M. Arachnoid granulation in the recurrence of meningiomas. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2023;15(2):161–165. (In Russ.). Doi: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_2\_161.
  12. Кондратьев С. А., Кондратьев Е. А., Кондратьев А. Н. и др. Мишечная слабость в раннем послеоперационном периоде после удаления опухоли головного мозга // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2021. Т. 13, № 4. С. 51–58. [Kondratiev S. A., Kondratieva E. A., Kondratiev A. N., Lesteva N. A., Kukanov K. K., Ivanova N. E. Muscle weakness in the early postoperative period after removal of a brain tumor. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2021;13(4):51–58. (In Russ.). EDN: ERBXEE.
  13. Кияшко С. С., Олюшин В. Е., Зрелов А. А. и др. Статико-динамические нарушения у больных после микропирамидального удаления опухолей мосто-мозжечкового угла: отдаленные результаты // Мед. вестн. Северного Кавказа. 2022. Т. 17, № 1. С. 10–14. [Kiaishko S. S., Olyushin V. E., Zrelov A. A., Kukanov K. K., Sklyar S. S., Maslova L. N., Ivanova N. E. Static-dynamic disorders in patients after microsurgical resection of the cerebellopontine angle tumors: long-term results. Medical News of North Caucasus. 2022;17(1):10–14. (In Russ.). Doi: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17003>.
  14. Хирургическое лечение пациентов с менингиомами области большого затылочного отверстия: ближайшие и отдаленные результаты / К. К. Куканов, М. М. Тастанбеков, В. Е. Олюшин, С. В. Пустовой // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2017. Т. 9, № 1. С. 36–42. [Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Olyushin V. E., Pustovoy S. V. Surgical treatment of patients with meningiomas of the foramen magnum: immediate and long-term results. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2017;9(1):36–42. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/REBCQI>.
  15. Куканов К. К., Тастанбеков М. М., Олюшин В. Е. Менингиомы большого затылочного отверстия: результаты хирургического и радиохирургического лечения // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2016. Т. 8, № 4. С. 26–35. [Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Olyushin V. E. Meningiomas of the foramen magnum: results of surgical and radiosurgical treatment. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2016;8(4):26–35. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/LJHXLU>.
  16. Хачатрян В. А., Ким А. В., Самочерных К. А. и др. Злокачественные опухоли головного мозга, сочетающиеся с гидроцефалией // Нейрохир. и неврология Казахстана. 2009. Т. 4, № 17. С. 3–20 [Khachatryan V. A., Kim A. V., Samochernykh K. A., Gogoryan S. F., Malkhasyan J. G., Rabandiyarov M. R., Golubova O. V., Sakhno L. V., Nesterova L. P., Lebedev K. E., Simonyan D. A. Malignant tumors of the cerebral hemisphere, coexisting with hydrocephalus. Neurosurgery and Neurology of Kazakhstan. 2009;4(17):3–20. (In Russ.).]
  17. 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:e589–e597. Doi: <https://doi:10.1016/j.wneu.2018.07.215>.
  18. Olyushin V. E., Kukanov K. K., Nechaeva A. S., Sklyar S. S., Vershinin A. E., Dikonenko M. V., Golikova A. S., Mansurov A. S., Safarov B. I., Rynda A. Y., Papayan G. V. Photodynamic therapy in neurooncology. Biomedical Photonics. 2023;12(3):25–35. Doi: <https://doi.org/10.24931/2413-9432-2023-12-3-25-35>.
  19. Куканов К. К., Нечаева А. С., Ситовская Д. А. и др. Первый опыт интраоперационной фотодинамической терапии в структуре комплексного лечения пациентов, страдающих рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом // Вестн. Рос. военно-мед. акад. 2024. Т. 26, № 2. С. 243–258. [Kukanov K. K., Nechaeva A. S., Sitovskaya D. A., Dikonenko M. V., Sukhorarov P. D., Ishchenko I. O., Zabrodskaya Yu. M., Samochernykh N. K., Papayan G. V., Olyushin V. E., Samochernykh K. A. Intraoperative photodynamic therapy in the structure of complex treatment of patients suffering from recurrence and continued growth of intracranial meningioma. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2024;26(2):243–258. (In Russ.). Doi: <https://doi.org/10.17816/brmma624272>.
  20. Куканов К. К., Нечаева А. С., Улитин А. Ю. и др. Достижения и перспективы дальнейшего развития технологий фотодинамической терапии в лечении церебральных опухолей // Рос. журн. персонализир. мед. 2024. Т. 4, № 1. С. 44–57. [Kukanov K. K., Nechaeva A. S., Ulitin A. Yu., Sklyar S. S., Vershinin A. E., Dikonenko M. V., Politova A. O., Papayan G. V., Olyushin V. E. Achievements and prospects for further development of photodynamic therapy technology in the treatment of cerebral tumors. Russian Journal for Personalized Medicine. 2024;4(1):44–57. (In Russ.). Doi: <https://doi.org/10.18705/2782-3806-2024-4-1-44-57>. EDN: ZPQYNN.
  21. 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: <https://doi:10.1016/j.wneu.2018.07.215>.

22. Cao X., Hao S., Wu Z. et al. Treatment Response and Prognosis After Recurrence of Atypical Meningiomas. World Neurosurg. 2015;84(4):1014–1019. Doi: <https://doi:10.1016/j.wneu.2015.05.032>.

### 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 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);

**Никита Евгеньевич Войнов** – врач-нейрохирург 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); специалист по научно-аналитической работе Научного центра мирового уровня «Центр персонализированной медицины» (Санкт-Петербург, Россия);

**Анастасия Сергеевна Нечаева** – врач-нейрохирург, младший 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); младший научный сотрудник НИО трансляционной онкологии Научного центра мирового уровня «Центр персонализированной медицины» (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);

**Константин Александрович Самочерных** – доктор медицинских наук, профессор Российской академии 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).

### 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);

**Nikita E. Voinov** – Neurosurgeon, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia); Specialist in Scientific and Analytical Work, World-Class Research Centre for Personalized Medicine (St. Petersburg, Russia);

**Anastasiia S. Nechueva** – Neurosurgeon, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia); Junior

Researcher, World-Class Research Centre for Personalized Medicine (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);

**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).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024



# ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ДИАМЕТРА ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА С ОБОЛОЧКАМИ У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ ПОСЛЕ ДЕКОМПРЕССИВНОЙ ТРЕПАНАЦИИ ЧЕРЕПА

**Карина Рубеновна Мурадян<sup>1</sup>**

✉ karinamuradyan@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-2218-693X, SPIN-код: 4049-9995

**Андрей Васильевич Ошоров<sup>1</sup>**

agvan2@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3674-252X, SPIN-код: 6630-6008

**Александр Мирович Туркин<sup>1</sup>**

turkinalexander@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8219-5205, SPIN-код: 5380-1629

**Иван Анатольевич Савин<sup>1</sup>**

savin@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-3874-4147, SPIN-код: 1342-7065

**Юлия Владимировна Струнина<sup>1</sup>**

ustrunina@nsi.ru, orcid.org/0000-0001-5010-6661, SPIN-код: 9799-5066

**Глеб Валерьевич Данилов<sup>1</sup>**

gdanilov@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-1442-5993, SPIN-код: 4140-8998

**Александр Дмитриевич Кравчук<sup>1</sup>**

akravchuk@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-3112-8256, Author ID: 58538

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16, Москва, Российская Федерация, 125047)

## Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** На сегодняшний день наличие корреляции между диаметром зрительного нерва с оболочками (ДЗНО) и величиной внутричерепного давления (ВЧД) в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы была подтверждена в многочисленных публикациях зарубежных и российских авторов. Оценка ДЗНО у пациентов с отеком мозга и подозрением на внутричерепную гипертензию (ВЧГ) возможна с помощью нейровизуализационных (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) и ультразвуковых методов диагностики. Использование данных ДЗНО у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой может представлять диагностическую и прогностическую ценность при анализе эффективности проводимых лечебных мероприятий, включая декомпрессивную краинеоктомию.

**ЦЕЛЬ.** Оценить изменение ДЗНО по данным компьютерной томографии у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой после проведения декомпрессионной трепанации черепа (ДТЧ).

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** За период с 2020 по 2022 г. на базе Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко проведено проспективное одноцентровое наблюдательное исследование, включившее в себя 31 пациента (7 женщин и 24 мужчины) с тяжелой (по шкале комы Глазго ≤8 балла) черепно-мозговой травмой (ЧМТ) и инвазивным мониторингом внутричерепного давления (ВЧД), из них 8 пациентов (3 женщины и 4 мужчин) с широкой ДТЧ, выполненной в Национальном медицинском исследовательском центре нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко в период первых 3-х суток с момента травмы. Медиана возраста в данной группе составила 30 [26,3; 53,0] лет. Всем пациентам проводились инвазивный мониторинг ВЧД и ВЧД-ориентированная терапия в соответствии с международными и российскими рекомендациями.

Оценку ДЗНО осуществляли по описанной ранее методике на основании данных компьютерной томографии головного мозга, выполненной до хирургического вмешательства и после проведения ДТЧ. Анализ динамики ДЗНО проводили по результатам сравнения производных ДЗНО: среднего, максимального и минимального значений ( $\text{ДЗНО}_{\text{ср}}$ ,  $\text{ДЗНО}_{\text{макс}}$ ,  $\text{ДЗНО}_{\text{мин}}$ ) до и после декомпрессии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** При оценке данных с помощью критерия Уилкоксона для парных сравнений были установлены следующие достоверные различия ДЗНО у пострадавших с тяжелой ЧМТ до и после декомпрессивной трепанации: достоверное уменьшение показателей  $\text{ДЗНО}_{\text{мин}}$  и  $\text{ДЗНО}_{\text{ср}}$  после проведения ДТЧ ( $p<0,05$  в обоих случаях).

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что на фоне проведения ДТЧ отмечалось изменение параметра ДЗНО: по данным компьютерной томографии после декомпрессии отмечались более низкие значения ДЗНО, что также соответствовало данным о стабилизации ВЧД и отсутствию эпизодов устойчивой ВЧГ в 80 % наблюдений в данной группе.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Проведенное исследование свидетельствует о наличии связи между значимым снижением параметра ДЗНО и фактом ДТЧ, который сопровождается стабилизацией ВЧД у пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ. **Ключевые слова:** диаметр зрительного нерва с оболочками, внутричерепное давление, внутричерепная гипертензия, декомпрессивная трепанация черепа

**Для цитирования:** Мурадян К. Р., Ошоров А. В., Туркин А. М., Савин И. А., Струнина Ю. В., Данилов Г. В., Кравчук А. Д. Оценка динамики диаметра зрительного нерва с оболочками у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой после декомпрессивной трепанации // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 75–82. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_75.

## DYNAMICS OF THE OPTIC NERVE SHEATHS DIAMETER IN PATIENTS WITH SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY AND DECOMPRESSIVE CRANIOTOMY

**Karina R. Muradyan<sup>1</sup>**

✉ karinamuradyan@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-2218-693X, SPIN-code: 4049-9995

**Andrey V. Oshorov<sup>1</sup>**

agvan2@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3674-252X, SPIN-code: 6630-6008

**Alexander M. Turkin<sup>1</sup>**

turkinalexander@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8219-5205, SPIN-code: 5380-1629

**Ivan A. Savin<sup>1</sup>**

savin@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-3874-4147, SPIN-code: 1342-7065

**Yulia V. Strunina<sup>1</sup>**

ustrunina@nsi.ru, orcid.org/0000-0001-5010-6661, SPIN-code: 9799-5066

**Gleb V. Danilov<sup>1</sup>**

gdanilov@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-1442-5993, SPIN-code: 4140-8998

**Alexander D. Kravchuk<sup>1</sup>**

akravchuk@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-3112-8256, Author ID: 58538

<sup>1</sup> N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (16 4<sup>th</sup> Tverskaya-Yamskaya, Moscow, Russian Federation, 125047)

### Abstract

**INTRODUCTION.** Correlation between the optic nerve sheath diameter (ONSD) and the intracranial pressure (ICP) in the acute period of severe traumatic brain injury has been confirmed in numerous publications by foreign and Russian authors. Evaluation of ONSD in patients with cerebral edema and suspected intracranial hypertension (ICH) is possible using neuroimaging (CT, MRI) and ultrasound diagnostic methods (US). The use of ONSD data in patients with severe traumatic brain injury may be of diagnostic and prognostic value in the analysis of therapeutic and surgical methods effectiveness, including decompressive craniectomy (DCT).

**AIM.** To evaluate changing in the ONSD on computed tomography (CT) in patients with severe traumatic brain injury after decompression craniotomy (DCT).

**MATERIALS AND METHODS.** For the period from 2020 to 2022 on the basis of the N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery conducted a prospective single-center observational study included 31 patients (7 women and 24 men) with severe (GCS ≤ 8 points) traumatic brain injury (TBI) and invasive ICP monitoring. The final version of the study included 8 patients (3 women and 5 men) with a wide DCT during the first 3 days after the injury. The mean age in this group was 30 [26.3; 53.0]. All patients underwent invasive ICP monitoring and ICP-oriented therapy according to international and Russian recommendations. Analysis of the ONSD dynamics was carried out based on the comparison of the average, maximum, and minimum values of the ONSD before and after decompression.

**RESULTS.** Significant differences were found in the ONSD in patients with severe TBI before and after decompressive trepanation: decrease in the maximum ONSD from 7.53 to 6.89 mm and decrease in the minimum ONSD from 7.20 to 6.54 mm ( $p=0.022$  in both cases). These results allow us to conclude that changing in the ONSD parameter is affected by the fact of DCT – significantly lower ONSD values and also stabilization of ICP were noted after DCT in 75 % of the observations.

**CONCLUSION.** The conducted study indicates the relationship between significant decrease in the ONSD parameter and the fact of DCT, accompanied by stabilization of ICP, in patients in the acute period of severe TBI.

**Keywords:** optic nerve sheath diameter (ONSD), decompressive craniectomy, intracranial hypertension (ICH)

**For citation:** Muradyan K. R., Oshorov A. V., Turkin A. M., Savin I. A., Strunina Yu. V., Danilov G. V., Kravchuk A. D. Dynamics of the optic nerve sheath diameter in patients with severe traumatic brain injury and decompressive craniotomy. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):75–82. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_75.

## Введение

Устойчивое повышение внутричерепного давления (ВЧД) и возникновение синдрома внутричерепной гипертензии (ВЧГ), в том числе рефрактерной ВЧГ, является одним из жизнеугрожающих осложнений у пациентов с черепно-мозговой травмой и отеком головного мозга [1–4].

Инвазивный мониторинг ВЧД позволяет в режиме реального времени распознать развитие ВЧГ, оценить эффективность терапевтических методов ее коррекции и, при их неэффективности, своевременно обратиться к хирургическим методам коррекции ВЧГ, например, такому, как декомпрессивная трепанация черепа (ДТЧ). Учитывая риски, сопряженные с инвазивным мониторингом ВЧД, сохраняется актуальность дальнейшего изучения и внедрения методов неинвазивной диагностики и прогнозирования ВЧГ, в том числе анализа диаметра зрительного нерва с оболочками (ДЗНО) по данным компьютерной томографии (КТ).

Принимая во внимание наличие достоверной корреляционной зависимости между изменениями ВЧД и ДЗНО [5–8], значительный интерес представляет оценка динамики ДЗНО на фоне проведения декомпрессивной трепанации как одного из наиболее эффективных методов коррекции ВЧГ.

Декомпрессивная краниоэктомия (ДК), или декомпрессивная трепанация черепа (ДТЧ), предполагающая удаление части черепа и способствующая увеличению интракраниального пространства, обеспечивает снижение ВЧД, оптимизацию церебрального перфузионного давления (ЦПД) и мозгового кровотока (МК), предотвращая вторичное повреждение головного мозга [9–13]. Однако, ввиду травматичности, высоких рисков послеоперационных осложнений (геморрагические и инфекционные осложнения, судороги, формирование субдуральных гигром, гидроцефалия), а также необходимости отсроченного повторного вмешательства с целью пластики дефекта, проведение ДТЧ остается методикой резерва в лечении ВЧГ [2, 4, 12, 14].

Целью исследования была оценка изменения ДЗНО по данным компьютерной томографии у пациентов с тяжелой черепно-мозговой

травмой после проведения декомпрессионной трепанации черепа.

## Материалы и методы

На базе Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко за период с 2020 по 2022 г. проведено проспективное одноцентровое наблюдательное исследование, включившее в себя 31 пациента (7 женщин и 24 мужчины) с тяжелой очаговой черепно-мозговой травмой, диффузным аксональным повреждением головного мозга. Из них в данное исследование были включены 7 пациентов (3 женщины и 4 мужчины), сопоставимых друг с другом по большинству критерии (табл. 1), которым была выполнена ДТЧ на базе Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко.

Все пациенты соответствовали критериям включения: возраст старше 18 лет, острый период тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ) (0–2-е сутки получения травмы), наличие инвазивного мониторинга ВЧД. Критериями исключения являлись наличие офтальмологической патологии в анамнезе и на момент госпитализации, а также неврологический статус, соответствующий атонической коме (по шкале комы Глазко (ШКГ) – 3 балла).

Медиана возраста в указанной группе составила 30 [26,3; 53] лет. Неврологический статус пострадавших соответствовал коматозному состоянию: ШКГ на момент поступления – 7,00 [6,3; 8,0] балла; FOUR – 3,00 [2,7; 4,0] балла.

Всем пациентам проводили инвазивный мониторинг ВЧД с помощью датчика NEUROVENT-P (Raumedic, Германия) и ВЧД-ориентированную терапию (глубокая седация RASS –3/–4, нормовентиляция, коррекция гипертермии, а также инфузия гиперосмолярных растворов при эпизодах ВЧГ). Наружное вентрикулярное дренирование не проводилось ввиду выраженного отека мозга и компрессии желудочковой системы. Декомпрессивная трепанация в исследуемой группе была выполнена у 4 (57,2 %) пострадавших на 0–1-е сутки от момента травмы и у оставшихся 3 (42,9 %) пациентов – на 2–3-и сутки после ЧМТ.

**Таблица 1. Общая характеристика группы пациентов**

**Table 1. General characteristics of the patient group**

Показатель	Характеристика	Значение
Всего пациентов, n		7
Пол, n (%)	Женский	3 (42,9)
	Мужской	4 (57)
Возраст (медиана [IQR]), лет		30,50 [26,25; 53,00]
Наличие офтальмологической патологии по данным анамнеза и при осмотре на момент поступления, n (%)	Нет	7 (100,0)
Вид вмешательства, n (%)	Широкая декомпрессивная краниоэктомия	7 (100,0)
ШКГ на момент поступления (медиана [IQR]), баллы		7,00 [6,25; 8,00]
FOUR на момент поступления (медиана [IQR])		3,00 [2,75; 4,00]
Сутки выполнения ДТЧ после травмы, n (%)	0-е	3 (42,9)
	1-е сутки	1 (14,3)
	2-е сутки	3 (42,9)
ВЧГ за первые 24 ч после ДТЧ, n (%)	Да	1 (15)
	Нет	6 (85)

Оценку ДЗНО проводили на основании данных компьютерной томографии головного мозга, выполненной в течение суток до и после проведения широкой ДТЧ. Оптимальная толщина срезов (шаг среза) КТ составляла 1,25 мм, в соответствии с методическими рекомендациями по измерению ДЗНО. Просмотр КТ-снимков проводили в мягкотканном режиме. Измерение ДЗНО осуществляли на расстоянии 3 мм от заднего полюса глазного яблока как перпендикуляр к продольной оси зрительного нерва. Причем при выборе среза для оценки ДЗНО с каждой стороны отбирали срезы с наибольшими значением ДЗНО (при сравнении нескольких срезов с наилучшей визуализацией границ ДЗНО в точке измерения 3 мм от заднего полюса глазного яблока).

Статистический анализ данных проведен с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 3.6.1) в IDE RStudio

(версия 1.2.1335). Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных в выборке представлены как среднее арифметическое и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ) для нормально распределенных случайных величин, медиана и квартили ( $Me [Q1; Q3]$ ) – для величин, распределение которых отличается от нормального. Категориальные показатели представлены как абсолютное число и процентное соотношение. Соответствие выборки нормальному распределению определяли с помощью теста Шапиро – Уилка. Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных проводили с помощью критерия Уилкоксона для парных сравнений. Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты исследования и их обсуждение

Оценка полученных данных, выполненная с помощью критерия Уилкоксона для парных сравнений, позволила установить достоверные различия в значениях ДЗНО при их сравнении у пациентов до ДТЧ и сразу после выполнения декомпрессии.

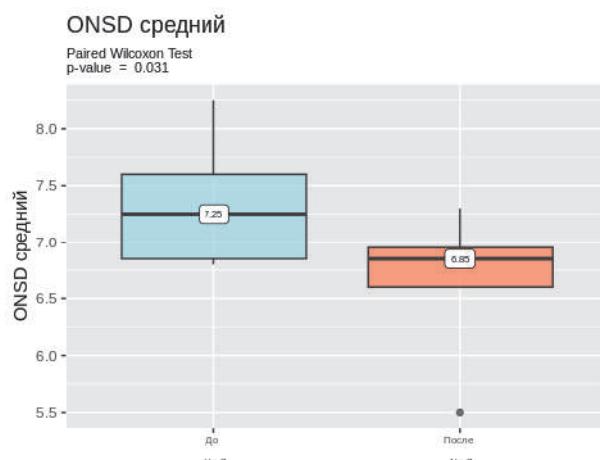
Для стандартизации показателей измерения ДЗНО с правой и левой сторон были введены и проанализированы производные ДЗНО в виде среднего ( $DZN_{cp}$ ), максимального ( $DZN_{max}$ ) и минимального ( $DZN_{min}$ ) значений при сравнении ДЗНО справа и слева у каждого пациента. Среднее значение  $DZN_{cp}$  до декомпрессии составило 7,36 мм, после ДТЧ – 6,71 мм ( $p = 0,031$ ). Медиана  $DZN_{cp}$  – 7,25 [7,0; 7,6] и 6,75 мм [6,5; 7,1] соответственно (рис. 1; табл. 2).

**Таблица 2.  $DZN_{cp}$  и его производные до и после ДТЧ**

**Table 2. ONSD average and its derivatives before and after decompressive craniectomy (DC)**

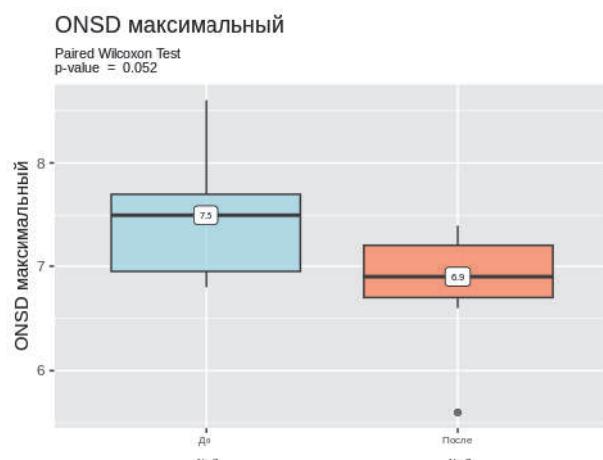
Период	Переменная	n	Среднее значение	Медиана	Мин.	Макс.
До	$DZN_{cp}$	7	7,364	7,25	6,8	8,25
После	$DZN_{cp}$	7	6,714	6,75	5,5	7,50

Также достоверные отличия зарегистрированы при сравнении  $DZN_{max}$  и  $DZN_{min}$



**Рис. 1.** ДЗНО<sub>ср</sub> до и после ДТЧ: ONSD средний – среднее значение ДЗНО (при сравнении справа и слева)

**Fig. 1.** ONSD average and its derivatives before and after decompressive craniectomy (DC)



**Рис. 2.** ДЗНО<sub>макс</sub> до и после ДТЧ: ONSD максимальный – максимальное значение ДЗНО (при сравнении справа и слева)

**Fig. 2.** ONSD<sub>max</sub> and its derivatives before and after decompressive craniectomy (DC)

в группах пострадавших до и после проведения оперативного вмешательства в виде широкой ДТЧ. В динамике после ДТЧ отмечалось снижение ДЗНО<sub>макс</sub> (по среднему значению) с 7,46 до 6,81 мм, а также снижение ДЗНО<sub>мин</sub> (среднее значение) с 7,17 до 6,54 мм ( $p=0,052$  и  $p=0,035$  соответственно) (рис. 2; 3).

Значимое отличие сохранялось также при сравнении медиан указанных параметров ДЗНО: медиана ДЗНО<sub>макс</sub> до ДТЧ – 7,5 [7,2; 7,7] мм, после ДТЧ – 6,9 [6,6; 7,4] мм; медиана ДЗНО<sub>мин</sub> до ДТЧ – 7,0 [6,9; 7,5] мм, после ДТЧ – 6,6 [6,3; 7,0] (табл. 3; 4; рис. 2; 3).

**Таблица 3. ДЗНО<sub>макс</sub> и его производные до и после ДТЧ**

**Table 3. ONSD<sub>max</sub> and its derivatives before and after decompressive craniectomy (DC)**

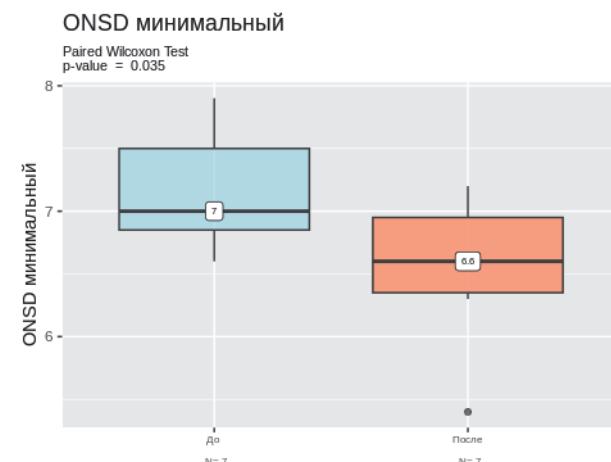
Период	Перемен-ная	n	Среднее значение	Ме-диана	Мин.	Макс.
До	ДЗНО <sub>макс</sub>	7	7,457	7,5	6,8	8,6
После	ДЗНО <sub>макс</sub>	7	6,814	6,9	5,6	7,4

**Таблица 4. ДЗНО<sub>мин</sub> и его производные до и после ДТЧ**

**Table 4. ONSD<sub>min</sub> and its derivatives before and after decompressive craniectomy (DC)**

Пери-од	Перемен-ная	n	Среднее значение	Меди-ана	Мин.	Макс.
До	ДЗНО <sub>мин</sub>	7	7,171	7,0	6,6	7,9
После	ДЗНО <sub>мин</sub>	7	6,543	6,6	5,4	7,2

Данные выраженные изменения мы также наглядно представляем и при анализе снимков



**Рис. 3.** ДЗНО<sub>мин</sub> до и после ДТЧ: ONSD минимальный – минимальное значение ДЗНО (при сравнении справа и слева)

**Fig. 3.** ONSD<sub>min</sub> and its derivatives before and after decompressive craniectomy (DC)

КТ с проведенным на них измерением ДЗНО до и после ДТ.

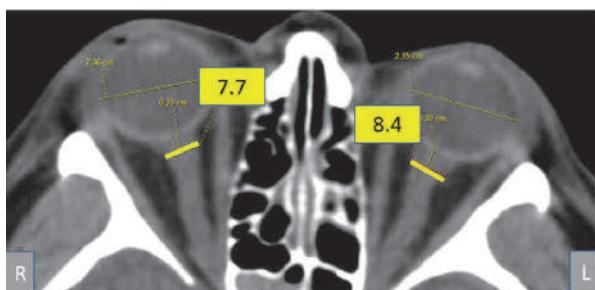
Факт развития ВЧГ за первые 24 ч после декомпрессии считался установленным при регистрации среднего ВЧД выше 20 мм рт. ст. в течение первых суток. В нашей группе (7 пострадавших) после декомпрессии в 85 % случаев отмечались стабилизация ВЧД и отсутствие эпизодов ВЧГ после ДТЧ (табл. 5).

Таким образом, при анализе полученных результатов отмечается снижение ДЗНО на фоне проведения декомпрессии. Учитывая также факт стабилизации ВЧД после ДТЧ в 85 % наблюдений, можно сделать вывод о наличии

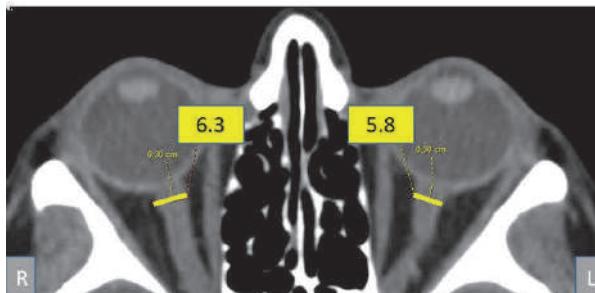
**Таблица 5. Описательная характеристика ВЧД в исследуемой группе**

**Table 5. General ICP characteristics in the study group**

Пациент	Декомпрессия, сутки после ЧМТ	ВЧД <sub>ср</sub> за 24 ч после ДТЧ, мм рт. ст.	ВЧД <sub>макс</sub> за 24 ч после ДТЧ, мм рт. ст.	ВЧД <sub>мин</sub> за 24 ч после ДТЧ, мм рт. ст.
1	0-е	18,00	23,00	13,00
2	3-и	15,76	20,00	12,00
3	3-и	22,50	25,00	17,00
4	1-е	15,46	20,00	12,00
5	3-и	11,07	13,00	9,00
6	0-е	10,30	12,00	8,00
7	3-и	17,30	21,00	11,00



ДЗНО справа и слева до ДТЧ



ДЗНО справа и слева после ДТЧ

**Рис. 4. Изменения ДЗНО у пациентки Ф. до и после ДТЧ**  
**Fig. 4. ONSD dynamics in case of F. patient before and after decompressive craniectomy (DC)**

зависимости между снижением значений ВЧД и ДЗНО в динамике после ДТЧ.

## Заключение

Проведенное исследование свидетельствует о наличии связи между значимым снижением параметра ДЗНО и выполнением ДТЧ у пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ с отеком головного мозга. При сопоставлении ДЗНО, а также его производных отмечались достоверно более низкие значения в группе после ДТЧ, что также соответствовало данным о стабили-

зации ВЧД и отсутствии эпизодов устойчивой ВЧГ в 85 % наблюдений в данной группе.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (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

- Carney N., Totten A. M., O'Reilly C., Ullman J. S., Hawryluk G. W., Bell M. J., Bratton S. L., Chesnut R., Harris O. A., Kissoon N., Rubiano A. M., Shutter L., Tasker R. C., Vavilala M. S., Wilberger J., Wright D. W., Ghajar J. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. 4<sup>th</sup> ed. Neurosurgery. 2017;80(1):6–15. Doi: 10.1227/NEU.0000000000001432. PMID: 27654000.
- Hawryluk G. W. J., Rubiano A. M. et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. Neurosurgery. 2020;87(3):427–434. Doi: 10.1093/neuro/nyaa278. PMID: 32761068; PMCID: PMC7426189.
- Farahvar A., Gerber L. M., Chiu Y. L., Härtl R., Froelich M., Carney N., Ghajar J. Response to intracranial hypertension treatment as a predictor of death in patients with severe traumatic brain injury. J Neurosurg. 2011;114(5):1471–1478. Doi: 10.3171/2010.11.JNS101116. PMID: 21214327.
- Jiang J. Y., Xu W., Li W. P. et al. Efficacy of standard trauma craniectomy for refractory intracranial hypertension with severe traumatic brain injury: a multicenter, prospective, randomized controlled study. J Neurotrauma. 2005;22(6):623–628. Doi: 10.1089/neu.2005.22.623. PMID: 15941372.
- Bekerman I., Kiniagar I., Sigal T., Vaiman M. Monitoring of Intracranial Pressure by CT-Defined Optic Nerve Sheath Diameter. J Neuroimaging. 2016;26(3):309–314. Doi: 10.1111/jon.12322. PMID: 26686547
- Vaiman M., Sigal T., Kiniagar I., Bekerman I. Intracranial Pressure Assessment in Traumatic Head Injury with Hemorrhage Via Optic Nerve Sheath Diameter. J Neurotrauma. 2016;33(23):2147–2153. Doi: 10.1089/neu.2015.4293. PMID: 27048793
- Sekhon M. S., Griesdale D. E., Robba C., McGlashan N., Needham E., Walland K., Shook A. C., Smielewski P., Czosnyka M., Gupta A. K., Menon D. K. Optic nerve sheath diameter on computed tomography is correlated with simultaneously measured intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury. Intensive Care Med. 2014;40(9):1267–1274. Doi: 10.1007/s00134-014-3392-7. PMID: 25034476.
- Туркин А. М., Ошоров А. В., Погосян Э. Л. и др. Корреляция внутричерепного давления и диаметра

- оболочки зрительного нерва по данным компьютерной томографии при тяжелой черепно-мозговой травме // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2017. Т. 81, № 6. С. 81–88. [Turkin A. M., Oshorov A. V., Pogosbekyan E. L., Smirnov A. S., Dmitrieva A. S. Correlation of intracranial pressure and diameter of the sheath of the optic nerve by computed tomography in severe traumatic brain injury. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N.N. Burdenko. 2017;81(6):81–88. (In Russ.)]. Doi: [doi.org/10.17116/neiro201781681-88](http://doi.org/10.17116/neiro201781681-88).
9. Hutchinson P. J., Koliass A. G., Tajsic T., Adeleye A., Aklilu A. T., Apriawan T., Bajamal A. H., Barthélémy E. J., Devi B. I., Bhat D., Bulters D., Chesnut R., Citerio G., Cooper D. J., Czosnyka M., Edem I., El-Ghandour N. M. F., Figaji A., Fountas K. N., Gallagher C., Hawryluk G. W. J., Iaccarino C., Joseph M., Khan T., Laeke T., Levchenko O., Liu B., Liu W., Maas A., Manley G. T., Manson P., Mazzeo A. T., Menon D. K., Michael D. B., Muehlschlegel S., Okonkwo D. O., Park K. B., Rosenfeld J. V., Rousseau G., Rubiano A. M., Shabani H. K., Stocchetti N., Timmons S. D., Timofeev I., Uff C., Ullman J. S., Valadka A., Waran V., Wells A., Wilson M. H., Servadei F. Consensus statement from the International Consensus Meeting on the Role of Decompressive Craniectomy in the Management of Traumatic Brain Injury: Consensus statement. Acta Neurochir (Wien). 2019;161(7):1261–1274. Doi: [10.1007/s00701-019-03936-y](https://doi.org/10.1007/s00701-019-03936-y). PMID: 31134383; PMCID: PMC6581926.
10. Hutchinson P. J., Koliass A. G., Timofeev I. S. et al. Trial of Decompressive Craniectomy for Traumatic Intracranial Hypertension. N Engl J Med. 2016;375(12):1119–1130. Doi: [10.1056/NEJMoa1605215](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1605215).
11. Декомпрессивная трепанация черепа у больных с внутричерепным кровоизлиянием аневризматического генеза / А. Н. Коновалов, О. Б. Белоусова, Ю. В. Пилипенко // Вопросы нейрохирургии: Журн. им. Н. Н. Бурденко. 2016. Т. 80, № 5. С. 144–150. [Konovalov A. N., Belousova O. B., Pilipenko Yu. V. Decompressive craniotomy in patients with intracranial aneurysmal hemorrhage. Voprosy Neirokhirurgii: Zhurnal Imeni N. N. Burdenko. 2016;80(5):144–150. (In Russ.)]. Doi: [doi.org/10.17116/neiro2016805144-150](https://doi.org/10.17116/neiro2016805144-150).
12. Cooper D. J., Rosenfeld J. V., Murray L., Arabi Y. M., Davies A. R., Ponsford J., Seppelt I., Reilly P., Wiegers E., Wolfe R. DECRA Trial Investigators and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group. Patient Outcomes at Twelve Months after Early Decompressive Craniectomy for Diffuse Traumatic Brain Injury in the Randomized DECRA Clinical Trial. J Neurotrauma. 2020;37(5):810–816. Doi: [10.1089/neu.2019.6869](https://doi.org/10.1089/neu.2019.6869). PMID: 32027212; PMCID: PMC7071071.
13. Джинджихадзе Р. С., Древаль О. Н., Лазарев В. А. Декомпрессивная краниэктомия при внутричерепной гипертензии: учеб. пособие / ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования». М.: ГБОУ ДПО РМАПО, 2013. 150 с. [Jinjikhadze R. S., Dreval O. N., Lazarev V. A. Decompresive craniectomy for intracranial hypertension: textbook; SBEI DPO «Russian Medical Academy of Postgraduate Education». Moscow: SBEI DPO RMAPO; 2013. 150 p.
14. Vaiman M., Gottlieb P., Bekerman I. Quantitative relations between the eyeball, the optic nerve, and the optic canal important for intracranial pressure monitoring. Head Face Med. 2014;10(10):32. Doi: [10.1186/1746-160X-10-32](https://doi.org/10.1186/1746-160X-10-32). PMID: 25130267; PMCID: PMC4141911.

## Сведения об авторах

**Карина Рубеновна Мурадян** – врач – анестезиолог-реаниматолог Отделения нейрореанимации Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

**Андрей Васильевич Ошоров** – доктор медицинских наук, врач – анестезиолог-реаниматолог Отделения нейрореанимации, доцент кафедры нейрохирургии с курсами нейронаук Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

**Александр Мирович Туркин** – кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, старший научный сотрудник Отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

**Иван Анатольевич Савин** – доктор медицинских наук, врач – анестезиолог-реаниматолог, заведующий Отделением нейрореанимации, ведущий научный сотрудник, профессор кафедры нейрохирургии с курсами нейронаук Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

тельского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

**Юлия Владимировна Струнина** – ведущий инженер лаборатории биомедицинской информатики и искусственного интеллекта (Институт нейронаук и технологий) Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

**Глеб Валерьевич Данилов** – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, научный секретарь, доцент кафедры нейрохирургии с курсами нейронаук Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

**Александр Дмитриевич Кравчук** – доктор медицинских наук, профессор, врач-нейрохирург, заведующий 9-м нейрохирургическим отделением (черепно-мозговая травма), ведущий научный сотрудник, профессор кафедры нейрохирургии с курсами нейронаук Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия).

## Information about the authors

**Karina R. Muradyan** – Anesthesiologist-Resuscitator of the Neuroreanimation Department, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia);

**Andrey V. Oshorov** – Dr. of Sci. (Med.), Anesthesiologist-Resuscitator of the Neuroresuscitation Department, Associate Professor of the Department of Neurosurgery with Neuroscience Courses, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia);

**Alexander M. Turkin** – Cand. of Sci. (Med.), Radiologist, Senior Researcher Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia);

**Ivan A. Savin** – Dr. of Sci. (Med.), Anesthesiologist-Resuscitator, Head at the Department of Neuroreanimation, Leading Researcher, Professor at the Department of Neurosurgery with Neuroscience Courses, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia);

*Yulia V. Strunina* – Leading Engineer at the Laboratory of Biomedical Informatics and Artificial Intelligence (Institute of Neurosciences and Technologies), N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia);

*Gleb V. Danilov* – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Scientific Secretary, Associate Professor at the Department of Neurosurgery with Neuroscience Courses,

N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia);

*Alexander D. Kravchuk* – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Neurosurgeon, Head at the 9<sup>th</sup> Neurosurgical Department (Traumatic Brain Injury), Leading Researcher, Professor at the Department of Neurosurgery with Neuroscience Courses, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery (Moscow, Russia).

*Принята к публикации 26.08.2024*

*Accepted 26.08.2024*

EDN: ILVHWT

УДК 616.8-007

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_83



## РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСВЕНОЗНОЙ ЭМБОЛИЗАЦИИ СУПРАТЕНТОРИАЛЬНЫХ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АРТЕРИОВЕНОЗНЫХ МАЛЬФОРМАЦИЙ

**Азamat Назарбекович Назарбеков<sup>1</sup>**

✉ md.azamat.neurosurgeon@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2916-0975, SPIN-код: 6608-8659

**Андрей Евгеньевич Петров<sup>1</sup>**

doctorpetrovandrey@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3112-6584, SPIN-код: 7048-2180

**Алексей Юрьевич Улитин<sup>1</sup>**

ulitinaleks@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8343-4917, SPIN-код: 7709-9500

**Аркадий Александрович Иванов<sup>1</sup>**

arkadyneuro@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0065-0391, SPIN-код: 1801-6558

**Солтан Ханкиши оглы Сотланов<sup>1</sup>**

mega.soltan@mail.ru, orcid.org/0009-0006-9010-826X

**Лариса Витальевна Рожченко<sup>1</sup>**

rozhch@mail.ru, orcid.org/0000-0002-0974-460X, SPIN-код: 6729-0652

<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)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Эффективность и безопасность трансвенозной эмболизации при лечении артериовенозных мальформаций головного мозга (АВМ) остаются недостаточно изученными, учитывая очень ограниченное число зарегистрированных случаев. Данное проспективное исследование было проведено для оценки этой техники при лечении церебральной АВМ.

**ЦЕЛЬ.** Изучить частоту облитерации церебральных АВМ при трансвенозной эмболизации и особенности техники трансвенозной эмболизации в зависимости от анатомии церебральных артериовенозных мальформаций. Сравнить данные мировой литературы с результатами нашего исследования.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В период с января 2018 г. по декабрь 2023 г. в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте имени профессора А. Л. Поленова – филиале Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» было проведено обследование 53 пациентов с АВМ головного мозга, перенесших трансвенозную или трансвенозно-трансартериальную (комбинированную) тотальную эмболизацию. АВМ были разделены по классификации Шпецлера – Мартина: I градация была у 3 (5,7%) пациентов с АВМ головного мозга, II – у 13 (24,5%), III – у 26 (49,1%), IV – у 8 (15,1%), а V – у 3 (5,7%). Средний возраст пациентов составил  $(37,94 \pm 11,13)$  года (диапазон – 19–66 лет). Соотношение по полу М:Ж 49,1:50,9 %. Медиана этапов составила 2 (диапазон – 1–13). Частота полной окклюзии АВМ была рассчитана на основе изображений цифровой субтракционной ангиографии, полученных сразу после операции и через 6–12 месяцев после операции. Возникновение кровоизлияний и инфарктов после эмболизации оценивали с помощью данных компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) сразу после операции и в течение 1 месяца после тотальной эмболизации. Для оценки функциональных результатов использовали шкалу mRS.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Полная облитерация АВМ отмечена у 46 (86,8 %) из 53 пациентов после эмболизации, у 5 (9,4 %) пациентов – частичное выключение АВМ достигнуто при сочетании эндоваскулярного и микрохирургического лечения. Радикальность эмболизации погибших 2 (3,8 %) пациентов из 53 не была доказана. Послеоперационные внутричерепные кровоизлияния выявлены у 10 (18,9 %) пациентов. Проведена оценка функциональных результатов: доля пациентов с mRS  $\leq 2$  уменьшилась с 94,2 % (49/53) до эмболизации до 82,9 % (44/53) после эмболизации; mRS 3–5 – 5,7 % (3/53) до эмболизации, после – 13,8 % (7/53). Оценки по mRS при осмотре на момент контрольной ангиографии mRS  $\leq 2$  – 90,1 % (46/51), mRS 3–5 – 9,9 % (6/51). Доля положительных результатов (mRS  $\leq 2$ ) в отдаленном периоде увеличилась на 7,2 с 82,9 % (44/53) до 90,1 % (46/51). Доля отрицательных результатов уменьшилась на 3,3 %; mRS 3–5 – с 13,2 до 9,9 %.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Трансвенозная эмболизация может быть применена как самостоятельная методика для тотального выключения церебральной АВМ головного мозга с высокой частотой полной облитерации, улучшенными функциональными результатами и приемлемыми показателями заболеваемости и смертности. Но ее следует рассматривать в основном в качестве метода выбора при проведении завершающего этапа многоэтапной эмболизации.

**Ключевые слова:** трансвенозная эмболизация артериовенозной мальформации, тотальная эмболизация, трансвенозная эмболизация, артериовенозная мальформация головного мозга, церебральная ангиография

**Для цитирования:** Назарбеков А. Н., Петров А. Е., Улитин А. Ю., Иванов А. А., Солтанов С. Х., Рожченко Л. В. Результаты трансвенозной эмболизации супратенториальных церебральных артериовенозных мальформаций // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 75–82. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_83.

## RESULTS OF TOTAL TRANSVENOUS EMBOLISATION OF SUPRATENTORIAL CEREBRAL ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS

**Azamat N. Nazarbekov<sup>1</sup>**

✉ md.azamat.neurosurgeon@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2916-0975, SPIN-code: 6608-8659

**Andrey E. Petrov<sup>1</sup>**

doctorpetrovandrey@gmail.com, orcid.org/0000-0002-3112-6584, SPIN-code: 7048-2180

**Alexey Yu. Ulitin<sup>1</sup>**

ulitinaleks@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8343-4917, SPIN-code: 7709-9500

**Arkady A. Ivanov<sup>1</sup>**

arkadyneuro@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0065-0391, SPIN-code: 1801-6558

**Soltan H. Sotlanov<sup>1</sup>**

mega.soltan@mail.ru, orcid.org/0009-0006-9010-826X

**Larisa V. Rozhchenko<sup>1</sup>**

rozhch@mail.ru, orcid.org/0000-0002-0974-460X, SPIN-code: 6729-0652

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

### Abstract

**INTRODUCTION.** The efficacy and safety of transvenous embolisation in the treatment of cerebral arteriovenous malformations (AVMs) remain poorly understood, given the very limited number of reported cases. This prospective study was conducted to evaluate this technique in the treatment of cerebral AVMs.

**MATERIALS AND METHODS.** From January 2018 to December 2023, 53 patients with cerebral AVMs who underwent transvenous or transvenous-transarterial (combined) total embolisation were examined at the Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre. AVMs were divided according to the Spetzler – Martin classification: gradation I was in 3 (5.7 %) AVMs, II in 13 (24.5 %), III in 26 (49.1 %), IV in 8 (15.1 %), and V in 3 (5.7 %). The mean age of the patients was  $37.94 \pm 11.13$  (range 19–66). The sex ratio M:W was 49:1:50:9%. The mean embolisation stage was 2 (range 1–13). The incidence of complete AVM occlusion was calculated based on DSA images obtained immediately postoperatively and 6–12 months after surgery. The occurrence of haemorrhages and infarcts after embolisation was assessed by CT and MRI immediately after surgery and at 1 month after total embolisation. The mRS scale was used to assess functional outcomes.

**RESULTS.** Complete AVM obliteration was noted in 46 (86.8 %) of 53 patients after embolisation, in 5 (9.4 %) patients total AVM obliteration was achieved with a combination of endovascular and microsurgical treatment. Of 53 patients 2 (3.8 %) died. Postoperative intracranial haemorrhages were detected in 10 (18.9 %). Functional outcomes were assessed: the proportion of patients with mRS  $\leq 2$  decreased from 94.2 % (49/53), before embolisation to 82.9 % (44/53) after embolisation, mRS 3–4 = 5.7 % (3/53) before embolisation, after 11.3 % (6/53); mRS 5 = 1.9 % (1/53). The mRS scores at the time of follow-up angiography mRS  $\leq 2$  90.1 % (46/51), mRS 3–5 = 9.9 % (6/51). The percentage of good results (mRS  $\leq 2$ ) in the remote period increased by 7.2 % from 82.9 % (44/53) to 90.1 % (46/51), the percentage of poor results decreased by 3.3 % mRS 3–5 from 13.2 % to 9.9 %.

**CONCLUSION.** Transvenous embolisation can be performed as an independent technique for total occlusion of cerebral AVMs with a high rate of complete obliteration, improved functional outcomes and acceptable morbidity and mortality, but it should be considered mainly as the method of choice when performing the final stage of multistage embolisation.

**Keywords:** transvenous embolisation of arteriovenous malformation, total embolisation, transvenous embolisation, cerebral arteriovenous malformations, cerebral angiography

**For citation:** Nazarbekov A. N., Petrov A. E., Ulitin A. Yu., Ivanov A. A., Soltanov S. H., Rozhchenko L. V. Results of total transvenous embolisation of supratentorial cerebral arteriovenous malformations. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):75–82. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_83.

### Введение

Артериовенозные мальформации (AVM) головного мозга характеризуются промежуточ-

ным сплетением аномальных сосудов (клубком) между питающими артериями и дренирующими венами. Наиболее частые проявления

АВМ включают в себя кровоизлияния, эпилептические припадки, головные боли и прогрессирующий неврологический дефицит из-за хронического «обкрадывания» головного мозга [1, 2]. Кровоизлияние может произойти из-за врожденного отсутствия нормального строения сосудистой стенки сосудов АВМ. Первое геморрагическое событие сопровождается повышенным риском повторного кровотечения. Манифестация с геморрагией из АВМ оценивается от 13 до 50 %, а уровень смертности после внутричерепного кровоизлияния от разрыва АВМ колеблется от 12 до 67 % [3].

Тактику лечения (микрохирургия, радиохирургия и эндоваскулярная эмболизация) выбирают на основе ангиоархитектоники, локализации и проявления АВМ [4, 5]. Устранение риска кровотечения путем микрохирургического удаления или эндоваскулярного выключения остается основной целью лечения АВМ. Хирургическая резекция АВМ может быть сложной задачей в глубоких, труднодоступных местах и функционально значимых областях. Радиохирургия может быть не идеальной в геморрагическом периоде АВМ в качестве первого выбора из-за длительного латентного периода между лечением и инволюцией АВМ. Эндоваскулярная трансвенозная эмболизация может преодолеть эти недостатки. По мнению ряда авторов, показания к трансвенозной эмболизации АВМ включают в себя глубокое расположение, неблагоприятный артериальный доступ, небольшой очаг и единственную дренирующую вену [7–16]. Поскольку при использовании этого подхода зарегистрировано лишь ограниченное число случаев, его эффективность и безопасность остаются неясными. В данном исследовании мы провели оценку наших результатов трансвенозной эмболизации АВМ.

## Материалы и методы

Критерии включения в исследование были следующими:

- 1) АВМ головного мозга;
- 2) невозможность выполнения изолированной внутриартериальной эмболизации (из-за отсутствия артериального доступа, наличия транзиторных типов афферентов, тонких артериальных притоков чрезвычайно извилисто-го хода т. д.);

3) АВМ не подлежат хирургическому или радиохирургическому вмешательству или отказ пациента от хирургического или радиохирургического вмешательства;

- 4) благоприятная венозная ангиоархитектура.

Критерии исключения были следующими:

- 1) тяжелая аллергия на контрастирующее вещество или неадгезивные эмболические агенты в анамнезе;
- 2) возраст младше 18 лет.

В период с января 2018 г. по декабрь 2023 г. трансвенозная тотальная эмболизация была проведена 53 пациентам с АВМ головного мозга. У 10 (18,9 %) пациентов из 53 были выявлены послеоперационные внутричерепные кровоизлияния: у 3 пациентов было субарахноидальное кровоизлияние (САК); у 3 пациентов – церебросубарахноидальное кровоизлияние с образованием паренхиматозных гематом; у 4 пациентов – внутрижелудочковое кровоизлияние. Краткая характеристика пациентов приведена в табл. 1; 2.

Все процедуры эмболизации пациентам выполняли под общей анестезией. Во внутреннюю яремную вену устанавливали интродьюсер 6F, затем проводниковый катетер 6F, который продвигали к основной дренирующей вене АВМ головного мозга. Один или два микрокатетера (*Headway DUO*, *Apollo* или *Sonic*) устанавливали как можно ближе к очагу АВМ. Сосудистый интродьюсер помещали в правую бедренную артерию с последующим размещени-

**Таблица 1. Описательная статистика показателей пациентов с церебральными АВМ**

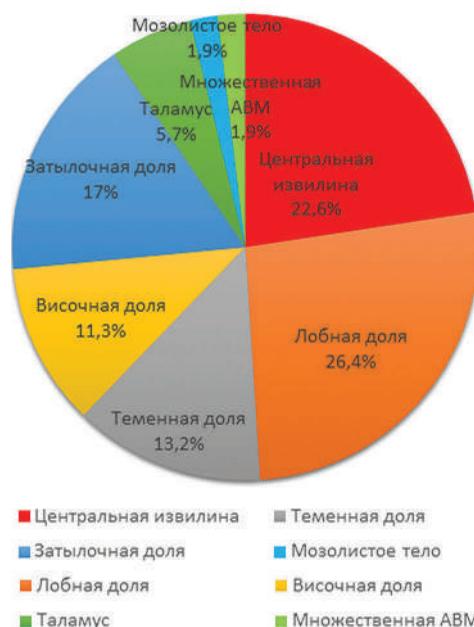
**Table 1. Descriptive statistics of categorical indices of patients with cerebral AVMs**

Показатель	Категории	Абс.	%	95 % ДИ
Пол	Мужчины	26	49,1	35,1–63,2
	Женщины	27	50,9	36,8–64,9
Клинический тип	Геморрагический	18	34,0	21,5–48,3
	Эпилептический	15	28,3	16,8–42,3
	Торпидный	20	37,7	24,8–52,1
mRs до первой операции	0	36	69,2	54,9–81,3
	1	12	23,1	12,5–36,8
	2	1	1,9	0,0–10,3
	3	2	3,8	0,5–13,2
	4	1	1,9	0,0–10,3

**Таблица 2. Описательная статистика количественных переменных показателей пациентов с cerebral AVMs**

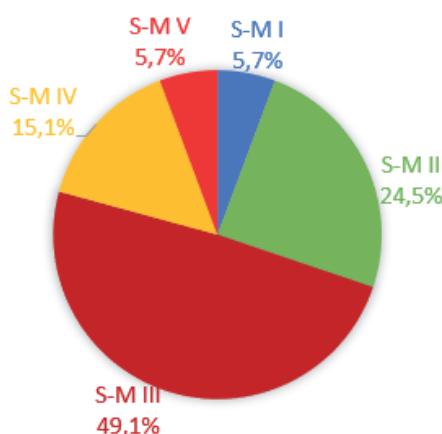
**Table 2. Descriptive statistics of quantitative variables of patients with cerebral AVMs**

Показатель	(M±SD)/Me	95 % ДИ / Q <sub>1</sub> – Q <sub>3</sub>	n	Min	Max
Возраст (M±SD), лет	37,94±11,13	34,88–41,01	53	19,00	66,00
Этап эмболизации, Me	2,00	1,00–4,00	53	1,00	13,00
Продолжительность операции (M±SD), мин	(219±76)	198–240	53	65	400



**Рис. 1.** Распределение пациентов с АВМ головного мозга по локализации: центральных извилин – 12 (22,6 %); лобной доли – 14 (26,4 %); теменной доли – 7 (13,2 %); височной доли – 6 (11,3 %); затылочной доли – 9 (17 %); таламуса – 3 (5,7 %); мозолистое тело – 1 (1,9 %); множественная – 1 (1,9 %)

**Fig. 1.** Distribution of patients with cerebral AVMs by localization: central gyrus – 12 (22.6 %); frontal lobe – 14 (26.4 %); parietal lobe – 7 (13.2 %); temporal lobe – 6 (11.3 %); occipital lobe – 9 (17 %); thalamus – 3 (5.7 %); corpus callosum – 1 (1.9 %); multiple – 1 (1.9 %)



**Рис. 2.** Распределение пациентов с АВМ головного мозга по Spetzler – Martin: S-M I – 3 (5,7 %); S-M II – 13 (24,5 %); S-M III – 26 (49,1 %); S-M IV – 8 (15,1 %); S-M V – 3 (5,7 %)

**Fig. 2:** Distribution of patients with cerebral AVMs according to Spetzler – Martin: S-M I – 3 (5.7 %); S-M II – 13 (24.5 %); S-M III – 26 (49.1 %); S-M IV – 8 (15.1 %); S-M V – 3 (5.7 %)

ем направляющего катетера, через который микрокатетер продвигали в питающую артерию АВМ. Трансвенозную эмболизацию инициировали введением сополимера этилена и винилового спирта (*Onyx*; *Squid*; *PHIL*) в очаг через венозный доступ [17]. Для предотвращения рефлюкса или преждевременной миграции эмболизата при высокопоточном фистулизном типе использовалась трансвенозная АДФ-индуцированная кардиоплегия от 1 до 5 раз, минимальная остановка сердца составила 6 с, максимальная – 23 с. По завершении процедуры микрокатетер, использованный для

введения эмболизата, был перерезан на уровне пункции яремной вены.

Исходный дооперационный функциональный статус определяли по шкале mRS. Такая же оценка проводилась на 2-й день после операции и на момент выписки из стационара, а также через 6 и 12 месяцев, на момент контрольной ангиографии. Окклюзия клубка АВМ подразделялась на тотальную (без остаточного заполнения), субтотальную (остаточный клубок <90 % АВМ) и парциальную (остаточный клубок >90 % АВМ).

Безопасность процедуры оценивали путем оценки послеоперационных осложнений, возникших в течение 1 месяца после эмболизации. Любой дефицит, разрешившийся в течение первых 30 дней, характеризовался как транзиторный. Любой дефицит, который сохранялся более 30 дней, считался постоянным. Оценка по шкале mRS ≤2 указывала на неин-

валидизирующий дефицит. Оценка по шкале mRS  $\geq 3$  указывала на инвалидизирующий дефицит. Послеоперационная смерть определялась как любая смерть, наступившая в течение 30 дней после процедуры.

Статистический анализ проводили в программе StatTech 4.2.6 (ООО «Статтех», Россия, 2024 г.).

## Результаты исследования

*Процедурные/технические особенности.* Технически операция была осуществима в объеме тотальной эмболизации в 46 (86,8 %) случаях. Для 21 эмболизации доступ включал в себя прямой синус, в 30 случаях – кортикальные вены через верхний сагиттальный синус (ВСС), а в 2 случаях – кортикальные вены через ВСС и глубокие вены через прямой синус. Трансвенозная техника «pressure cooking» и введение эмболизата были выполнены с использованием одного микрокатетера у 3 пациентов и двух микрокатетеров у 4 пациентов.

Медиана времени процедуры у всех 53 пациентов от начала пункции до закрытия места пункции составила  $(219 \pm 76)$  мин. Медиана объема эмболизата составила  $(12,80 \pm 3,60)$  мл (диапазон – 1,5–37,5 мл). Медиана этапа эмболиза-

ции – 2 (диапазон – 1–13). Из них 53 (62,3 %) пациента были эмболизированы на аденоzin-индуцированной кардиоплегии, а 37,7 % – без кардиоплегии.

*Облитерация АВМ.* Сразу после процедуры полная облитерация была достигнута в 46 случаях (табл. 3), что составило 86,8 %. Послеоперационный небольшой остаточный клубок имел место у 7 (13,2 %) пациентов после трансвенозной эмболизации. Из них у 6 (11,3 %) эмболизация оценивалась как субтотальная и у 1 (1,9 %) – как парциальная. У всех 7 (13,2 %) пациентов, у которых не было технической возможности достичь тотальной эмболизации, было принято решение о проведении микрохирургической резекции АВМ.

Контрольную ангиографию проводили в сроки от 6 до 12 месяцев после эмболизации 42 пациентам. Стабильная облитерация подтверждена у всех 42 (100 %) пациентов. Рецидивов выявлено не было (рис. 3; 4). По тем или иным причинам не смогли явиться на контрольную ангиографию 4 пациента.

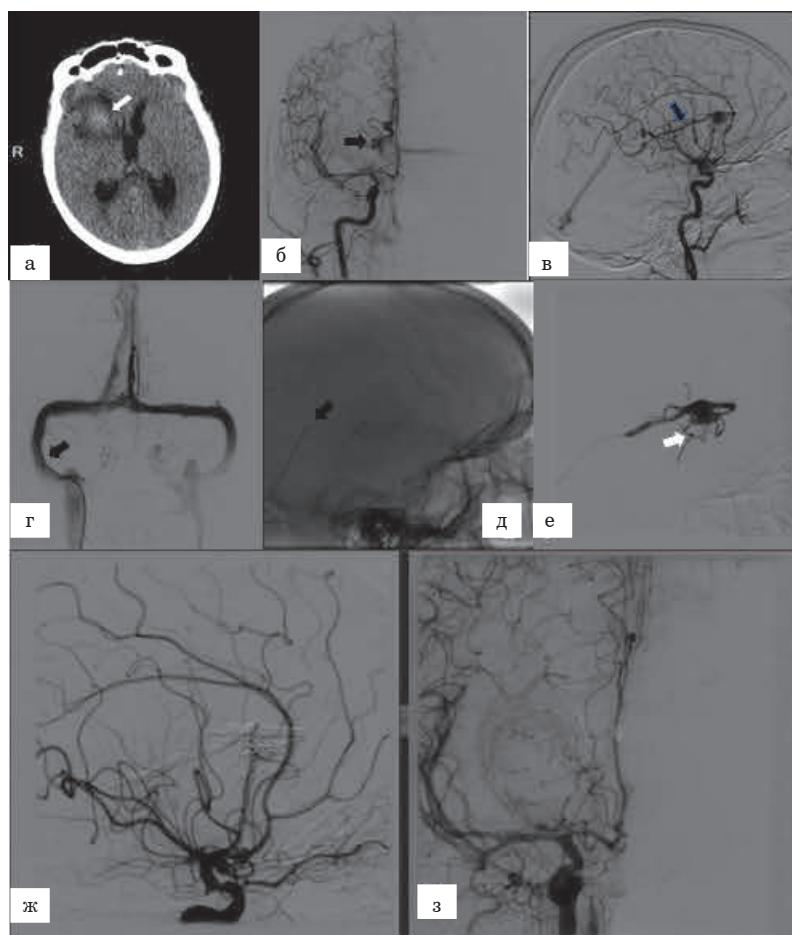
Приводим клинические наблюдения.

Пациентка, 35 лет, с субарахноидальным кровоизлиянием с формированием внутримозговой гематомы вследствие разрыва подкорко-

**Таблица 3. Описательная статистика категориальных показателей операции пациентов с перебральными АВМ**

**Table 3. Descriptive statistics of categorical surgery parameters of patients with cerebral AVMs**

Показатель	Категории	Абс.	%	95 % ДИ
Метод операции	Эндоваскулярный	46	86,8	74,7–94,5
	Мультимодальная хирургия (эндоваскулярный и микрохирургический)	7	13,2	5,5–25,3
Доступ для введения эмболизата	Трансвенозно	1	1,9	0,0–10,1
	Комбинированно	52	98,1	89,9–100,0
Степень радикальности эмболизации	Тотально	46	86,8	74,7–94,5
	Субтотально	6	11,3	4,3–23,0
	Парциально	1	1,9	0,0–10,1
Кардиоплегия	Использовалась	33	62,3	47,9–75,2
	Не использовалась	20	37,7	24,8–52,1
mRs после операции на момент выписки	0	28	52,8	38,6–66,7
	1	12	22,6	12,3–36,2
	2	4	7,5	2,1–18,2
	3	4	7,5	2,1–18,2
	4	2	3,8	0,5–13,0
	5	1	1,9	0,0–10,1
	6	2	3,8	0,5–13,0



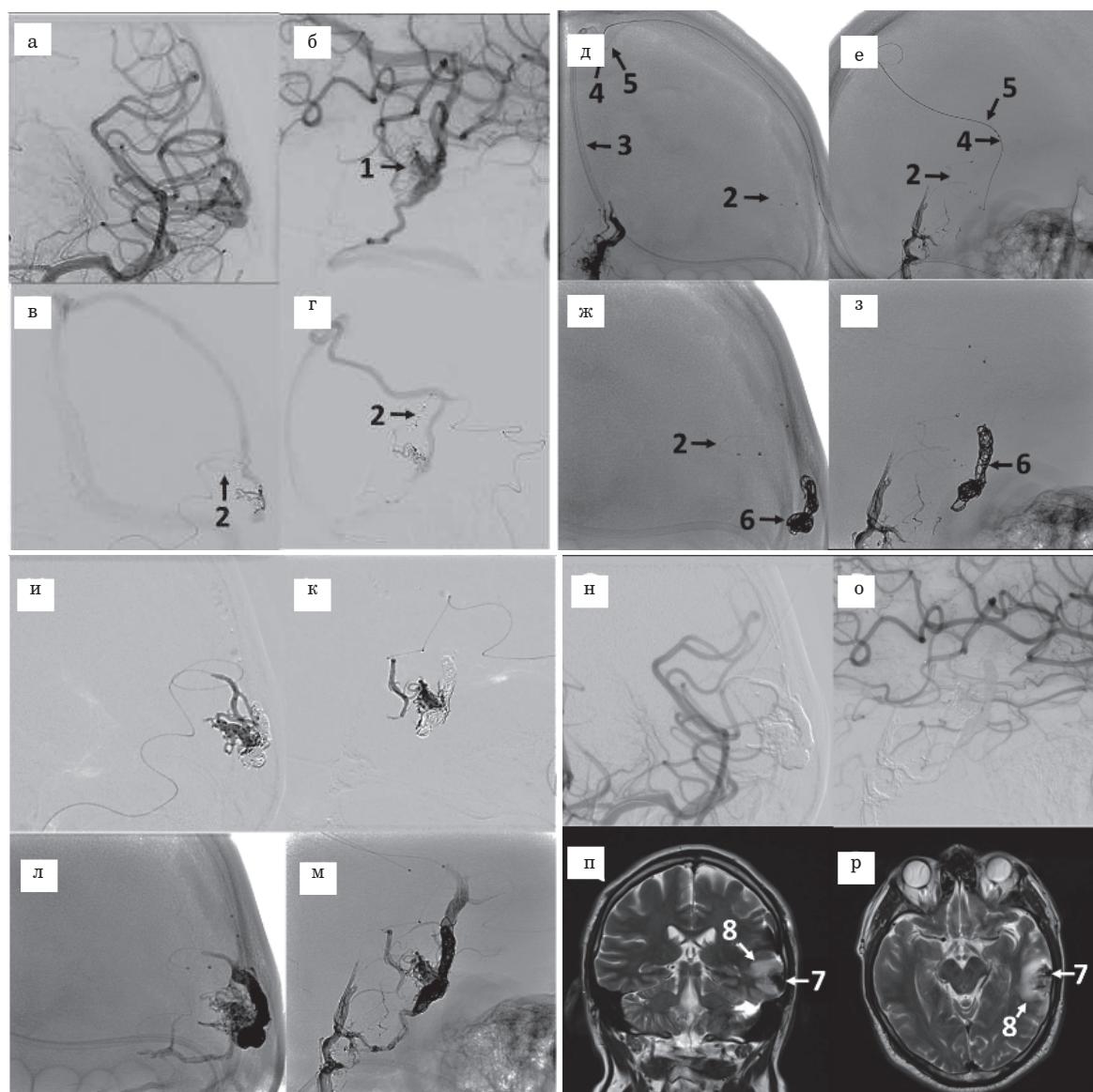
**Рис. 3.** Трансвенозная тотальная эмболизация артериовенозной мальформации глубоких структур (АВМ головки хвостатого ядра) правой лобной доли. Пояснения даны в тексте

**Fig. 3.** Transvenous total embolisation of arteriovenous malformation of deep structures of the right frontal lobe. Explanations are given in the text

вой АВМ правой лобной доли. S-M III, mRs – 4 при поступлении. Мультисpirальная компьютерная томография (МСКТ) головного мозга в аксиальной проекции (рис. 3, а): селективная церебральная ангиография (ЦАГ) правой ВСА (переднезадняя (рис. 3, б) и боковая (рис. 3, в) проекции) демонстрирует, что АВМ, расположенная в глубине лобной доли, питается ветвями и перфорантами передней мозговой артерии A1–A2-сегмента (артерия Гюбнера) и перфорантами средней мозговой артерии (СМА) (лентикулостриарные медиальные ветви) и дренируется через вену Галена в прямой синус. Венография через правый сигмовидный синус, прямая проекция (рис. 3, г). На краниографии (рис. 3, д) в боковой проекции стрелкой показан дистальный конец направляющего катетера в прямом синусе. На субтракционной ангиограмме в боковой проекции (рис. 3, е): процесс трансвенозной тотальной эмболиза-

ции с Onyx-18, стрелкой указана милиарная дистальная АВМ-ассоциированная аневризма афферентной артерии Гюбнера. Слепок эмболизата и ангиографически totally облитерированная АВМ на прямой и боковой проекциях (рис. 3, ж, з) субтракционной церебральной селективной ангиографии. mRs на момент выписки – 2 балла, через 12 месяцев на момент контрольной ЦАГ mRs – 0 баллов.

Мужчина, 43 лет, с паренхиматозным кровоизлиянием на компьютерной томографии (КТ) головного мозга. Спустя 12 лет селективная DSA левой ВСА (переднезадняя (рис. 4, а) и боковая (рис. 4, б) проекции, цифра 1 указывает на узел АВМ) демонстрирует, что артериовенозная мальформация левой височной доли (переднезадняя (рис. 4, в) и боковая (рис. 4, г) проекции, цифра 2 указывает на микрокатетер левой СМА) питается ветвями СМА и дренирует венозные оттоки через вены Тролля в ВСС и



**Рис. 4.** Трансвенозная тотальная эмболизация артериовенозной мальформации левой височной доли. Пояснения даны в тексте  
**Fig. 4.** Transvenous total embolisation of left temporal lobe arteriovenous malformation. Explanations are given in the text

вену Лаббе в сагиттальный синус. Направляющий катетер (цифра 3) установлен в верхний сагиттальный синус (рентгенограмма: переднезадняя (рис. 4, д) и боковая (рис. 4, е) проекции, цифра 3 указывает дистальный конец направляющего катетера; переднезадняя (рис. 4, ж) и боковая (рис. 4, з) проекции, цифры 4–5 указывают микрокатетер в верхней анастомотической вене Тролляра). Демонстрация трансвенозного введения эмболизата (прямая (рис. 4, и) и боковая (рис. 4, к) проекции). Слепки эмболизата – прямая (рис. 4, л) и боковая (рис. 4, м) проекции. Контрольная селективная DSA левой ВСА (рис. 4, н, о) – АВМ totally выключена. МРТ через 6 месяцев – прямая (рис. 4, п) и

и аксиальная (рис. 4, р) проекции, где цифра 7 показывает слепки эмболизата, цифра 8 – перифокальный отек. Последующее 6-месячное ангиографическое наблюдение подтверждает полную окклюзию АВМ.

**Техническая безопасность.** Осложнения, связанные с процедурой, возникли у 10 пациентов, из них внутрижелудочковые кровоизлияния – у 4, паренхиматозное кровоизлияние – у 2, и у 1 – венозный инфаркт головного мозга с геморрагической трансформацией. Из этих пациентов 7 была выполнена декомпрессионная трепанация черепа с микрохирургическим удалением гематомы с АВМ, 3 из этих пациентов – вентрикулостомия, 1 из которых так-

же выполнен люмбальный дренаж; остальные 3 пациентов получали только консервативное лечение. Хорошие результаты ( $mRS \leq 2$ ) при оценке через 1 месяц были достигнуты у 3 пациентов после вышеуказанной терапии. Клинический исход был плохим ( $mRS=5$ ) у 1 пациента, летальный исход наступил у 2.

Среди вышеперечисленных осложнений 4 возникли при эмболизации АВМ S–M IV, у 3 – S–M III, у 3 – S–M II. При этом 5 АВМ демонстрировали дренирование в глубокие вены, 2 АВМ имели смешанное дренирование, а 3 АВМ – только поверхностные дренажи.

Оценки  $mRS$  при осмотре на момент выписки для всех пациентов были следующими:  $mRS \leq 2$  снизилось с 94,2 % (49/53) до эмболизации до 82,9 % (44/53) после эмболизации;  $mRS 3–5 = 5,7$  % (3/53) до эмболизации, после – 13,2 % (7/53). Показатели смертности составили 3,8 % (2/53) (табл. 4).

Таблица 4.  $mRs$  на момент контрольной ЦАГ через 6–12 месяцев

Table 4.  $mRs$  at the time of control CAG after 6–12 month

Показатель	Категории	Абс.	%
mRs на момент контрольной ЦАГ через 6–12 месяцев	0	38	74,5
	1	4	7,8
	2	4	7,8
	3	3	5,9
	4	1	2
	5	1	2

Оценки  $mRS$  при осмотре на момент контрольной ангиографии:  $mRS \leq 2$  – 90,1 % (46/51);  $mRS 3–5$  – 9,9 % (6/51).

Доля положительных результатов ( $mRS \leq 2$ ) в отдаленном периоде увеличилась на 7,2 с 82,9 % (44/53) до 90,1 % (46/51); доля отрицательных результатов уменьшилась на 3,3 %,  $mRS 3–5$  – с 13,2 до 9,9 % (табл. 4).

## Обсуждение

**Трансвенозная облитерация.** Полной окклюзии АВМ при трансартериальной эмболизации достичь возможно не всегда, в основном из-за сложностей навигации микрокатетера, множественности артериальных афферентов, транзитного характера некоторых афферентов, невозможности достижения глубокого и полного проникновения эмболизата в ядро АВМ [6]. В этих сложных ситуациях трансвенозная эмболизация может быть оптимальной альтернативой с общей частотой окклюзии до 92,6 % [18], что сопоставимо с нашими результатами – 86,8 % в данном исследовании; 7 (13,2 %) пациентам, у которых не было технической возможности достичь тотальной эмболизации, была проведена микрохирургическая резекция АВМ. Высокая частота тотальной облитерации АВМ может быть связана с небольшой компактной архитектоникой, в которую легче «проникнуть». Кроме того, единственная дренирующая вена может, в свою очередь, вызвать окклюзию многих шунтов в очаге из-за отсутствия конкурирующего оттока [7, 8]. Поскольку большинство рецепторов факторов ангиогенеза, в частности, сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF), ангиопоэтина-2 (ANG-2) и матриксной металлопротеиназы-9

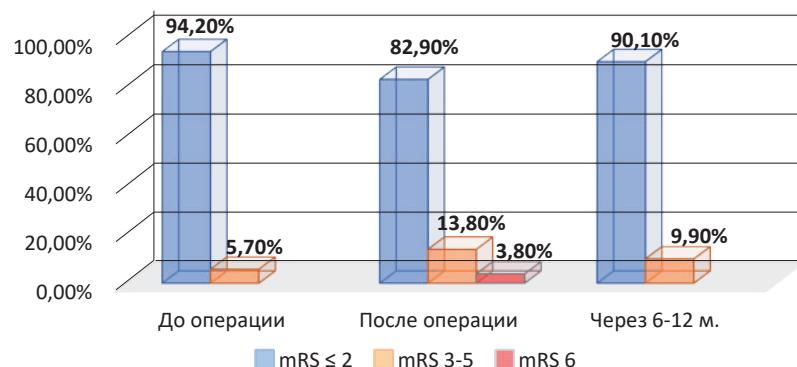


Рис. 5. Наглядный показатель динамики по шкале  $mRs$

Fig. 5. A visual indicator of the dynamics on the  $mRs$  scale

(ММР-9), находятся в дренирующих венах АВМ головного мозга, изолированная трансартериальная окклюзия только плексиформных, фистульных очагов и тела АВМ без облитерации венозного оттока АВМ головного мозга может привести к рецидиву [21].

По данным ряда авторов, в серии из 11 пациентов с тотальной трансвенозной эмболизацией неврологическая симптоматика не показала никаких изменений в течение 6 месяцев наблюдения [22], лишь 1 (2,5 %) пациент имел выраженную инвалидизацию на протяжении первых 6 месяцев наблюдения. В нашем исследовании ухудшения существующего неврологического дефицита после выписки или появления новых неврологических симптомов не наблюдалось.

Результатом нашего исследования явилась тотальная облитерация АВМ в 86,8 % случаев. Такая радикальность была обусловлена тем, что в настоящее исследование были включены пациенты высокой степени хирургического риска, 69,9 % АВМ были III–V градации по Spetzler – Martin, 34 % пациентов с геморрагическим типом клинического течения, у которых был более высокий риск повторного кровотечения. В исследовании Mendes et al. только 58,5 % АВМ были отнесены к III–V градации по Spetzler – Martin [18], а в исследовании Trivelato – 25 % [14].

Согласно предыдущим публикациям, результаты трансвенозной эмболизации АВМ продемонстрировали низкую частоту осложнений, инвалидности и смертности в ходе процедур [18, 23]. Предполагается, что инфаркты, возникающие при трансвенозной эмболизации, связаны либо с проникновением неадгезивного эмболизата в питающую артерию нормальной ткани головного мозга, либо с гиперемией и отеком, вызванными окклюзией дренирующей вены. Исход может зависеть от местного коллатерального кровообращения [3, 24]. Trivelato et al. [14] и Mendes et al. [18] сообщали о 2 случаях постоперационного паренхиматозного отека, предположительно, связанного с обструкцией венозного оттока, 1 из которых привел к инвалидизации пациента. В нашем исследовании 1 летальный исход был связан с венозным инфарктом вследствие окклюзии

единственного дренажа нижнего сагиттального синуса.

Геморрагические осложнения в нашем исследовании сопровождали АВМ различных локализаций. Из 10 геморрагических осложнений 7 возникли в функционально значимой зоне, при наличии глубокого венозного дренирования, что также является фактором риска разрыва [25]. Пять АВМ, которые имели геморрагические осложнения, располагались в глубоких структурах головного мозга и паравентрикулярно, и у 4 из этих пациентов имело место вентрикулярное кровоизлияние. Перивентрикулярное расположение было названо фактором риска кровотечения [26]. Эти кровоизлияния могут быть связаны со следующими причинами: высокое артериальное входное давление и ограничение венозного оттока в глубоких АВМ, недостаточность мозговой ткани вокруг желудочка и большой градиент давления между клубком мальформации и желудочком [27]. Преждевременная окклюзия дренирующих вен во время трансвенозной эмболизации до наступления полной облитерации клубка мальформации может повысить давление в очаге АВМ [28], что считается одной из основных причин геморрагических осложнений [29]. Таким образом, трансвенозная эмболизация считается методом «все или ничего».

В нашем исследовании 7 трансвенозных эмболизаций осложнены массивным субарахноидальным кровоизлиянием с образованием внутримозговых или внутрижелудочных гематом. Источником послужили остаточные очаги АВМ, которые не были визуализированы на ангиограмме после эмболизации. Большинство пациентов в нашем исследовании с осложнениями (7/10) имели хорошие результаты после получения соответствующего лечения. При ишемических осложнениях исход зависит от локализации и размера инфаркта, особенно от того, находится ли он в функционально значимой области. В нашем исследовании пациент с венозным инфарктом с последующей геморрагической трансформацией скончался. Еще 1 пациент умер от тяжелой внутричерепной инфекции после кровоизлияния. В то же время у 7 из 8 пациентов с геморрагическими осложнениями был хороший исход, 1 пациент – с гру-

бой инвалидацией вследствие постдислокационных изменений после кровоизлияния. Это может быть связано с несколькими факторами: во-первых, паренхиматозное кровоизлияние часто возникает в той же области, что и предшествующее кровоизлияние и, с меньшей вероятностью, немедленно повреждает здоровый мозг; во-вторых, субарахноидальное кровоизлияние можно лечить лекарственными препаратами или вентрикулостомией.

В наше исследование были включены пациенты после отказа от проведения микрохирургии по месту жительства, с отсутствием радиохирургических вариантов лечения из-за большого объема АВМ и диаметра fistул, что может подразумевать большую склонность к процедурному риску, чем в других исследованиях. Тактика лечения, особенности пациента и опыт врача очень индивидуальны и различаются во всем мире, поэтому результаты нашего исследования могут не совпадать с результатами других научных публикаций.

## Заключение

Трансвенозная эмболизация с высокими показателями полной облитерации, улучшенными функциональными результатами и приемлемыми показателями заболеваемости и смертности может быть выполнена только тщательно отобранным пациентам с АВМ головного мозга и после глубокого анализа ангиоархитектоники АВМ. Однако необходим больший опыт, чтобы определить роль этого метода в лечении АВМ, и его следует рассматривать в основном как методику выбора при проведении завершающего этапа многоэтапного лечения АВМ.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the

study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

1. Solomon R. A., Connolly E. S. Arteriovenous Malformations of the Brain. *New England Journal of Medicine*. 2017;376(19):1859–1866. Doi: 10.1056/NEJMra1607407.
2. Fargen K. M., Hui F., Hirsch J. A. Cerebral venous disorders: the path forward. *J Neurointerv Surg*. 2023;15(4):309–309. Doi: 10.1136/jnis-2023-020251.
3. Chen W., Choi E.-J., McDougall C. M., Su H. Brain Arteriovenous Malformation Modeling, Pathogenesis, and Novel Therapeutic Targets. *Transl Stroke Res*. 2014;5(3):316–329. Doi: 10.1007/s12975-014-0343-0.
4. Derdeyn C. P. et al. Management of Brain Arteriovenous Malformations: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2017;48(8). Doi: 10.1161/STR.000000000000134.
5. Cenzato M. et al. European consensus conference on unruptured brain AVMs treatment (Supported by EANS, ESMINT, EGKS, and SINCH). *Acta Neurochir (Wien)*. 2017;159(6):1059–1064. Doi: 10.1007/s00701-017-3154-8.
6. Elsenousi A., Aletich V. A., Alaraj A. Neurological outcomes and cure rates of embolization of brain arteriovenous malformations with n-butyl cyanoacrylate or Onyx: a meta-analysis. *J Neurointerv Surg*. 2016;8(3):265–272. Doi: 10.1136/neurintsurg-2014-011427.
7. Kubo M., Kuwayama N., Massoud T. F., Hacein-Bey L. Anatomy of Intracranial Veins. *Neuroimaging Clin N Am*. 2022;32(3):637–661. Doi: 10.1016/j.nic.2022.05.002.
8. Shapiro M. et al. Cerebral venous anatomy: implications for the neurointerventionalist. *J Neurointerv Surg*. 2023;15(5):452–460. Doi: 10.1136/neurintsurg-2022-018917.
9. Nguyen T. N., Chin L. S., Souza R., Norbush A. M. Transvenous embolization of a ruptured cerebral arteriovenous malformation with en-passage arterial supply: initial case report. *J Neurointerv Surg*. 2010;2(2):150–152. Doi: 10.1136/jnis.2009.001289.
10. Kessler I., Riva R., Ruggiero M., Manisor M., Al-Khawaldeh M., Mounayer C. Successful Transvenous Embolization of Brain Arteriovenous Malformations Using Onyx in Five Consecutive Patients. *Neurosurgery*. 2011;69(1):184–193. Doi: 10.1227/NEU.0b013e318212bb34.
11. Pereira V. M. et al. A Technical Note. *Interventional Neuroradiology*. 2013;19(1):27–34. Doi: 10.1177/159101991301900104.
12. Consoli A., Renieri L., Nappini S., Limbucci N., Mangiagifico S. Endovascular Treatment of Deep Hemorrhagic Brain Arteriovenous Malformations with Transvenous Onyx Embolization. *American Journal of Neuroradiology*. 2013;34(9):1805–1811. Doi: 10.3174/ajnr.A3497.
13. Renieri L. et al. Transvenous embolization: a report of 4 pediatric cases. *J Neurosurg Pediatr*. 2015;15(4):445–450. Doi: 10.3171/2014.11.PEDS13437.
14. Trivelato F. P., Manzato L. B., Rezende M. T. S., Ulhôa A. C. Transitory Brain Stem Edema Following Successfully Transvenous Embolization of a Posterior Fossa Arteriovenous Malformation. *Clin Neuroradiol*. 2014;24(2):151–153. Doi: 10.1007/s00062-013-0209-y.
15. Choudhri O., Ivan M. E., Lawton M. T. Transvenous Approach to Intracranial Arteriovenous Malformations. *Neurosurgery*. 2015;77(4):644–652. Doi: 10.1227/NEU.0000000000000869.
16. Iosif C. et al. Endovascular transvenous cure for ruptured brain arteriovenous malformations in complex cases with high Spetzler-Martin grades. *J Neurosurg*. 2015;122(5):1229–1238. Doi: 10.3171/2014.9.JNS141714.

17. Petrov A. et al. The Advantages of Non-Adhesive Gel-like Embolic Materials in the Endovascular Treatment of Benign Hypervascularized Lesions of the Head and Neck. *Gels*. 2023;9(12):954. Doi: 10.3390/gels9120954.
18. Mendes G. A. C. et al. Transvenous Curative Embolization of Cerebral Arteriovenous Malformations: A Prospective Cohort Study. *Neurosurgery*. 218;83(5):957–964. Doi:10.1093/neuros/nyx581.
19. Kulcsár Z., Machi P., Schaller K., Lovblad K. O., Bijlenga P. Trans-venous embolization of a basal ganglia ruptured arteriovenous malformation with open surgical arterial control: A hybrid technique. *Journal of Neuroradiology*. 2018;45(3): 202–205. Doi: 10.1016/j.neurad.2017.12.021.
20. Wang M.-Z., Qiu H.-C., Wang S., Cao Y., Zhao M., Zhao J.-Z. A New Technique for Transvenous Embolization of Brain Arteriovenous Malformations in Hybrid Operation. *Chin Med J (Engl)*. 2018;131(24):2993–2996. Doi: 10.4103/0366-6999.247199.
21. Рожченко Л. В., Дрягина Н. В. Персонализированный подход к лечению церебральных артериовенозных мальформаций // Рес. журн. персонализир. мед. 2022. Т. 2, № 3. С. 17–26. [Rozhchenko L. V., Dryagina N. V. Personalized approaches to treatment of complex cerebral arteriovenous malformations. *Russian Journal for Personalized Medicine*. 2022;2(3):17–26. Doi: 10.18705/2782-3806-2022-2-3-17-26.]
22. Viana D. C. et al. Extending the indications for transvenous approach embolization for superficial brain arteriovenous malformations. *J Neurointerv Surg*. 2017;9(11):1053–1059. Doi: 10.1136/neurintsurg-2017-013113.
23. Lu X., Song C., He H., Jiang C., Li Y. Transvenous retrograde AVM embolization: Indications, techniques, complications and outcomes. *Interventional Neuroradiology*. 2017;23(5):504–509. Doi: 10.1177/1591019917716817.
24. Stüer C., Ikeda T., Stoffel M., Luippold G., Schaller C., MeyerB. Evidence for a Predominant Intrinsic Sympathetic Control of Cerebral Blood Flow Alterations in an Animal Model of Cerebral Arteriovenous Malformation. *Transl Stroke Res*. 2010;1(3):210–219. Doi: 10.1007/s12975-010-0021-9.
25. Pan J., He H., Feng L., Vinuela F., Wu Z., Zhan R. Angio-architectural Characteristics Associated with Complications of Embolization in Supratentorial Brain Arteriovenous Malformation. *American Journal of Neuroradiology*. 2014;35(2):354–359. Doi: 10.3174/ajnr.A3643.
26. Ma L. et al. Periventricular Location as a Risk Factor for Hemorrhage and Severe Clinical Presentation in Pediatric Patients with Untreated Brain Arteriovenous Malformations. *American Journal of Neuroradiology*. 2015;36(8):1550–1557. Doi: 10.3174/ajnr.A4300.
27. He Y., Bai W., Li T., Hui F. K., He Y., Xu B. Curative Transvenous Embolization for Ruptured Brain Arteriovenous Malformations: A Single-Center Experience from China. *World Neurosurg*. 2018;(116):e421–e428. Doi: 10.1016/j.wneu.2018.04.223.
28. D'Alberti G. et al. Venous Flow Rearrangement After Treatment of Cerebral Arteriovenous Malformations: A Novel Approach to Evaluate the Risks of Treatment. *World Neurosurg*. 2014;82(1–2):160–169. Doi: 10.1016/j.wneu.2013.02.005.
29. Baharvahdat H. et al. Hemorrhagic Complications after Endovascular Treatment of Cerebral Arteriovenous Malformations. *American Journal of Neuroradiology*. 2014;35(5):978–983. Doi: 10.3174/ajnr.A3906.

### Сведения об авторах

**Азамат Назарбекович Назарбеков** – аспирант кафедры нейрохирургии 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);

**Алексей Юрьевич Улитин** – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, врач-нейрохирург высшей квалификационной категории, заведующий Нейрохирургическим отделением № 4, заведующий кафедрой нейрохирургии Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия); профессор кафедры нейрохирургии им. проф. А. Л. Поленова Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова Санкт-Петербург, Россия);

**Андрей Евгеньевич Петров** – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, заведующий Нейрохирургическим отделением № 3 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);

**Аркадий Александрович Иванов** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИЛ хирургии сосудов головного и спинного мозга 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);

**Солтан Ханкиши оглы Сотланов** – ординатор кафедры нейрохирургии 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);

**Лариса Витальевна Рожченко** – кандидат медицинских наук, руководитель НИЛ хирургии сосудов головного и спинного мозга 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).

### Information about the authors

**Azamat N. Nazarbekov** – Postgraduate Student at the Department of Neurosurgery, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

**Alexey Yu. Ulitin** – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Honored Doctor of Russian Federation, Neurosurgeon of the Highest Qualification Category, Head at the Department

of Neurosurgery No 4, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia); Professor at the Department of Neurosurgery named after prof. A. L. Polenov, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (St. Petersburg, Russia);

**Andrey E. Petrov** – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Head at the Neurosurgical Department No. 3, Polenov Neuro-

surgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Arkady A. Ivanov* – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher, Research Institute of Vascular Surgery of the Brain and Spinal Cord, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Soltan H. Sotlanov* – Resident at the Department of Neurosurgery, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Soltan H. Sotlanov* – Resident at the Department of Neurosurgery, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Larisa V. Rozhchenko* – Cand. of Sci. (Med.), Head at the Research Institute of Vascular Surgery of the Brain and Spinal Cord, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia).

*Принята к публикации 26.08.2024*

*Accepted 26.08.2024*

EDN: HTZBAO

УДК 616-009.7

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_95



## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ШЕЙНОГО ОСТЕОХОНДРОЗА

**Екатерина Анатольевна Олейник<sup>1</sup>**

ek\_oleynik@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7559-1499, SPIN-код: 8367-3643

**Анна Анатольевна Олейник<sup>1</sup>**

doctor.an.an@mail.ru, orcid.org/0000-0002-0848-5706, SPIN-код: 9344-5864

**Алина Юрьевна Воеводкина<sup>1</sup>**

alina.voevodkina@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7449-7388, SPIN-код: 5686-8756

**Павел Владимирович Каледа<sup>1</sup>**

kaleda\_pv@almazovcentre.ru, orcid.org/0009-0007-4035-2405, SPIN-код: 8482-4810

**Андрей Юрьевич Орлов<sup>1</sup>**

orloff-andrei@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6597-3733, SPIN-код: 4018-1328

**Наталья Евгеньевна Иванова<sup>1</sup>**

ivanova\_n\_e@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0003-2790-0191, SPIN-код: 1854-7827

<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)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Остеохондроз шейного отдела позвоночника является актуальной проблемой современной медицины. На сегодняшний день имеется множество способов оценки результатов хирургического лечения шейного остеохондроза. **ЦЕЛЬ.** Оценить эффективность хирургического лечения неврологических осложнений при различных формах шейного остеохондроза.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Работа основана на анализе результатов комплексного клинического обследования, лечения и динамического наблюдения 238 пациентов, которым было предпринято хирургическое лечение по поводу шейного остеохондроза. Наш способ основан на многофакторном анализе информации о больных шейным остеохондрозом.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Изучение полученных данных об эффективности проведенных лечебных мероприятий при шейном остеохондрозе дает возможность цифрового сопоставления результата лечения, индивидуально и более объективно, чем существующие способы, оценить результат хирургического лечения шейного остеохондроза.

**Ключевые слова:** остеохондроз шейного отдела позвоночника, формы шейного остеохондроза, оценка эффективности, хирургическое лечение

**Для цитирования:** Олейник Е. А., Олейник А. А., Воеводкина А. Ю., Каледа П. В., Орлов А. Ю., Иванова Н. Е. Эффективность хирургического лечения при различных формах шейного остеохондроза // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 95–103. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_95.

## THE EFFECTIVENESS OF SURGICAL TREATMENT FOR VARIOUS FORMS OF CERVICAL OSTEOCHONDROSIS

**Ekaterina A. Oleynik<sup>1</sup>**

ek\_oleynik@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7559-1499, SPIN-code: 8367-3643

**Anna A. Oleynik<sup>1</sup>**

doctor.an.an@mail.ru, orcid.org/0000-0002-0848-5706, SPIN-code: 9344-5864

**Alina Yu. Voevodkina<sup>1</sup>**

alina.voevodkina@mail.ru, orcid.org/0000-0001-7449-7388, SPIN-code: 5686-8756

**Pavel V. Kaleda<sup>1</sup>**

kaleda\_pv@almazovcentre.ru, orcid.org/0009-0007-4035-2405, SPIN-code: 8482-4810

**Andrey Yu. Orlov<sup>1</sup>**

orloff-andrei@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6597-3733, SPIN-code: 4018-1328

**Natalya E. Ivanova<sup>1</sup>**

ivanova\_n\_e@almazovcentre.ru, orcid.org/0000-0003-2790-0191, SPIN-code: 1854-7827

<sup>1</sup> Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (12 Mayakovskogo street, St. Petersburg, Russian Federation, 191025)**Abstract****INTRODUCTION.** Cervical osteochondrosis is a pressing issue in modern medicine. Today, there are many ways to evaluate the results of surgical treatment of cervical osteochondrosis.**AIM.** In this regard, the aim of the study was to evaluate the effectiveness of surgical treatment of neurological complications in various forms of cervical osteochondrosis.**MATERIALS AND METHODS.** The work is based on the analysis of the results of a comprehensive clinical examination, treatment and dynamic observation of 238 patients who underwent surgical treatment for cervical osteochondrosis. Our method is based on a multifactorial analysis of information about patients with cervical osteochondrosis.**RESULTS.** Studying data on the effectiveness of treatment measures for cervical osteochondrosis makes it possible to detail the formulation of treatment results, individually and more objectively than allows us to evaluate the result of surgical treatment of cervical osteochondrosis.**Keywords:** osteochondrosis of the cervical spine, forms of cervical osteochondrosis, assessment of effectiveness, surgical treatment**For citation:** Oleynik E. A., Oleynik A. A., Voevodkina A. Yu., Kaleda P. V., Orlov A. Yu., Ivanova N. E. The effectiveness of surgical treatment for various forms of cervical osteochondrosis. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):95–103. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_95.**Введение**

Остеохондроз шейного отдела позвоночника – очень распространенное заболевание позвоночника, причем в 10–15 % случаев данная патология позвоночника требует хирургического лечения [1–3]. Существует множество различных способов оценки результатов хирургического лечения шейного остеохондроза [4–6].

Часто конечный результат хирургического лечения оценивается без дифференциального подхода к течению болезни, т. е. не учитывается наличие существующих – радикулярной, миелической, сочетанной миело-радикулярной, сочетанной радикуло-ангиоцеребральной и сочетанной миело-радикуло-ангиоцеребральной – предоперационных форм течения заболевания [7], которые отличаются друг от друга наличием различных проявлений болезни в зависимости от вовлеченности того или иного нейрососудистого образования.

Клинические проявления, характеризующие каждую из форм, появляются за счет воздействия дегенеративно-измененного межпозвонкового диска и вторично реактивно-измененных окружающих тканей на различные функционально значимые нервно-сосудистые образования, расположенные на шейном уров-

не позвоночника. В зависимости от количества и различного сочетания вовлечения в патологический процесс этих структур, выраженность и наличие клинических проявлений совершенно различны.

Учитывая данный факт, оценивать результат хирургического лечения в группе пациентов без учета течения заболевания становится некорректным, так как они неоднородны по наличию неврологических синдромов. Опыт работы с пациентами, страдающими шейным остеохондрозом, показал, что оценку результата хирургического лечения данного заболевания шейного отдела позвоночника следует проводить отдельно для каждого варианта предоперационного течения болезни.

**Цель** исследования – оценить эффективность хирургического лечения неврологических осложнений при различных формах шейного остеохондроза путем изучения клинических проявлений болезни в количественном выражении на различных этапах послеоперационного периода.

**Материалы и методы**

Работа основана на анализе результатов комплексного клинического обследования, лечения и динамического наблюдения 238 паци-

ентов, которым было предпринято хирургическое лечение по поводу шейного остеохондроза. Возраст больных – от 28 до 61 лет, мужчин – 97 (40,8 %), женщин – 141 (59,2 %). Длительность анамнеза до хирургического лечения составила от 2 до 10 лет, но в преобладающем большинстве (n=154, 64,7 %) сроки заболевания были от 3 до 5 лет. Всем 238 больным были выполнены высокотехнологичные оперативные вмешательства. В большинстве наблюдений уровень локализации оперативного вмешательства соответствовал уровню C<sub>V</sub>–C<sub>VI</sub> – 99 (41,6 %) наблюдений, несколько реже – C<sub>VI</sub>–C<sub>VII</sub> – 93 (39,1 %) наблюдения, C<sub>IV</sub>–C<sub>V</sub> – 24 (10,1 %) наблюдения, C<sub>VII</sub>–Th<sub>I</sub> – 22 (9,2 %) наблюдения. Хирургическое вмешательство на двух уровнях было проведено в 16 (6,7 %) наблюдениях.

Всем пациентам проведены однотипные хирургические вмешательства, которые заключались в декомпрессии – резекции структур, вызывающих компрессию (дискэктомия, корпэктомия, резекция краевых остеофитов), с последующей стабилизацией в виде задней винтовой фиксации, переднего межтелевого корпородеза (межтелевой имплант MASH или другой импантант, протезирование диска кейджем). В зависимости от патогенетической ситуации оперативное вмешательство производилось из переднего или заднего доступа. Эффективность результата хирургического лечения больных шейным остеохондрозом оценивалась с помощью разработанной методики оценки хирургического лечения шейного остеохондроза [8], при выписке пациента из стационара и в отдаленном периоде – через 6 и 12 месяцев.

## Результаты исследования

Используемый способ включает в себя и отражает цель самого оперативного лечения, которое обеспечивает регресс болевого синдрома, утраченных функций организма и повышение качества жизни пациентов. Вид оперативного вмешательства, по прогностическим факторам, подбирается наиболее оптимальный и индивидуально для каждого больного, в связи с чем сам вид вмешательства или доступ к патологическому очагу не учитывался.

Способ основан на многофакторном анализе информации о больных шейным остеохондрозом. Во внимание принимаются индивидуальные показатели клинико-лучевых проявлений болезни (картина очага остеохондроза на магнитно-резонансной томографии (МРТ), интенсивность болевого синдрома, нарушения двигательных функций и функции мочеиспускания), изменения в жизнедеятельности пациента (способность к самообслуживанию), нарушения функционально значимых физиологических состояний больного и объем выполненного оперативного вмешательства. При этом оцениваются их совокупная количественная значимость с последующим выявлением процентной динамики их регресса или прогресса от первоначальной суммарной количественной оценки комплекса выявленных нарушений, которые заставили больного обратиться за медицинской помощью. При этом появляется ясность количественной оценки выраженности улучшения совокупной оценки выздоровления больного.

Полученные в послеоперационном периоде результаты лечения позволили выявить следующие варианты результатов хирургического лечения.

Положительная оценка эффективности проводимого хирургического лечения определяется при получении цифрового процентного результата с положительным значением, которая разделена по своей эффективности на пять групп в диапазоне от 0 до 100 %.

Положительный результат может быть в виде незначительного улучшения в пределах от 1 до 20 % до полного, в 100 %, восстановления утраченных функций. Нами определены параметры положительного результата хирургического лечения шейного остеохондроза в пределах от 1 до 20 %, 21–40 %, 41–60 %, 61–80 %, 81–100 %. Отрицательная оценка эффективности проводимого хирургического лечения определяется при получении цифрового процентного результата с отрицательным значением, т. е. отрицательный результат от минусового значения до 0.

Результаты хирургического лечения среди 129 пациентов с радикулярной формой шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Распределение пациентов по полученным результатам хирургического лечения радикулярной формы шейного остеохондроза в ближайшем (при выписке из стационара) и отдаленном (через 6 месяцев и 12 месяцев) послеоперационном периодах (n=129)**

**Table 1. Distribution of patients according to the results of surgical treatment of the radicular form of cervical osteochondrosis in the immediate (at discharge from the hospital) and long-term (after 6 months and 12 months) postoperative periods (n=129)**

Результат хирургического лечения, %	При выписке		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
	н	%	н	%	н	%
От 81 до 100	24	18,6	98	75,9	98	75,9
От 61 до 80	101	78,3	30	23,3	30	23,3
От 41 до 60	3	2,3	—	—	—	—
От 21 до 40	—	—	—	—	1	0,8
От 1 до 20	—	—	1	0,8	—	—
От минусового значения до 0	1	0,8	—	—	—	—
Всего	129	100	129	100	129	100

Как видно из данных табл. 1, при радикулярной форме шейного остеохондроза оперативное лечение позволило получить в ближайшем послеоперационном периоде положительный результат в виде восстановления предоперационной утраты функций организма в трех группах: в пределах от 81 до 100 % – 24 (18,6 %) наблюдения, от 61 до 80 % – 101 (78,3 %) наблюдения, и в пределах от 41 до 60 % – 3 (2,3 %) наблюдения. Общее число пациентов с положительным результатом в послеоперационном периоде составило 128 (99,2 %) при отрицательном результате в 0,8 % (n=1). Следует отметить, что положительный результат неоднороден, и наибольшее число пациентов – 78,3 % (n=101) – отметили восстановление утраченных функций организма в пределах от 61 до 80 %. В отдаленном послеоперационном периоде результаты лечения улучшились: так, через 6 месяцев после операции общий положительный результат от 1 до 100 % достигнут во всех наблюдениях с максимальным восстановлением утраченных функций от 80 до 100 % у 98 (75,9 %) пациентов. Через 12 месяцев положительный результат отмечен уже в диапазоне от 20 до 100 % восстановления утраченных функций за счет регресса симптомов заболевания у больного с первоначальным негативным результатом до уровня от 20 до 40 %.

Распределение пациентов по полученным результатам хирургического лечения миелической формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода приведено в табл. 2.

**Таблица 2. Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения миелической формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода (n=5)**

**Table 2. Distribution of observations based on the results of surgical treatment of the myelic form of cervical osteochondrosis at various times in the postoperative period (n=5)**

Результат хирургического лечения, %	При выписке		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
	н	%	н	%	н	%
От 81 до 100	—	—	—	—	—	—
От 61 до 80	3	60,0	4	80,0	4	80,0
От 41 до 60	1	20,0	—	—	—	—
От 21 до 40	—	—	—	—	—	—
От 1 до 20	—	—	—	—	1	20,0
От минусового значения до 0	1	20,0	1	20,0	—	—
Всего	5	100	5	100	5	100

Из данных табл. 2 видно, что при миелической форме шейного остеохондроза в ближайшем послеоперационном периоде положительный результат получен только в пределах от 61 до 80 % – 3 (60,0 %) наблюдения, и в пределах от 41 до 60 % – 1 (20,0 %) наблюдение. Общее число пациентов с положительным результатом составило 4 (80,0 %) при отрицательном результате в 20,0 % (n=1). Следует отметить, что положительный результат также неоднороден. При этом полного восстановления отмечено не было, а наибольшее число пациентов, 60,0 % (n=3), отметили восстановление утраченных функций организма в пределах от 61 до 80 %. В отдаленном послеоперационном периоде через 6 месяцев после операции общий положительный результат от 1 до 100 % достигнут в 80 % (n=4), но максимальное восстановление утраченных функций отмечено только в пределах от 60 до 80 % в 4 (80,0 %) случаях. Через 12 месяцев положительный результат отмечен уже в диапазоне от 1 до 80 % восстановления утраченных функций за счет регресса симптомов заболевания у больного с первоначальным негативным результатом до уровня от 1 до

20 %. Следует отметить, что полного восстановления утраченных функций при данной форме шейного остеохондроза не было отмечено.

Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения сочетанной миело-радикулярной формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода приведено в табл. 3.

**Таблица 3. Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения сочетанной миело-радикулярной формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода (n=78)**

**Table 3. Distribution of observations based on the results of surgical treatment of combined myelo-radicular form of cervical osteochondrosis at various times in the postoperative period (n=78)**

Результат хирургического лечения, %	При выписке		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
	n	%	n	%	n	%
От 81 до 100	—	—	51	65,4	51	65,4
От 61 до 80	69	88,4	26	33,3	26	33,3
От 41 до 60	8	10,3	—	—	—	—
От 21 до 40	—	—	—	—	—	—
От 1 до 20	—	—	—	—	1	1,3
От минусового значения до 0	1	1,3	1	1,3	—	—
Всего	78	100	78	100	78	100

Из данных табл. 3 видно, что при миело-радикулярной форме шейного остеохондроза в ближайшем послеоперационном периоде полного восстановления утраченных функций не отмечено, но положительный результат в пределах от 61 до 80 % отмечен у 69 (88,4 %) пациентов, и в пределах от 41 до 60 % – в 8 (10,3 %) наблюдениях. Общее число пациентов с положительным результатом составило 77 (98,7 %) при отрицательном результате в 1,3 % (n=1). Следует отметить, что выявленный положительный результат также неоднороден. Наибольшее число пациентов, 88,4 % (n=69), отметили восстановление утраченных функций организма в пределах от 61 до 80 %. В отдаленном послеоперационном периоде через 6 месяцев после операции общий положительный результат от 1 до 100 % остался прежним, однако в 65,4 % (n=51) случаев отмечено улучшение положительного результата в пределах от 81 до 100 %. Негативный результат остался без динамики. Через 12 месяцев положи-

тельный результат отмечен уже в диапазоне от 1 до 100 % восстановления утраченных функций за счет регресса симптомов заболевания у больного с первоначальным негативным результатом до уровня от 1 до 20 %. При этом положительной динамики среди пациентов в группе с восстановлением в 61–80 % в сравнении с результатом через 6 месяцев отмечено не было.

Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения сочетанной радикуло-ангиоцеребральной формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода приведено в табл. 4.

**Таблица 4. Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения сочетанной радикуло-ангиоцеребральной формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода (n=14)**

**Table 4. Distribution of observations based on the results of surgical treatment of combined radiculangiocerebral form of cervical osteochondrosis at various times in the postoperative period (n=14)**

Результат хирургического лечения, %	При выписке		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
	n	%	n	%	n	%
От 81 до 100	—	—	—	—	2	14,3
От 61 до 80	5	35,7	11	78,6	11	78,6
От 41 до 60	7	50,0	2	14,3	1	7,1
От 21 до 40	—	—	—	—	—	—
От 1 до 20	—	—	—	—	—	—
От минусового значения до 0	2	14,3	1	7,1	—	—
Всего	14	100	14	100	14	100

Из данных табл. 4 видно, что при радикуло-ангиоцеребральной форме шейного остеохондроза в ближайшем послеоперационном периоде полного восстановления утраченных функций не отмечено, но положительный результат в пределах от 61 до 80 % отмечен в 5 (35,7 %) наблюдениях, и в пределах от 41 до 60 % – в 7 (50,0 %) наблюдениях. Общее число пациентов с положительным результатом составило 12 (85,7 %) при отрицательном результате в 14,3 % (n=2 наблюдения). Наибольшее число пациентов, 50,0 % (n=7), отметили восстановление утраченных функций организма в пределах от 41 до 60 %.

В отдаленном послеоперационном периоде через 6 месяцев после операции общий положи-

жительный результат от 1 до 100 % увеличился до 82,9 % (n=13). Положительная динамика была отмечена за счет регресса болезни у 1 из больных с негативным результатом в ближайшем послеоперационном периоде до результата от 41 до 60 %. Негативный результат в данном периоде уменьшился до 7,1 % (n=1). Через 12 месяцев положительный результат отмечен уже в диапазоне от 41 до 100 % восстановления утраченных функций за счет регресса симптомов заболевания у больного с первоначальным негативным результатом до уровня от 41 до 60 %. При этом отмечена положительная динамика среди пациентов в группе с восстановлением в 61–80 % в сравнении с результатом через 6 месяцев в 2 (14,3 %) наблюдениях до восстановления результата в пределах 81–100 %. Негативный результат через 12 месяцев при данной форме шейного остеохондроза полностью регрессировал.

Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения сочетанной миело-радикуло-ангиоцеребральной формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода приведено в табл. 5.

**Таблица 5. Распределение наблюдений по полученным результатам хирургического лечения сочетанной миело-радикуло-ангиоцеребральной формы шейного остеохондроза в различные сроки послеоперационного периода (n=12)**

**Table 5. Distribution of observations based on the results of surgical treatment of combined myelo-radiculo-angiocerebral form of cervical osteochondrosis at various times in the postoperative period (n=12)**

Результат хирургического лечения, %	При выписке		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
	n	%	n	%	n	%
От 81 до 100	—	—	5	41,7	7	58,3
От 61 до 80	6	50,0	5	41,7	4	33,4
От 41 до 60	4	33,4	1	8,3	—	—
От 21 до 40	1	8,3	—	—	—	—
От 1 до 20	—	—	—	—	—	—
От минусового значения до 0	1	8,3	1	8,3	1	8,3
Всего	12	100	12	100	12	100

Из данных табл. 5 видно, что при миело-радикуло-ангиоцеребральной форме шейного остеохондроза в ближайшем послеопераци-

онном периоде полного восстановления утраченных функций не отмечено, но положительный результат в пределах от 21 до 80 % отмечен в 11 (91,7 %) наблюдениях. Положительный результат в половине наблюдений, 50,0 % (n=6), – в пределах от 61 до 80 %. Негативный результат отмечен в 8,3 % (n=1).

В отдаленном послеоперационном периоде через 6 месяцев после операции общий положительный результат отмечен в пределах от 41 до 100 %, при этом восстановление в пределах 81–100 % выявлено в 5 (41,7 %) случаях, однако среди негативного результата положительной динамики выявлено не было.

Через 12 месяцев положительный результат отмечен уже в диапазоне от 61 до 100 % с восстановлением утраченных функций до пределов 81–100 % в 7 (58,3 %) наблюдениях. Однако негативный результат не изменился и остался на уровне 8,3 % (n=1).

Изучение общих результатов хирургического лечения различных форм шейного остеохондроза (без учета различных форм предоперационного течения) показало, что как положительный, так и отрицательный результаты могут изменяться в процессе проведения дальнейших восстановительных мероприятий в послеоперационном периоде. Контрольные исследования показали, что через 6 и 12 месяцев после оперативного лечения результаты имеют положительные показатели с наибольшим цифровым значением от 81 до 100 % в 154 (64,7 %) и 158 (66,4 %) наблюдениях соответственно. Следует отметить, что при этом в 30,7 % (n=73) был отмечен практически полный регресс клинических проявлений болезни. При этом, как видно из данных табл. 6, результат хирургического лечения от минусового значения до нуля в ближайшем послеоперационном периоде в 2,5 % (n=6) снизился до 1,7 % (n=4) через 6 месяцев и до 0,4 % (n=1) через 12 месяцев.

Эти данные свидетельствуют о том, что хирургическое лечение шейного остеохондроза является одним из этапов лечения данной патологии шейного отдела позвоночника, а послеоперационная медицинская реабилитация является необходимым этапом лечения.

При изучении результатов хирургического лечения шейного остеохондроза (без учета раз-

личных форм предоперационного течения) получены следующие результаты (табл. 6).

**Таблица 6. Распределение наблюдений по результатам хирургического лечения шейного остеохондроза (без учета различных форм предоперационного течения) в различные сроки послеоперационного периода (n=238)**

**Table 6. Distribution of observations based on the results of surgical treatment of cervical osteochondrosis (without taking into account various forms of preoperative course) at various times in the postoperative period (n=238)**

Результат хирургического лечения, %	При выписке		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
	n	%	n	%	n	%
От 81 до 100	24	10,1	154	64,7	158	66,4
От 61 до 80	186	78,2	76	31,9	75	31,6
От 41 до 60	21	8,8	3	1,3	1	0,4
От 21 до 40	1	0,4	—	—	1	0,4
От 1 до 20	—	—	1	0,4	2	0,8
От минусового значения до 0	6	2,5	4	1,7	1	0,4
Всего	238	100	238	100	238	100

Из данных табл. 6 видно, что в ближайшем послеоперационном периоде (при выписке из стационара) положительный результат хирургического лечения в диапазоне 81–100 % отмечен только в 24 (10,1 %) случаях. Все эти наблюдения были получены только при радикулярной форме течения болезни.

Результат в диапазоне от 61 до 80 % эффективности отмечен в 186 (78,2 %) наблюдениях, при этом в подавляющем большинстве, 42,4 % (n=101), эффективность лечения отмечена и при радикулярной форме течения.

Общее число больных с результатом в диапазоне от 61 до 100 % отмечено в 92,9 % (n=221). Из них при радикулярной форме течения – 128 пациентов, что составляет 53,8 % от общего числа больных.

Отрицательное минусовое значение, отмеченное в ближайшем послеоперационном периоде в диапазоне от минусового значения до 0 %, выявлено в 2,5 % (n=6), из которых в 0,4 % (n=1) было отмечено при всех формах течения, кроме сочетанной радикуло-ангиоцеребральной формы, при которой данный результат выявлен в 2 (0,8 %) наблюдениях.

В отдаленном послеоперационном периоде (через 12 месяцев) положительный результат

хирургического лечения в диапазоне 81–100 % отмечен в 158 наблюдениях, среди которых пациенты с радикулярной формой течения болезни составляют 62,0 % (n=98). При этом положительный результат в диапазоне 61–100 % достигается при радикулярной форме в 99,2 %, при миелической форме – в 80,0 %, при сочетанной миело-радикулярной форме – в 98,7 %, при сочетанной радикуло-ангиоцеребральной форме – в 92,9 % и при сочетанной миело-радикуло-ангиоцеребральной форме – в 91,7 % случаев.

## Обсуждение

При определении результатов хирургического лечения различных форм течения шейного остеохондроза, которые диагностируются в предоперационном периоде, выявлено, что они разнятся и по срокам послеоперационного периода, и по самой эффективности полученного результата. Полученные данные позволяют утверждать, что наилучшие результаты хирургического лечения в ближайшем и в отдаленном послеоперационном периодах могут быть достигнуты при радикулярной форме течения шейного остеохондроза.

## Заключение

Детальное изучение полученных данных об эффективности проведенных лечебных мероприятий при шейном остеохондрозе дает возможность цифрового сопоставления результата лечения индивидуально и более объективно, чем существующие способы, оценить результат хирургического лечения шейного остеохондроза, проследить за динамикой заболевания, подобрать наиболее оптимальный послеоперационный метод восстановительного лечения, что способствует улучшению результатов лечения и снижению инвалидизации больных.

Достоинствами предлагаемой методики являются также ее наглядность и удобство сравнительного количественного анализа в различные сроки лечения.

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

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

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания № 122041900091-1 «Разра-

ботка дифференцированных алгоритмов хирургического лечения нейрогенных опухолей спинного мозга и нервных сплетений». **Financing.** The work was carried out within the framework of the state assignment No. 122041900091-1 “Development of differentiated algorithms for the surgical treatment of neurogenic tumors of the spinal cord and nerve plexuses”.

**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. Давыдов Е. А. Хронические вертеброгенные болевые синдромы (клиника, диагностика, лечение): курс лекций. СПб.: Изд-во ФГБУ «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» МЗ РФ, 2013. 348 с. [Davydov E. A. Chronic vertebrogenic pain syndromes (clinic, diagnosis, treatment): Course of lectures. SPB.: Publishing house of the Federal State Budgetary Institution «RNHI named after. prof. A. L. Polenov»; 2013. 348 [.(In Russ.)].
2. Щедренок В. В., Могучая О. В., Себелев К. И. Заболевания позвоночника и спинного мозга. М.: МЕДпресс-информ, 2018. 336 с. [Shchedrenok V. V., Moguchaya O. V., Sebelev K. I. Diseases of the spine and spinal cord. Moscow: MEDpress-inform; 2018. 336 p. (In Russ.)].
3. Михайлов А. Н. Дегенеративно-дистрофические заболевания шейного отдела позвоночника. Минск: Взд-во БЕЛМАПО, 2020. 73 с. [Mikhaylov A. N. Degenerative-dystrophic diseases of the cervical spine. Minsk: Publishing house BELMAPO; 2020. 73 p.] EDN: ORYGSX.
4. Белова А. Н., Шепетова О. Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. М.: Антидор, 2002. 440 с. [Belova A. N., Shepetova O. N. Scales, tests and questionnaires in medical rehabilitation. Moscow: Antidor; 2002. 440 p. (In Russ.)].
5. Бывальцев В. А. Использование шкал и анкет в вертебрологии // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2011. Т. 111, № 9. С. 51–56. [Byvaltsev V. A. Use of scales and questionnaires in vertebrology. Journal of Neurology and Psychiatry named after S. S. Korsakov. 2011;111(9):51–56. (In Russ.)].
6. Попелянский Я. Ю. Ортопедическая неврология (Вертеброневрология): рук. для врачей. 7-е изд.. М.: МЕДпресс-информ, 2020. 672 с. [Popelyanskiy Ya. Yu. Orthopedic neurology (Vertebroneurology): A guide for doctors. 7<sup>th</sup> ed. Moscow: MEDpress-inform; 2020. 672 p. (In Russ.)]. EDN: QMAUSD. I
7. Патент РФ № 2774259. МПК A61B5/055. Способ выявления разновидности формы остеохондроза шейного отдела позвоночника/Олейник Е. А.; заявл. 13.08.2021; опубл. 16.06.2022. [Patent Russian Federation No. 2774259. IPC A61B5/055. Method for identifying the type of osteochondrosis of the cervical spine; Oleynik E. A.; declared 13.08.2021; published 16.06.2022. (In Russ.)].
8. Олейник Е. А., Олейник А. А., Иванова Н. Е. и др. Определение результативности проведенных лечебных мероприятий при шейном остеохондрозе // Рес. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. 16, № 1. С. 77–83. [Oleynik E. A., Oleynik A. A., Ivanova N. E., Nazarov A. S., Belyakov Yu. V., Orlov A. Yu. Determining the effectiveness of the treatment measures taken for cervical osteochondrosis. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;16(1):77–83. (In Russ.)].

## Сведения об авторах

**Екатерина Анатольевна Олейник** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, врач-невролог Российской 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);

**Анна Анатольевна Олейник** – кандидат медицинских наук, врач-невролог Российской 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);

**Алина Юрьевна Воеводкина** – врач-нейрохирург, аспирант по специальности «Нейрохирургия» 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 Владимирович Каледа** – младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории неврологии и нейрореабилитации, врач-физиотерапевт Рос-

сийского 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);

**Андрей Юрьевич Орлов** – доктор медицинских наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, врач-нейрохирург Российской 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);

**Наталья Евгеньевна Иванова** – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, член-корреспондент Российской академии естественных наук, академик Академии медико-технических наук, действительный член Петровской академии наук и искусств, член Правления Ассоциации нейрохирургов России, член Правления Ассоциации нейрохирургов им. И. С. Бабчина, член Географического общества России, врач функциональной и ультразвуковой диагностики, заведующая Научным отделом Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. По-

ленова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» (Санкт-Петербург, Россия); профессор кафедры

неврологии и психиатрии Института медицинского образования Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия).

### Information about the authors

*Ekaterina A. Oleynik* – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher at the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, Neurologist, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Anna A. Oleynik* – Cand. of Sci. (Med.), Neurologist, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Alina Yu. Voevodkina* – Neurosurgeon, Postgraduate Student in Neurosurgery, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Pavel V. Kaleda* – Junior Researcher at the Research Laboratory of Neurology and Neurorehabilitation, Physiotherapist, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Andrey Yu. Orlov* – Dr. of Sci. (Med.), Head at the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, Neurosurgeon, Polenov Neurosurgery

Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

*Natalya E. Ivanova* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Distinguished Doctor of the Russian Federation, Corresponding Member of the Russian Academy of Medical and Technical Sciences, Academician of the Academy of Medical and Technical Sciences, Full Member of the Petrovskaya Academy of Sciences and Arts, Member of the Board of the Association of Neurosurgeons of Russia, Member of the Board of the Babchin Association of Neurosurgeons, Member of the Geographical Society of Russia, Doctor of Functional and Ultrasound Diagnostics, Head at the Scientific Department of Russian Neurosurgical Institute, Head at the Scientific Department, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia); Professor at the Department of Neurology and Psychiatry of the Institute of Medical Education, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

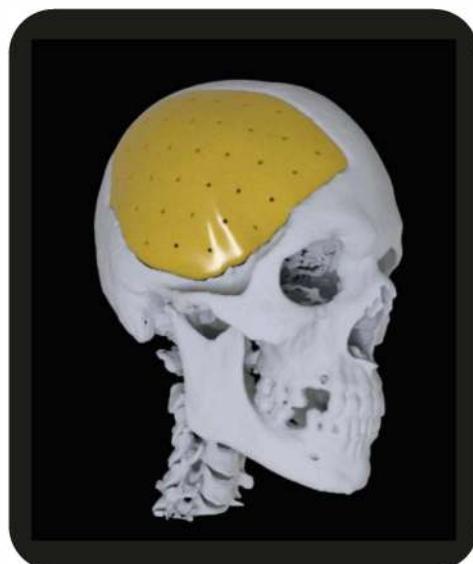
Accepted 26.08.2024

# Применение в нейрохирургии REKOST®

Индивидуальные кранопластины – сделаны с помощью 3D технологии на основе КТ пациента



Российская ГК Айкон Лаб более 15 лет производит и внедряет в практическое здравоохранение медицинские изделия на основе собственных разработанных и запатентованных, таких как REKOST, который используется как в жидким виде, в качестве костного цемента, так и в твердом – имплантаты изготавливаются по 3D технологии. К примеру, дефекты черепа выполняются по КТ пациента, и воспроизводят его с точностью до миллиметра. В случае больших костных дефектов Рекост может применяться совместно с титановыми имплантатами. Установленный имплантанты из Роекоста позволяют пациенту в дальнейшем проходить все медицинские исследования, включая КТ и МРТ, а также проходить лучевую терапию при необходимости.



Производственные площадки компании находятся в Нижнем Новгороде и Москве, производство сертифицировано по ISO 13485: 2016. На всю выпускаемую и внедряемую продукцию получены разрешительные документы Росздравнадзора РФ. Для индивидуальных персонифицированных имплантатов пройден обязательный аудит, на основании которого Компания включена в перечень производителей индивидуальных изделий Росздравнадзора РФ.



## Ближайшая разработка



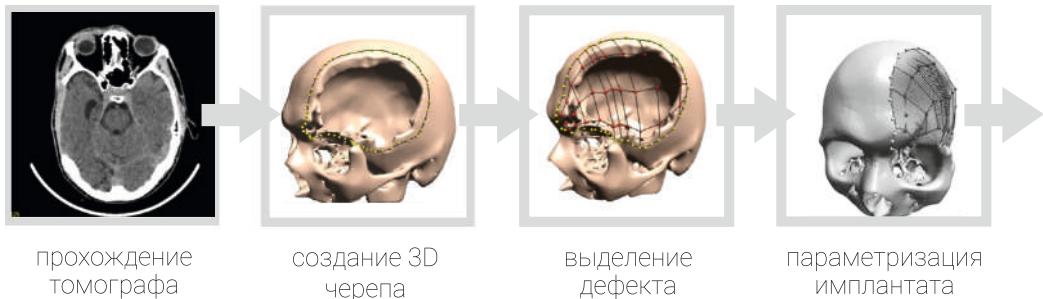
### Низкотемпературный цемент для вертебропластики REKOST ВТП

Рентгеноконтрастный костный цемент REKOST VTP – это цемент высокой вязкости, который способствует контролируемому сцеплению и заполнению. Рентгеноконтрастный костный цемент REKOST VTP при смешивании достигает высокой вязкости и сохраняет ее в среднем в течение 15 минут, что увеличивает рабочее время врачей.

В качестве рентгеноконтрастного средства используется диоксид циркония. Смесь, образующаяся сразу после смешивания компонентов, представляет собой жидкую субстанцию, которая при тщательном и энергичном перемешивании – либо вручную, либо с помощью специальной системы смешивания и подачи – постепенно изменяет свою вязкость.

## Алгоритм производства индивидуальных краинопластин

Срок изготовления от 2-х до 3-х недель



- Отправка КТ пациента
- Подготовка технического задание на изготовление медицинского изделия
- Согласование с производством способа фиксации, количества дренажных отверстий, отверстий для крепления височной мышцы т других параметров
- Подтверждение заказа
- Изготовление и отправка



EDN: HQPBGA

УДК: 616.831-006, 615, 616.8-089

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_104

## ВЛИЯНИЕ ПЛЕРИКСАФОРА НА МИГРАЦИЮ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В ОПУХОЛЕВЫЙ ОЧАГ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ КРЫС С ГЛИОМОЙ С6 (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

**Олег Игоревич Пак<sup>1</sup>**

pak.oi@dvgfu.ru, orcid.org/0000-0002-1312-8308, SPIN-код: 4027-9171

**Александра Асадовна Косьянова<sup>1</sup>**

kosianova.a@dvgfu.ru, orcid.org/0000-0001-5655-5855, SPIN-код: 3639-3618

**Сергей Викторович Зайцев<sup>1</sup>**

zaitcev.svi@dvgfu.ru, orcid.org/0000-0002-0690-7389, SPIN-код: 8566-4916

**Игорь Степанович Брюховецкий<sup>1</sup>**

bruhovetsky@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3654-3069, SPIN-код: 7949-4676

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (пр. Океанский, д. 39, г. Владивосток, Российская Федерация, 690090)

**Резюме****ВВЕДЕНИЕ.** Глиобластома (ГБ) – смертоносная рецидивирующая глиальная опухоль.**ЦЕЛЬ.** Изучить влияние CXCR4-ингибитора плериксафора на процессы хоуминга стволовых клеток костного мозга (СККМ) в опухолевый очаг и оценить выживаемость животных после химиолучевой терапии (ХЛТ).**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Использованы клетки линии С6 и крысы породы Вистар. Применили методы культуральной, проточной цитометрии, экспериментальной хирургии, ХЛТ, морфологического, иммуногистохимического и иммуноферментного анализа, оценки выживаемости по Каплану – Майеру.**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Введение гранулоцитарного колониестимулирующего фактора (Г-КСФ) крысам с глиомой С6 увеличивает содержание СККМ в кровотоке в 24,4 раза, комбинация Г-КСФ и плериксафора (ПЛФ) – в 32,9 раза. Стимуляция Г-КСФ усиливает содержание пролиферирующих клеток в опухоли и обогащает ее маркерами микроглии, что сопровождается повышением содержания TGF $\beta$ 1 – (82,4±11,4) нг/мл (против (38,8±16,3) нг/мл в контроле), белков wnt3A и wnt5A – (52,2±6,4) и (100±11,2) нг/мл соответственно (против (18,6±9,4) и (38,6±14,2) нг/мл в контроле) и  $\beta$ -катенина – (174±11,2) нг/мл (против (82,2±16,4) нг/мл в контроле). Данный эффект отсутствует у крыс, получавших Г-КСФ и ПЛФ. Медиана выживаемости крыс, получавших ХЛТ, – 35 дней: крыс ХЛТ + Г-КСФ или ПЛФ – 49 и 51 день, ХЛТ + Г-КСФ + ПЛФ – 64 дня.**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Плериксафор усиливает рекрутирующее действие Г-КСФ на СККМ, нарушает процессы их миграции и хоуминга в неопластический очаг, что сопровождается уменьшением числа пролиферирующих элементов и клеток микроглии, снижением содержания TGF $\beta$ 1, wnt-лигандов и  $\beta$ -катенина в веществе мозга и увеличением выживаемости экспериментальных животных с глиомой С6.**Ключевые слова:** глиобластома, опухолевые стволовые клетки, стволовые клетки костного мозга, микроокружение, микроглия, плериксафор

**Для цитирования:** Пак О. И., Косьянова А. А., Зайцев С. В., Брюховецкий И. С. Влияние плериксафора на миграцию стволовых клеток иммунной системы в опухолевый очаг и выживаемость крыс с глиомой С6 (экспериментальное исследование) // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 104–113. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_104.

## THE EFFECT OF PLERIXAFOR ON THE MIGRATION OF IMMUNE STEM CELLS INTO THE TUMOR SITE AND SURVIVAL OF RATS WITH C6 GLIOMA (EXPERIMENTAL STUDY)

**Oleg I. Pak<sup>1</sup>**

pak.oi@dvgfu.ru, orcid.org/0000-0002-1312-8308, SPIN-code: 4027-9171

**Aleksandra A. Kosianova<sup>1</sup>**

kosianova.a@dvgfu.ru, orcid.org/0000-0001-5655-5855, SPIN-code: 3639-3618

**Sergei V. Zaitsev<sup>1</sup>**

✉ zaitcev.svi@dvfu.ru, orcid.org/0000-0002-0690-7389, SPIN-code: 8566-4916

**Igor S. Bryukhovetskiy<sup>1</sup>**

bruhovetsky@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3654-3069, SPIN-код: 7949-4676

<sup>1</sup> Far Eastern Federal University (39 Okeansky Avenue, Vladivostok, Russian Federation, 690090)**Abstract****INTRODUCTION.** Glioblastoma (GB) is a lethal recurrent glial tumor.**AIM.** To study the effect of the CXCR4 inhibitor plerixafor on the processes of homing of bone marrow stem cells (BMSCs) into the tumor site and to evaluate the survival of animals after chemoradiotherapy (CRT).**MATERIALS AND METHODS.** C6 cells and Wistar rats were used. The experiment was approved by the local ethics committee. The methods used were cultural, flow cytometry, experimental surgery, CRT, morphological, immunohistochemical and enzyme-linked immunosorbent analysis, Kaplan – Meier survival assessment.**RESULTS.** Administration of granulocyte colony-stimulating factor (G-CSF) to rats with C6 glioma increases the content of BMSCs in the bloodstream by 24.4 times, the combination of G-CSF and plerixafor (PLX) – by 32.9 times. Stimulation with G-CSF increases the content of proliferating cells in the tumor and enriches it with microglial markers, which is accompanied by an increase in the content of TGF $\beta$ 1 82.4 $\pm$ 11.4 ng/ml (versus 38.8 $\pm$ 16.3 ng/ml in the control), wnt3A and wnt5A – 52.2 $\pm$ 6.4 and 100 $\pm$ 11.2 ng/ml (versus 18.6 $\pm$ 9.4 and 38.6 $\pm$ 14.2 ng/ml in control) and  $\beta$ -catenin – 174 $\pm$ 11.2 ng/ml (versus 82.2 $\pm$ 16.4 ng/ml in the control). This effect is absent in rats treated with G-CSF and PLF. The median survival of rats receiving CRT was 35 days: rats receiving CRT + G-CSF or PLX were 49 and 51 days, CRT + G-CSF + PLF was 64 days.**CONCLUSIONS.** Plerixafor enhances the recruiting effect of G-CSF on BMSCs, disrupts the processes of their migration and homing into the neoplastic lesion, which is accompanied by a decrease in the number of proliferating elements and microglial cells, a decrease in the content of TGF $\beta$ 1, wnt ligands and  $\beta$ -catenin in the brain substance and an increase in experimental survival animals with C6 glioma.**Keywords:** glioblastoma, tumor stem cells, bone marrow stem cells, microenvironment, microglia, plerixafor**For citation:** Pak O. I., Kosyanova A. A., Zaitsev S. V., Bryukhovetskiy I. S. The effect of plerixafor on the migration of immune stem cells into the tumor site and survival of rats with C6 glioma (experimental study). Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):104–113. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_104.**Введение**

Глиобластома (ГБ) – одна из самых смертоносных опухолей головного мозга. Хирургическая операция и химиолучевая терапия (ХЛТ) обеспечивают ремиссию 4–6 месяцев, медиана общей выживаемости больных – 15 месяцев [1]. Рецидив и прогрессирование опухоли связывают [2] со способностью клеток ГБ взаимодействовать со стволовыми клетками костного мозга (СККМ) – одним из важнейших компонентов микроокружения неопластических клеток [3]. СККМ рекрутируются в кровоток [4] при активации рецептора CXCR4 и мигрируют в опухоль по градиенту концентрации фактора стромальных клеток 1 $\alpha$  – (SDF)1 $\alpha$ , высвобождаемого поврежденными тканями в зоне неоплазии. Повреждение гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) вследствие неопластического ангиогенеза и нейровоспаления создает условия для их накопления в опухоли и трансформации в клетки микроглии, секретирующих трансформирующий фактор роста  $\beta$ 1, wnt3A- и wnt5A-лиганды и множество сигнальных молекул, повышающих содержание в клетках

ГБ  $\beta$ -катенина, усиливающих их пролиферативную активность и повышающих пластичность опухоли [5]. Лекарств и технологий, нарушающих взаимодействие клеток ГБ с микропокружением, не существует. Мы предположили, что одним из путей решения проблемы является применение ингибиторов сигнальной оси CXCR4/SDF1 $\alpha$ , в частности [6], обратимого ингибитора CXCR4-рецептора – плериксафора (ПЛФ).

**Цель** исследования – на экспериментальной модели ГБ *in vivo* изучить влияние плериксафора на процессы миграции и хоуминга СККМ в опухолевый очаг и оценить их влияние на выживаемость экспериментальных животных.

**Материалы и методы**

**Среда.** Игла модифицированная Дульбеко (DMEM, № 21068028); антибиотик-антибиотик 100X (10000 уд. ед./мл пенициллин/стрептомицин, 25 мкг/мл фунгизон, № 15240096); эмбриональная сыворотка телят (FBS, № 16000044); трипсин, модифицированный

ЭДТА (0,25 % кат., № 25200056); натрий-фосфатный буфер (PBS 10X, № A1286301) – реагенты производства *Gibco* (США). Лекарственные субстанции: Г-КСФ (№ SRP3331), темозоломид (№ 85622-93-1), ПЛФ (№ 110078-46-1) – производства *Merck* (США).

Культура клеток глиомы линии C6 (CCL107<sup>TM</sup>) производства компании ATCC (США). Характеристики культуры соответствуют паспортным параметрам и подтверждены сертификатами соответствия ISO 9001, ISO 13485, ISO/IEC 17025 и ISO 17034.

**Экспериментальные животные.** В работе использовано 160 аутбредных крыс породы Вистар массой 150–200 г. Эксперимент одобрен Этическим комитетом (протокол № 2 от 15.02.2024). Крыс содержали в условиях, соответствующих требованиям законодательства Российской Федерации и ключевым международным документам, регламентирующим работу с животными (Хельсинкская декларация WMA, директива ЕС 2010/63/EU, протоколы ARRIVE и AVMA от 2013 г.).

**Культивирование клеток.** Клетки культивировали в полной культуральной среде DMEM с добавлением 10 % FBS, 100 Ед/мл, антибиотика-антибиотика 100X при  $t$  37 °C, 5 % CO<sub>2</sub>, до достижения 80 % конфлюэнтности монолиста. Адгезировавшие клетки снимали с помощью ферментативной диссоциации (0,05 % trypsin-EDTA, 1:4 при 37 °C, 10 мин) и центрифугировали (120 g, 4 мин), ресуспенсировали и после 3-го пассажа использовали в эксперименте.

**Моделирование глиобластомы.** Крыс наркотизировали путем в/б-введения 200 мкл смеси (тилетамин/золазепам 1:4 *Virbac*, Франция):  $10^6$  клеток глиомы имплантировали в мозг шприцем *Hamilton* со скоростью 5 мкл/мин с помощью стереотаксического аппарата (*Narishige*, Япония) по координатам: Ap-1; L 3,0; V 4,5, ТБС – 2,4 мм. Опухоль подтверждалась через 10 дней методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) *Bruker's PharmaScan* (США).

**Экспериментальная терапия.** Сформировано четыре группы животных с глиомой C6, получивших ХЛТ: I – контрольная; II – ХЛТ + Г-КСФ; III – ХЛТ + ПЛФ; IV – ХЛТ + Г-

КСФ + ПЛФ. Животных облучали с помощью  $\gamma$ -терапевтической установки *TrueBeam* (*Varian Medical Systems*, США) в дозе 6 Гр, достигая за пять фракций общей суммарной дозы. Темозоломид (ТМЗ) вводили перорально 40 мг/кг массы тела по схеме: 3 дня – 2 дня перерыв – еще 4 дня введения препарата. Г-КСФ вводили внутрибрюшинно по 4 мкг/день на протяжении 4 дней. ПЛФ вводили п/к в дозе 0,24 мг/кг, ежедневно 7 суток.

**Цитометрия.** Пробирки для проточной цитометрии 10×75 мм (кат. № 2523749, производства *Beckman Coulter*, США) вносили по 50 мкл цельной гепарин-стабилизированной крови, образцы окрашивали препаратом антител, коньюгированных с различными флуоресцентными (все антитела производства *Biologen*, США). Для выявления основных субпопуляций лимфоцитов – с яркой (CD45bright) и сниженной (CD45dim) – периферической крови использовали антитела ghjnb6 CD45-APC/Cy7 (клон ОХ-1, кат. № 202216). Инкубацию клеток с антителами осуществляли при комнатной температуре в защищенном от света месте на протяжении 15 мин. По завершении инкубации в образцы вносили 250 мкл раствора для разрушения эритроцитов OptiLyse C (кат. № A11895, производства *Beckman Coulter*, США) при постоянном перемешивании. Анализ образцов проводили на проточном цитофлюориметре *Navios<sup>TM</sup>* (*Beckman Coulter*, США), оснащенном двумя диодными лазерами 488 и 638 нм. Для корректного исключения из зоны анализа клеток вводили необходимые логические ограничения в гистограммы распределения клеток по малоугловому и боковому светорассеянию. Слипшиеся в ходе подготовки образцов клетки исключали при помощи гистограмм распределения клеток по интегральному и пиковому сигналам параметров малоуглового и бокового светорассеяния соответственно. Для каждого из образцов анализировали не менее 20 000 лимфоцитов, отвечающих указанным выше условиям. Математическую обработку данных проводили при помощи программ *Navios Software v.1.2* и *Kaluza<sup>TM</sup> v.1.3* (*Beckman Coulter*, США).

Иммуноферментный анализ на содержание  $\beta$ -катенина (ab32572), wnt3A (ab219412), wnt5A (ab227229) и TGF $\beta$ 1(ab215715) проводили с при-

менением наборов *Abcam* (США) по рекомендациям производителей. Оптическую плотность определяли на микропланшетном спектрофотометре BioRad xMark при  $\lambda = 450$  нм. Результат вычисляли по калибровочной кривой и выражали в нг/мл.

**Морфологическое исследование.** Серийные срезы толщиной 7 мкм готовили на криостатном микротоме (MicromHM 560 Thermo). Окрашивали гематоксилином-эозином (*Sigma-Aldrich*, США) на 0,1 М ацетатном буфере pH 3,5 (FLUKA; 31048) по стандартной методике.

Иммуногистохимическое исследование выполнено с использованием первичных антител против PCNA (кат. № 14-9910-82, 1:2000) и IBA1 (кат. № MA5-27726, 1:500), по инструкции производителя – компании *Thermo* (США). Вторичные антитела, меченные пероксидазой хрена PI-1000 (anti-rabbit); PI-2000 (anti-mouse). Для проведения иммунопероксидазной реакции использован хромоген NovaREDsubstratekit (Vector Laboratories SK-4800). Срезы заключали в бальзам по стандартной методике. Препараты изучали с помощью микроскопа AxioScope A1 с объективом A-Plan 40X, 63X, 100X и фотографировали при помощи цифрового фотоаппарата AxioCam ICc3 (*Carl Zeiss*, Германия).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ GraphPad Prism 4.0 (*GraphPad Software, Inc*, США). В работе применяли U-тест Манна – Уитни для малых групп. Для проверки множественных сравнений использовали метод ANOVA. Результаты исследования представлены как (среднее арифметическое  $\pm$  стандартная ошибка среднего) ( $M \pm m$ ). Результаты считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Для оценки выживаемости экспериментальных животных строили кривую Каплана – Майера.

## Результаты исследования

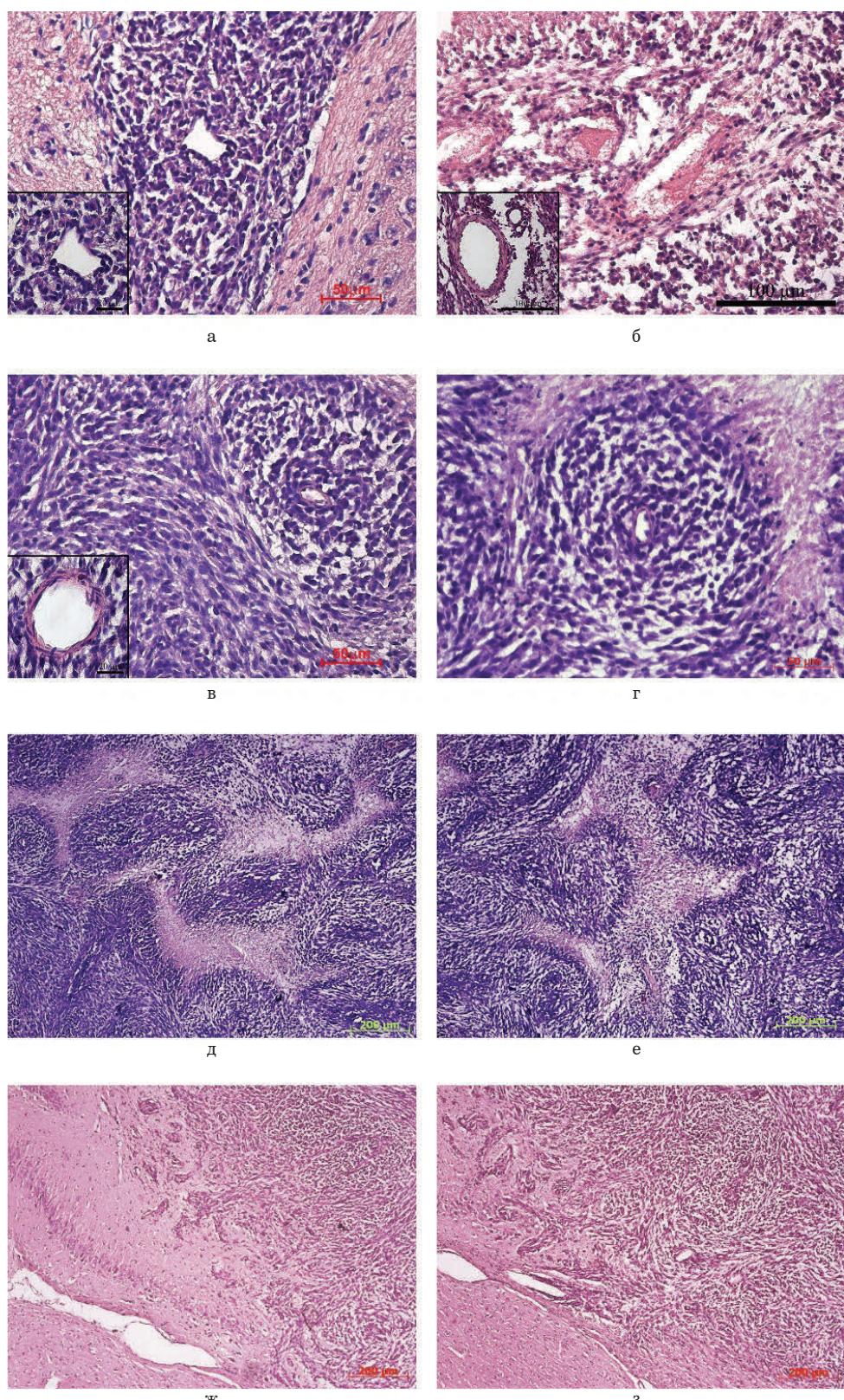
Имплантация клеток глиомы в мозг крыс сопровождалась быстрым развитием опухоли, которая при гистологическом исследовании на 7-й день эксперимента была представлена скоплением атипичных клеток разной формы и величины с формирующимся в центре кровеносными сосудами (рис. 1, а), в которых на 10-

14-м дне эксперимента появлялись признаки эластической мембранны (рис. 1, б). К 14-му дню отмечалась тенденция к уплотнению группировки клеток глиомы вокруг новообразованных сосудов (рис. 1, в) с появлением картины шаров или «псевдорозеол», отграниченных зонами разряжения и некроза (рис. 1, г). К 21-му дню наблюдений шаровидная группировка становилась менее плотной, утрачивала стройность очертаний, в опухоли начинали преобладать процессы гибели неопластических клеток, на что указывают обширные зоны некроза, содержащие множество запустевших микрососудов (рис. 1, д, е), отделяющих островковые скопления клеток глиомы от участков некроза. На периферии узел без четких границ переходил в дистрофически измененное вещество мозга, содержащее многочисленные солитарные клетки, формирующие сателлитные очаги, подобные языкам пламени (рис. 1, ж, з).

Указанная динамика морфологической картины позволяет утверждать, что имплантация опухолевых клеток линии С6 воспроизводит основные патофизиологические механизмы ГБ.

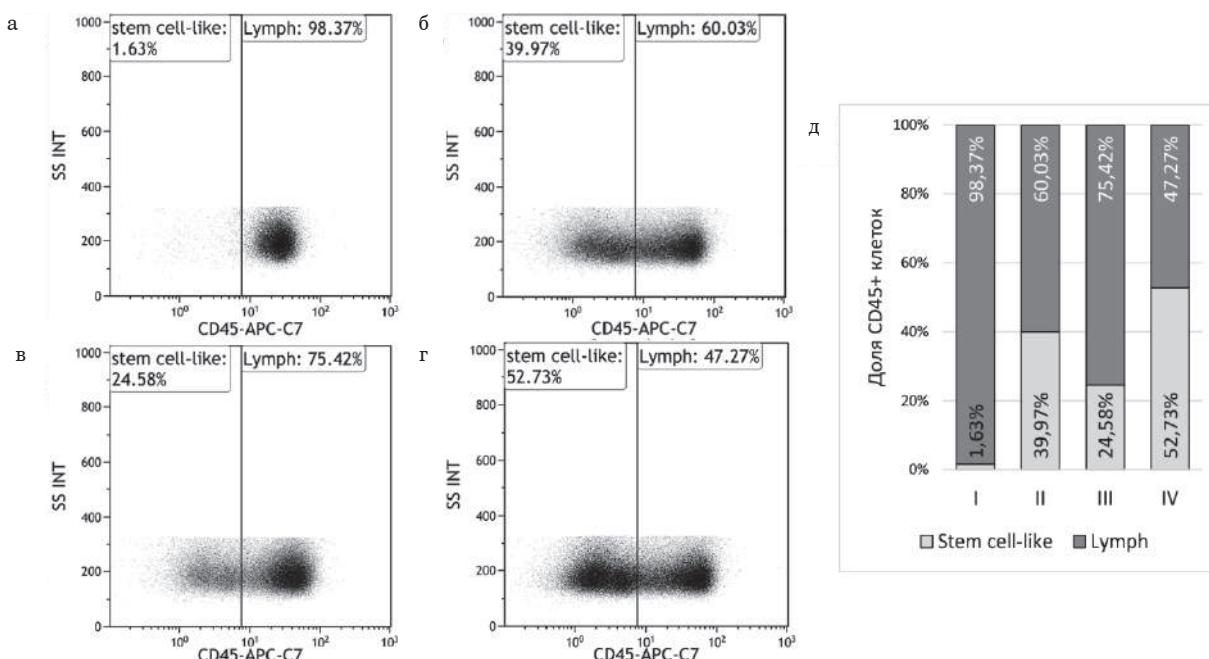
Стимуляция крыс Г-КСФ сопровождалась увеличением числа СККМ в крови экспериментальных животных в 24,4 раза, о чем свидетельствует рост количества элементов так называемой «боковой» популяции по *Telford* до  $(39,9 \pm 1,2)\%$  по отношению к общему количеству таких элементов в контрольной группе (рис. 2, а, б). Плериксафор (ПЛФ) у животных группы III тоже увеличивал количество СККМ в крови (рис. 2, в), однако комбинация ПЛФ и Г-КСФ сопровождалась более выраженной мобилизацией стволовых клеток (рис. 2, г), количество которых возрастало в 32,9 раза, достигая соотношения  $(52,7 \pm 1,8)\%$  (рис. 2, д) к общему числу иммunoцитов.

В отличие от крыс контрольной группы (рис. 3, а–д), у животных группы II опухолевый узел активно окрашивался антителами против PCNA (рис. 3, а, б), что, вероятно, было связано с интенсификацией процессов пролиферации под влиянием СККМ. Подобная картина отсутствовала у крыс группы III и IV, где введение Г-КСФ комбинировалось с применением плериксафора (рис. 3, в–д).



**Рис. 1.** Морфологическая характеристика опухолевой ткани в мозге экспериментальных животных. Центральная часть опухоли: *а, б* – 7-й день; *в, г* – 14-й день; *д, е* – 21-й день с момента имплантации клеток линии C6 в головной мозг. Край опухоли: *ж* – 14-й, *з* – 21-й день эксперимента. Окраска гематоксилин-эозином

**Fig. 1.** Morphological characteristics of tumor tissue in the brain of experimental animals. Central part of the tumor: *a, б* – day 7; *в, г* – day 14; *д, е* – day 21 from the moment of implantation of C6 cells into the brain. Edge of the tumor: *ж* – day 14; *з* – day 21 of the experiment. Hematoxylin and eosin staining



**Рис. 2.** Изменения субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови крыс с глиомой С6 на фоне стимуляции Г-КСФ после ХЛТ. По оси абсцисс – экспрессия общелейкоцитарного антигена CD45; по оси ординат – боковое светорассеяние. На основании экспрессии антигена CD45 лимфоциты периферической крови крысы разделены на две популяции – с яркой (CD45 bright, область «Lymph» содержит лимфоциты периферической крови) и сниженной (CD45dim, область «stem cell-like») экспрессией CD45, что позволяет рассматривать их в качестве стволовоподобных клеток, выход которых на периферию из костного мозга связан со стимуляцией: *а* – контрольная группа, получившая ХЛТ; *б* – группа ХЛТ + Г-КСФ; *в* – группа ХЛТ + ПЛФ; *г* – группа ХЛТ + Г-КСФ + ПЛФ

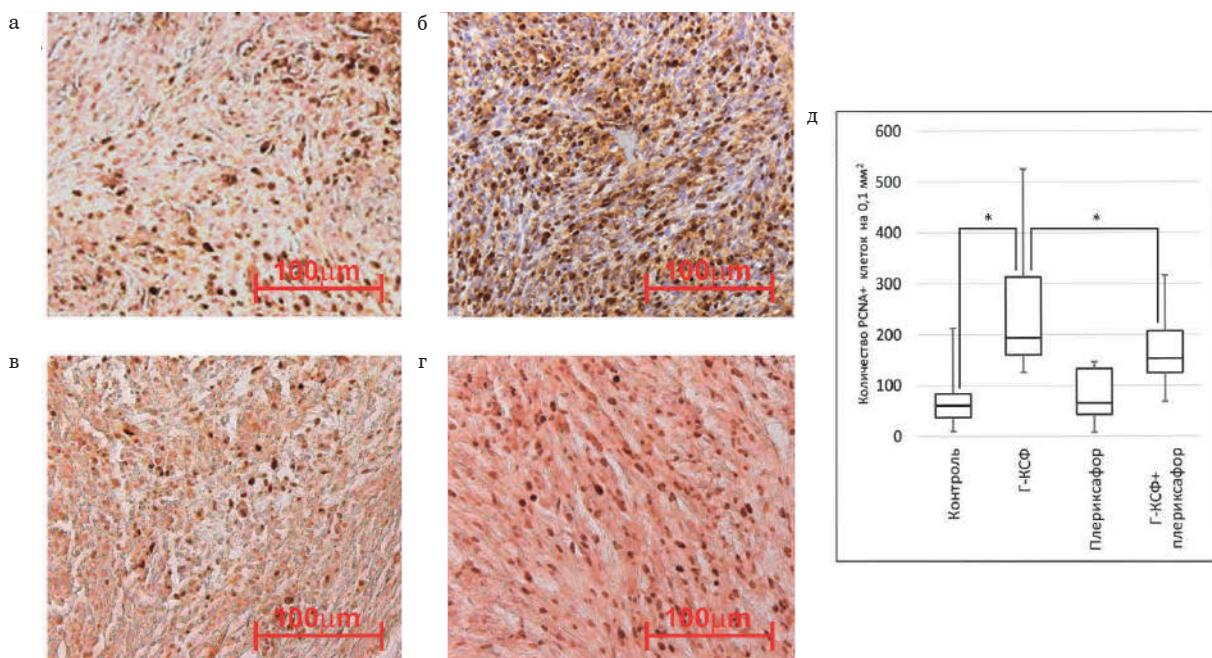
**Fig. 2.** Changes in the subpopulation composition of peripheral blood lymphocytes in rats with C6 glioma against the background of G-CSF stimulation after CRT. The abscissa axis is the expression of the general leukocyte antigen CD45; the ordinate axis is lateral light scattering. Based on the expression of the CD45 antigen, rat peripheral blood lymphocytes are divided into two populations: with bright (CD45 bright, the “Lymph” region contains peripheral blood lymphocytes) and reduced (CD45dim, the “stem cell-like” region) expression of CD45, which allows us to consider them as stem-like cells, the exit of which to the periphery from the bone marrow is associated with stimulation: *a* – control group that received CRT; *b* – CRT + G-CSF group; *c* – CRT + PLX group; *d* – CRT + G-CSF + PLX group

Важным отличием опухолевой ткани у крыс контрольной группы (рис. 4, *а, б*) от животных группы II (рис. 4, *б, в*) было распределение элементов, иммунореактивных в отношении маркера IBA1 – маркера микроглии.

У животных контрольной группы в опухоли (рис. 4, *а*) и веществе мозга, прилегающем к неопластическому узлу (рис. 4, *б*), отмечались разрозненные скопления IBA1+-элементов; в то время как у крыс II группы отмечена плотная группировка микроглиоцитов в ткани опухоли, формирующих некое подобие демаркационной линии (рис. 4, *в*), и множественные скопления IBA1+-клеток в перитуморальной зоне, характерная клаксообразная форма которых (рис. 4, *г*) может свидетельствовать об их высокой паракринной активности. Обогащение опухоли маркерами микроглии напрямую связано с миграцией и накоплением в опухоли СКМ, обусловленного стимулирующим дей-

ствием Г-КСФ, что подтверждается отсутствием подобной картины у крыс группы III, где ревертирующее действие плериксафона комбинируется с подавлением сигнализации CDF1α/CXCR4 (рис. 4, *д, е*). В пользу такого утверждения свидетельствуют и результаты, полученные в группе IV, где группировка IBA1+-клеток в области края опухоли (рис. 4, *ж*) была менее плотной, чем в группе II (рис. 4, *д*), при этом в переопухолевом пространстве выявлялись менее плотно сгруппированные элементы с маленьким телом и длинными отростками (рис. 4, *з*), что, вероятно, указывает на интенсивность процессов межклеточного взаимодействия в этой зоне.

Увеличение количества клеток микроглии в области опухолевого узла и прилежащей ткани мозга у крыс II группы (рис. 5, *а*) сопровождалось довольно значимыми изменениями содержания TGF-β1 (рис. 5, *б*) –  $(82,4 \pm 11,4)$  про-



**Рис. 3.** Иммуноцитохимическая характеристика опухолевой ткани в мозге крыс с глиомой C6.

Окраска антителами против ядерного антигена пролиферирующих клеток (PCNA, 30-е сутки):  
а – контрольная группа, получившая ХЛТ; б – группа ХЛТ + Г-КСФ; в – группа ХЛТ + ПЛФ;

г – группа ХЛТ + Г-КСФ + ПЛФ; д – график «box plot» распределения PCNA+–клеток в опухолевой ткани. «Ящик» отражает медианное значение (центральная линия), а также 2-й и 3-й квартили; «усы» характеризуют минимальные и максимальные значения анализируемых величин; \* – достоверность различий при  $p < 0,05$

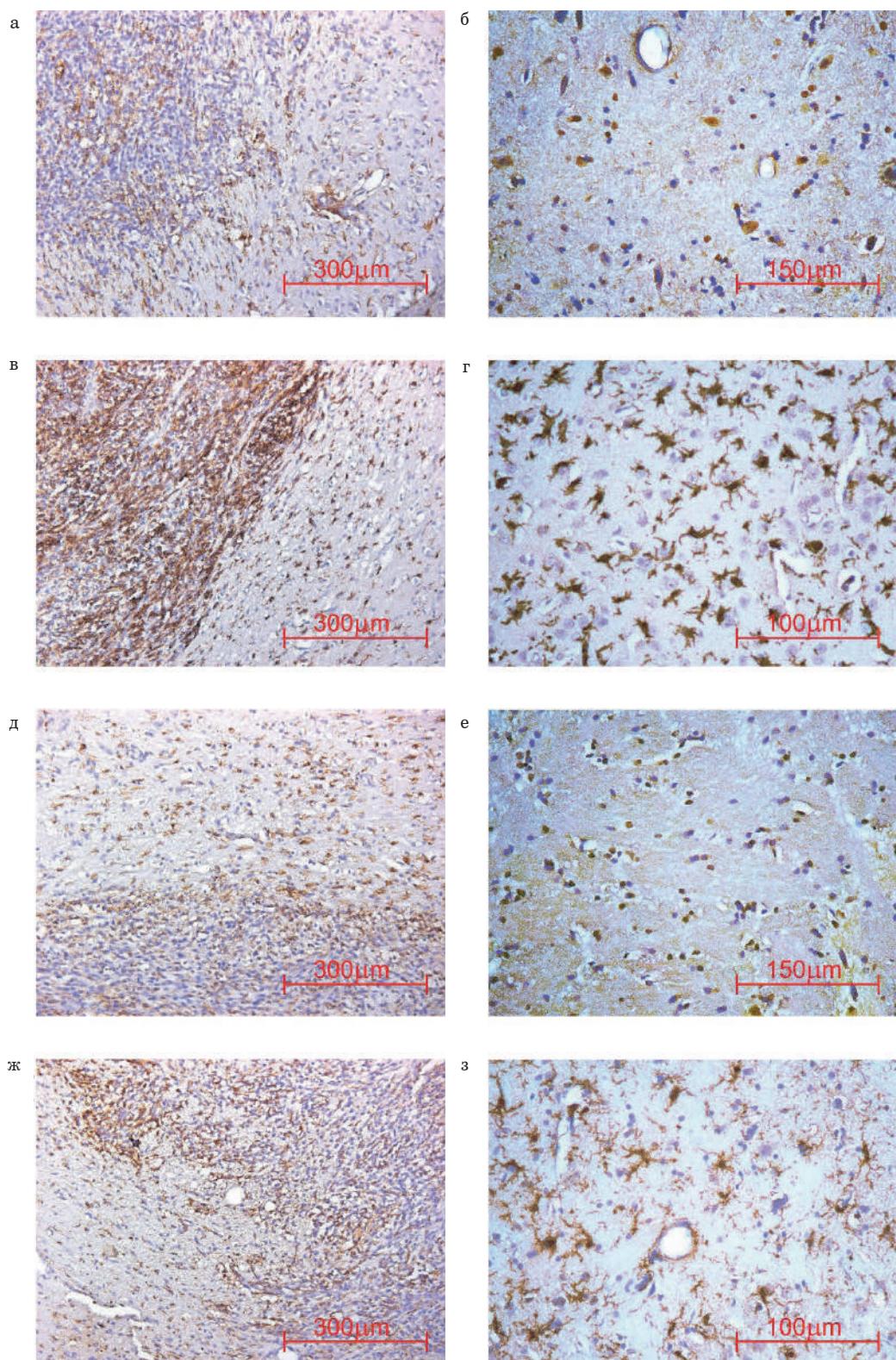
**Fig. 3.** Immunocytochemical characteristics of tumor tissue in the brain of rats with C6 glioma. Staining with antibodies against the proliferating cell nuclear antigen (PCNA, 30 days): а – control group that received CRT; б – CRT + G-CSF group; в – CRT + PLX group; г – CRT + G-CSF + PLX group; д – box plot of PCNA+ cell distribution in tumor tissue. “Box” is reflects the median value (central line), as well as 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> quartiles; “whiskers” are characterize the minimum and maximum values of the analyzed quantities; \* – significance of differences at  $p < 0.05$

тив ( $38,8 \pm 16,3$ ) нг/мл в контроле. Однако особого внимания заслуживают изменения в кластере молекул сигнального пути wnt (рис. 5, в–д). Наивысшее содержание белков wnt3A и wnt5A у крыс II группы – ( $52,2 \pm 6,4$ ) и ( $100 \pm 11,2$ ) нг/мл – обнаруживали значимые отличия от контроля – ( $18,6 \pm 9,4$ ) и ( $38,6 \pm 14,2$ ) нг/мл – и достоверно отличались от данных групп III и IV. Наивысшее содержание  $\beta$ -катенина, ключевого белка сигнального пути wnt, отмечено у крыс II группы – ( $174 \pm 11,2$ ) против ( $82,2 \pm 16,4$ ) нг/мл в контроле. Содержание  $\beta$ -катенина в ткани глиомы у крыс групп III и IV было ( $94,2 \pm 4,7$ ) и ( $110,8 \pm 14,6$ ) нг/мл (рис. 5, д).

Медиана выживаемости животных I группы (рис. 5, е), получавших только ХЛТ, составила ( $35 \pm 9,9$ ) дня; животных II группы, получавших ХЛТ + Г-КСФ, – ( $49 \pm 12,5$ ) дня; крыс III группы, получавших ХЛТ + ПЛФ, – ( $51 \pm 10,8$ ) дня; крыс, получивших ХЛТ + Г-КСФ + ПЛФ, – ( $64 \pm 13,2$ ) дня.

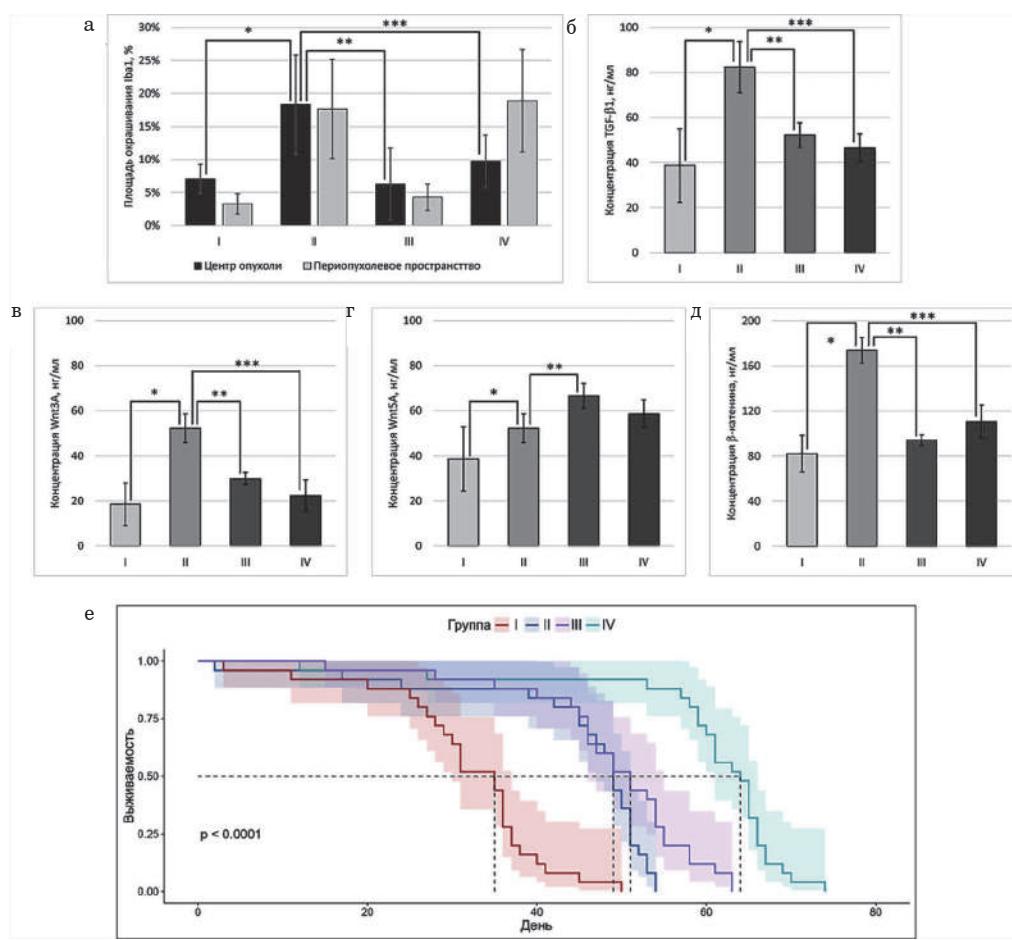
## Обсуждение

В работах 2016–2020 гг. нашим коллекти-вом показана способность СККМ мигрировать в ткань ГБ [7], установлена прямая связь между их накоплением в опухоли и обогащением популяции микроглии [8], предложены спосо-бы провоспалительной модификации микро-окружения опухолевых клеток [9]. Результаты данного эксперимента не только расширяют наши представления о физиологии СККМ, но и показывают, что они непосредственно вовле-чены в патогенез ГБ, что нельзя не учитывать при проведении лечения. Как известно, микро-глия [10] способна к секреции ряда факторов пролиферации, что и было показано в иссле-довании, в этой связи использование в клини-ческой практике Г-КСФ для преодоления ми-елосупрессии, вызванной химиолечевой терапией, может играть довольно негативную роль в формировании рецидива. В пользу именно такой логики процесса указывает отсутствие



**Рис. 4** Иммуноцитохимическая характеристика опухолевой ткани в мозге крыс с глиомой С6. Окраска антителами против ионизированной кальций-связывающей адаптерной молекулы 1 – маркера микроглии/макрофагов (IBA1+, 30-е сутки). Левая колонка – зона на границе опухолевого узла; правая колонка – периопухолевое пространство, 5 мкм от края опухоли: а, б – контрольная группа, получившая ХЛТ; в, г – группа ХЛТ + Г-КСФ; д, е – группа ХЛТ + ПЛФ; ж, з – группа ХЛТ + Г-КСФ + ПЛФ

**Fig. 4.** Immunohistochemical characteristics of tumor tissue in the brain of rats with C6 glioma. Staining with antibodies against ionized calcium-binding adapter molecule 1, a marker of microglia/macrophages (IBA1+, day 30). Left column is zone at the border of the tumor node, Right column is peritumor space, 5  $\mu$ m from the edge of the tumor: a, b – control group that received CRT; в, г – CRT + G-CSF group; д, е – CRT + PLX group; ж, з – CRT + G-CSF + PLX group



**Рис. 5.** Ключевые параметры животных с глиомой С6, использованных в эксперименте: *а* – отношение площади окрашивания антителами против IBA+ ткани опухоли и переопухолевого пространства к общей площади препарата; *б–д* – результаты иммуноферментного анализа вещества мозга в отношении TGFβ1 (*б*); Wnt3A (*в*); Wnt 5A (*г*); β-катенина (нг/мл) (*д*). Результаты представлены как (среднее арифметическое ± стандартная ошибка среднего) ( $M \pm m$ ); \*, \*\*, \*\*\* – достоверность различий при  $p < 0.05$ ; *е* – кривая выживаемости экспериментальных животных по Каплану – Майеру

**Fig. 5.** Key parameters of animals with C6 glioma used in the experiment: *a* – the ratio of the area of staining with antibodies against IBA+ of tumor tissue and peritumor space to the total area of the preparation; *b–d* – the results of enzyme immunoassay of brain matter in relation to TGFβ1 (*b*); Wnt3A (*c*); Wnt 5A (*d*); β-catenin (ng/ml) (*d*). The results are presented as the arithmetic mean ± standard error of the mean ( $M \pm m$ ); \*, \*\*, \*\*\* – the reliability of differences at  $p < 0.05$ ; *e* – survival curve of experimental animals according to Kaplan – Meier

подобных признаков в контроле и в группах III и IV, где используется плериксафор.

Плериксафор показал хорошую переносимость в ходе предшествующих клинических испытаний у больных ГБ [11], но его способность блокировать связь CXCR4-рецептора мембранны СККМ с его лигандом SDF-1 $\alpha$  позволяет переосмыслить подходы к использованию данного препарата. Как следует из эксперимента, плериксафор увеличивает число циркулирующих СККМ в кровеносном русле, что является результатом нарушения связи между CXCR4 и его лигандом [12]. При этом СККМ не накапливаются в опухоли, что позволяет «выключить» один из важнейших механизмов неопластического процесса,

ведущий к усилению содержания в опухолевых клетках β-катенина. На обоснованность такого утверждения указывает небольшое, но достоверное увеличение выживаемости животных, получавших плериксафор в комбинации с Г-КСФ, причем высокая концентрация СККМ и иммунонитотов в кровотоке животных открывает хорошие перспективы для иммунотерапии.

### Заключение

Плериксафор усиливает рекрутирующее действие Г-КСФ на СККМ, нарушает процессы их миграции и хоуминга в неопластический очаг, что сопровождается уменьшением числа пролиферирующих клеток и элементов ми-

круглии, снижением содержания TGF $\beta$ 1, wnt-лигандов и  $\beta$ -катенина в веществе мозга и увеличением выживаемости экспериментальных животных с глиомой С6.

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

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

### Литература / References

1. Roda D., Veiga P., Melo J. B., Carreira I. M., Ribeiro I. P. Principles in the Management of Glioblastoma. *Genes (Basel)*. 2024;15(4):501. Doi: 10.3390/genes15040501. EDN: HHJNDX.
2. Sloan A. R., Silver D. J., Kint S., Gallo M., Lathia J. D. Cancer stem cell hypothesis 2.0 in glioblastoma: Where are we now and where are we going? *Neuro-Oncology*. 2024;26(5):785–795. Doi: 10.1093/neuonc/noae011. EDN: WUOBFG.
3. Read R. D., Tapp Z. M., Rajappa P., Hambardzumyan D. Glioblastoma microenvironment—from biology to therapy. *Genes and Development*. 2024;38(9–10):360–379. Doi: 10.1101/gad.351427.123.
4. Cancilla D., Rettig M. P., Karpova D. et al. Targeting CXCR4, VLA-4, and CXCR2 for hematopoietic stem cell mobilization. *Blood Advances*. 2024;8(6):1379–1383. Doi: 10.1182/bloodadvances.2023011653. EDN: NZJUJQ.
5. Friedmann-Morvinski D., Hambardzumyan D. Monocyte–neutrophil entanglement in glioblastoma. *Journal of Clinical Investigation*. 2023;133(1):e163451. Doi: 10.1172/JCI163451. EDN: PSXSQE
6. Mullard A. CXCR4 chemokine antagonist scores a first FDA approval for WHIM syndrome. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2024;23(6):411. Doi: 10.1038/d41573-024-00083-7.
7. Bryukhovetskiy I. S., Dyuizen I. V., Shevchenko V. E. et al. Hematopoietic stem cells as a tool for the treatment of glioblastoma multiforme. *Molecular Medicine Reports*. 2016;14(5):4511–4520. Doi: 10.3892/mmr.2016.5852. EDN: XFQBEP.
8. Bryukhovetskiy I., Manzhulo I., Mischenko P. et al. Cancer stem cells and microglia in the processes of glioblastoma multiforme invasive growth. *Oncology Letters*. 2016;12(3):1721–1728. Doi: 10.3892/ol.2016.4886. EDN: WVEKMF.
9. Zaitsev S., Sharma H. S., Sharma A. et al. Pro-inflammatory modification of cancer cells microsurroundings increases the survival rates for rats with low differentiated malignant glioma of brain. *International Review of Neurobiology*. 2020;(151):253–279. Doi: 10.1016/bs.irn.2020.03.027. EDN: BBRNQG.
10. Fan D., Yue Q., Chen J. et al. Reprogramming the immunosuppressive microenvironment of IDH1 wild-type glioblastoma by blocking Wnt signaling between microglia and cancer cells. *Oncimmunology*. 2021;10(1):1932061. Doi: 10.1080/2162402X.2021.1932061.
11. Brown J. M., Thomas R., Nagpal S., Recht L. Macrophage exclusion after radiation therapy (MERT): A new and effective way to increase the therapeutic ratio of radiotherapy. *Radiotherapy and Oncology*. 2020; 144:159–164. Doi: 10.1016/j.radonc.2019.11.020.
12. Arcangeli M. L., Brault P., Bourhis J. H. et al. Combined G-CSF and Plerixafor enhance hematopoietic recovery of CD34(+) cells from poor mobilizer patients in NSG mice. *Experimental Hematology*. 2020;(86):15–20:e2. Doi: 10.1016/j.exphem.2020.05.006.

### Сведения об авторах

Олег Игоревич Пак – кандидат медицинских наук, доцент Школы медицины и наук о жизни Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Россия); Александра Асадовна Косьянова – кандидат биологических наук, старший преподаватель Департамента фармации и фармакологии Школы медицины и наук о жизни Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Россия);

Сергей Викторович Зайцев – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией молекулярной и кле-

точной нейробиологии, доцент Департамента фармации и фармакологии Школы медицины и наук о жизни Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Россия);

Игорь Степанович Брюховецкий – доктор медицинских наук, доцент, научный руководитель Медицинского комплекса, профессор Департамента фармации и фармакологии Школы медицины и наук о жизни Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток, Россия).

### Information about the authors

Oleg I. Pak – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor at the School of Medicine and Lifescience, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia);

Aleksandra A. Kosianova – Cand. of Sci. (Biol.), Senior Lecturer at the Department of Farmacy and Farmacology, School of Medicine and Lifescience, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia);

Sergei V. Zaitsev – Cand. of Sci. (Biol.), Head at the Laboratory of the Molecular and Cellular Neurobiology, Associate

Professor at the Department of Farmacy and Farmacology, School of Medicine and Lifescience, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia);

Igor S. Bryukhovetskiy – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Science Director at the Medical Complex, Professor at the Department of Farmacy and Farmacology, School of Medicine and Lifescience, Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: HFOHRN

УДК 616.715.3-006.328-089.168-031

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_114



# РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОХИРУРГИИ БОЛЬШИХ И ГИГАНТСКИХ МЕНИНГИОМ ПИРАМИДЫ ВИСОЧНОЙ КОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ МАТРИКСА ОПУХОЛИ

**Павел Геннадьевич Руденко<sup>1,2</sup>**

✉ rpg30@rambler.ru, orcid.org/0000-0001-9390-3134, SPIN-код: 251573

**Павел Геннадьевич Шнякин<sup>1,2</sup>**

shnyakinpavel@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6321-4557, SPIN-код: 753148

**Артем Николаевич Наркевич<sup>1,3</sup>**

narkevichart@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1489-5058, SPIN-код: 620143

**Илона Евгеньевна Милехина<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-0002-3275-614X, SPIN-код: 319165

**Марворид Нусратуллоевна Файзова<sup>1</sup>**

marvoridin00@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8738-6847

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск, Российской Федерации, 660022)

<sup>2</sup> Краевое государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Краевая клиническая больница» (ул. Партизана Железняка, д. 3а, г. Красноярск, Российской Федерации, 660022)

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Воровского, д. 64, г. Челябинск, Российской Федерации, 454141)

## Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Менингиомы пирамиды височной кости являются одними из наиболее сложных новообразований для микрохирургического удаления. Несмотря на современные возможности нейрохирургии, показатели летальности и инвалидизации таких пациентов продолжают оставаться высокими.

**ЦЕЛЬ.** Проанализировать результаты хирургии менингиом основания задней черепной ямки в зависимости от локализации матрикса опухоли.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Оценены результаты хирургического лечения 59 пациентов с менингиомами пирамиды височной кости. Всем пациентам проведено микрохирургическое удаление опухоли ретросигмовидным доступом. Оценивали функциональный статус по шкале Карновского при поступлении и выписке, радикальность хирургии, наличие осложнений, выраженность неврологических нарушений и исход по расширенной шкале Глазго.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** У 30,5 % пациентов менингиомы имели петро-кливальную локализацию, в 10,2% случаях матрикс опухоли располагался в области яремного отверстия, у 8,5 % пациентов матрикс имел протяженный характер и занимал всю поверхность пирамиды височной кости, и в 50,8 % наблюдений опухоль росла в области задней грани пирамиды височной кости. В 76,3 % случаях опухоль удалена радикально, в 15,2% – субтотально и в 8,5 % – парциально. Медиана функционального статуса к моменту выписки была наибольшей в группе пациентов с менингиомами задней грани пирамиды височной кости ( $p=0,006$ ). Ишемические осложнения чаще встречались у больных с протяженным матриксом ( $p=0,002$ ). Наилучшие результаты в отношении функции лицевого нерва достигнуты в группе пациентов с менингиомами задней грани пирамиды височной кости ( $p<0,001$ ). Наибольшее число пациентов с послеоперационным парезом мимической мускулатуры отмечалось в группах менингиом яремного отверстия ( $p=0,016$ ) и менингиом с протяженным матриксом ( $p=0,032$ ).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Результаты хирургического лечения зависят от размеров новообразования и локализации матрикса опухоли. Наибольшей радикальности и лучших функциональных исходов удается добиться в группе пациентов с менингиомами задней грани пирамиды височной кости. Послеоперационные неврологические нарушения и низкий функциональный статус чаще отмечались у пациентов с протяженным матриксом опухоли по всей поверхности пирамиды височной кости.

**Ключевые слова:** менингиомы, задняя черепная ямка, результаты хирургического лечения, парез мимической мускулатуры, функциональный статус

**Для цитирования:** Руденко П. Г., Шнякин П. Г., Наркевич А. Н., Милехина И. Е., Файзова М. Н. Результаты микрокарги больших и гигантских менингиом пирамиды височной кости в зависимости от локализации матрикса опухоли // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 114–124. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_114.

## THE RESULTS OF MICROSURGERY OF LARGE AND GIANT PETROUS BONE MENINGIOMAS DEPENDING ON THE LOCATION OF THE TUMOR MATRIX

**Pavel G. Rudenko<sup>1,2</sup>**

✉ rpg30@rambler.ru, orcid.org/0000-0001-9390-3134, SPIN-code: 251573

**Pavel G. Shnyakin<sup>1,2</sup>**

shnyakinpavel@mail.ru, orcid.org/0000-0001-6321-4557, SPIN-code: 753148

**Artem N. Narkevich<sup>1,3</sup>**

narkevichart@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1489-5058, SPIN-code: 620143

**Ilona E. Milehina<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-0002-3275-614X, SPIN-code: 319165

**Marvorid N. Fayzova<sup>1</sup>**

marvoridin00@gmail.com, orcid.org/0000-0001-8738-6847

<sup>1</sup> Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (1 Partizana Zheleznyak street, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660022)

<sup>2</sup> Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital (3A Partizana Zheleznyak street, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660022)

<sup>3</sup> South Ural State Medical University (Vorovskogo street, 64, Chelyabinsk, Russian Federation, 454141)

### Abstract

**INTRODUCTION.** The posterior petrous bone meningiomas are one of the most difficult tumors for microsurgical removal. Despite the modern possibilities of neurosurgery, the mortality and disability rates of these patients continue to be high.

**AIM.** To analyze results of microsurgery of posterior petrous bone meningiomas depending on the location of the tumor matrix.

**MATERIALS AND METHODS.** The study assessed the results of microsurgical treatment of 59 patients with large and giant posterior petrous bone meningiomas. All patients underwent microsurgical removal of the tumor by retrosigmoid approach. The Karnofsky Performance Scale Index at admission and discharge, the radicality of surgery, the presence of complications, the severity of neurological disorders and the outcome on the Glazgo Outcome Scale Extended were assessed.

**RESULTS.** In 30.5 % of patients, meningiomas had petroclival localization, in 10.2 % of cases the tumor matrix was located in the area of the jugular foramen, in 8.5 % of patients the matrix was expanded and occupied the entire surface of the petrous bone and in 50.8 % of cases the tumor arose in the area of the posterior surface of the petrous bone. In 76.3 % of cases, the tumor was removed radically, in 15.2 % – subtotally and in 8.5 % – partially. The median functional status at the time of discharge was the highest in the group of patients with meningiomas of the posterior face of the petrous bone ( $p=0.006$ ). Ischemic complications were more common in patients with an extended matrix ( $p=0.002$ ). The best results of facial nerve function were achieved in the group of patients with meningiomas of the posterior face of the petrous bone ( $p<0.001$ ). The largest number of patients with postoperative prosoparesis was observed in the groups of jugular meningiomas ( $p=0.016$ ) and meningiomas with an extended matrix ( $p=0.032$ ).

**CONCLUSION.** The results of surgical treatment depend on the size and the localization of the tumor matrix. The greatest radicality and the best functional outcomes can be achieved in the group of patients with meningiomas of the posterior face of the petrous bone. The most common postoperative neurological disorders and low functional status were observed in patients with an extended tumor matrix over the entire surface of the petrous bone.

**Keywords:** менингиомы, задняя черепная ямка, результаты микросurgery, парез мимических мышц, функциональный статус

**For citation:** Rudenko P. G., Shnyakin P. G., Narkevich A. N., Milehina I. E., Fayzova M. N. The results of microsurgery of large and giant petrous bone meningiomas depending on the location of the tumor matrix. Problems of late diagnosis and surgical treatment of single-level herniated intervertebral discs of the lower cervical spine. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):114–124. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_114.

## Введение

Менингиомы пирамиды височной кости являются одними из наиболее сложных новообразований для микрохирургического удаления, что обусловлено близостью стволовых структур головного мозга, черепных нервов и сосудов вертебробазилярного бассейна [1–7].

Несмотря на активное использование микрохирургической техники и нейрофизиологического мониторинга, хороший результат по расширенной шкале исходов Глазго регистрируется лишь в 66,2 % случаев, а грубая инвалидность развивается у 2,5 % пациентов [8].

Последний анализ хирургического лечения менингиомы пирамиды височной кости в отечественной литературе был опубликован в 2019 г. Однако в своей работе авторы не анализировали результаты операций в зависимости от локализации матрикса опухоли [9].

**Цель** исследования – проанализировать результаты хирургии менингиом основания задней черепной ямки в зависимости от локализации матрикса опухоли.

## Материалы и методы

В период с 2014 по 2023 г. в Нейрохирургическом отделении № 1 Краевой клинической больницы г. Красноярска прооперированы 112 пациентов с менингиомами задней черепной ямки (ЗЧЯ). Критерием включения в исследование явилось наличие у пациента менингиомы с матриксом в области пирамиды височной кости размером более 2,5 см. Критерии исключения: наличие множественных интракраниальных менингиом; наличие сопутствующей патологии в стадии декомпенсации и стереотаксические методы радиохирургии в анамнезе. Исключены пациенты с локализацией матрикса опухоли в области мозжечкового намета, большого затылочного отверстия и конвекситальной поверхности мозжечка.

В итоге в данное исследование вошли 59 пациентов, соответствующих вышеописанным критериям. Диагноз устанавливался на основании клинико-анамнестических, данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) и интраоперационных данных, а также результатов гистологической верификации опухоли. Мужчин было 5 (8,5 %), женщин – 54 (91,5 %).

Соотношение мужчин и женщин составило 1:10,8. Медиана возраста – 55 [46,5; 61,5] лет.

Общее состояние оценивалось на основании определения функционального статуса (ФС) по шкале Карновского (The Karnofsky Performance Scale Index) в баллах на момент поступления в стационар. Медиана функционального статуса составила 70,0 [60,0; 80,0] балла. При этом 29 (49,1 %) пациентов госпитализированы в состоянии клинической компенсации (ФС – 80 баллов и выше), 24 (40,7 %) – субкомпенсации (ФС – 60–70 баллов), и лишь 6 (10,2 %) в состоянии клинической декомпенсации (ФС – 50 баллов и ниже).

Всем пациентам проведено микрохирургическое удаление опухоли из ретросигмовидного доступа. В 46 (78 %) случаях в положении пациента сидя и в 13 (22 %) в положении лежа на спине с валиком под ипсилатеральным плечом и поворотом головы в противоположную сторону. Все операции выполняли с использованием микроскопа OPMI Pentero, электрического кранитома Stryker, вакуумного и ультразвукового аспираторов и набора специализированных микроинструментов. Во время операций использовали нейрофизиологический мониторинг с контролем спонтанной и вызванной электромиографии (ЭМГ) с круговых мышц глаза и рта, спонтанной ЭМГ с жевательных мышц и мышц языка.

Медиана средней продолжительности операций составила 210,0 [190,0; 260,0] мин. Радикальность хирургии оценивалась по шкале Simpson на основании интраоперационных данных и результатов послеоперационной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с контрастным усилением, выполненной в 1-е сутки после операции. Радикальным считалось удаление опухоли, соответствующее Simpson 1 и Simpson 2, субтотальным – Simpson 3, в этих случаях оставляли минимальные фрагменты опухоли в области черепных нервов или моста и сосудистых структур, суммарно не более 5 % опухоли. Парциальным (Simpson 4) считали оставление более 5 % менингиомы.

Общее состояние в послеоперационном периоде оценивали на основании определения функционального статуса по шкале Карнов-

ского (The Karnofsky Performance Scale Index) на момент выписки из стационара в баллах.

Интенсивность головной боли в послеоперационном периоде оценивали в баллах от 1 до 10 по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ). Головная боль определялась как легкая в диапазоне 1–3 баллов, умеренная – 4–6 баллов и сильная – более 7 баллов по ВАШ. Оценивали наличие или отсутствие рвоты.

В неврологическом статусе верифицировалось наличие или отсутствие дисфункции тройничного, отводящего и лицевого нервов, бульбарных нарушений и пирамидной симптоматики. Функцию лицевого нерва (ЛН) определяли по шкале House – Brackmann Grading System (НВ): 1-ю степень по НВ оценивали как отсутствие пареза; 2–3-ю степени – как умеренный парез; 4–6-ю степени – как грубый парез лицевого нерва.

Нарушения равновесия оценивали в баллах по шкале Berg Balance Scale test (BBS) с определением степени риска падения. При количестве баллов 41–56 риск падения интерпретировался как низкий, 21–40 – средний и 0–20 – высокий.

Наличие или отсутствие ишемических и геморрагических осложнений устанавливали по результатам МСКТ, выполненной в 1-е сутки после операции.

Исход заболевания определяли по расширенной шкале исходов Глазго (РШИГ, Glazgo Outcome Scale Extended, 1988 г.) в степенях при выписке пациента из стационара. При оценке результатов хирургического лечения 7-й и 8-й степени по расширенной шкале исходов Глазго считались хорошим исходом заболевания.

Исследование одобрено Локальным этическим комитетом Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (протокол № 116 от 27.12.2022).

## Результаты исследования

У 18 (30,5 %) пациентов менингиомы имели петроклиivalную локализацию (ПКМ), в 6 (10,2 %) случаях матрикс опухоли располагался в области яремного отверстия (МЯО), у 5 (8,5 %) пациентов матрикс имел протяженный ха-

тер и занимал всю поверхность пирамиды височной кости (МВПП), и в 30 (50,8 %) наблюдениях опухоль росла в области латеральных отделов задней грани пирамиды височной кости (МЗГП). Медиана наибольшего диаметра опухоли составила 36,6 [31,0; 45,5] мм. В 33 (55,9 %) случаях опухоль располагалась справа, в 26 (44,1 %) – слева. У 41 (69,5 %) пациента диагностированы большие размеры новообразований (25–44 мм), а у 18 (30,5 %) – гигантские (более 45 мм).

В 45 (76,3 %) случаях опухоль удалена радикально, в 9 (15,2 %) – субтотально, и в 5 (8,5 %) – парциальном.

Наибольшей радикальности удалось добиться в группе пациентов с расположением матрикса на задней грани пирамиды височной кости (табл. 1). Наименьшая радикальность отмечалась в группе пациентов с МЯО.

**Таблица 1. Радикальность удаления менингиом задней черепной ямки в зависимости от локализации матрикса опухоли**

Table 1. Radicality of removal of posterior fossa meningiomas, depending on localization of the tumor matrix

Расположение матрикса	Удаление		
	радикальное, n (%)	субтотальное, n (%)	парциальное, n (%)
ПКМ (n=18)	13 (72,2)	3 (16,7)	2 (11,1)
МЗГП (n=30)	28 (93,4)	1 (3,3)	1 (3,3)
МЯО (n=6)	1 (16,7)	3 (50)	2 (33,3)
МВПП (n=5)	3 (60)	2 (40)	–
Всего (n=59)	45 (76,3)	9 (15,2)	5 (8,5)

Гистологически все менингиомы были типичными (WHO Grade I).

Медиана функционального статуса по шкале Карновского к моменту выписки из стационара составила 70,0 [70,0; 80,0] балла. При этом 24 (40,7 %) пациента выписались в состоянии клинической компенсации (функциональный статус составил 80 баллов и выше), а 34 (57,6 %) – субкомпенсации (функциональный статус – 60–70 баллов).

Летальность составила 1,7 % (n=1).

Наилучшие результаты хирургического лечения отмечались в группе пациентов с МЗГП ( $p=0,006$ ), наименее удачные – в группе пациентов с протяженной локализацией матрикса

**Таблица 2. Состояние пациентов при выписке из стационара в зависимости от локализации матрикса опухоли**

**Table 2. Condition of patients upon discharge from the hospital, depending on localization of the tumor matrix**

Расположение матрикса	Компенсация (80 баллов и выше), n (%)	Субкомпенсация (60–70 баллов), n (%)	Летальность, n (%)
ПКМ (n=18)	6 (33,3)	12 (66,7)	–
МЗГП (n=30)	18 (60)	12 (40)	–
МЯО (n=6)	–	6 (100)	–
МВПП (n=5)	–	4 (80)	1 (20)
Всего (n=59)	24 (40,7)	34 (57,6)	1 (1,7)

на всей поверхности пирамиды височной кости (табл. 2).

У 6 (10,1 %) пациентов верифицированы сосудистые осложнения. Все случаи были представлены разными вариантами ишемии ножек или полушария мозжечка, и в 1 случае – моста (закончился летальным исходом). Клинически значимых послеоперационных кровоизлияний не наблюдалось.

У 3 пациентов с ишемическими осложнениями матрикс располагался на всей поверхности пирамиды височной кости, что составило 60 % от всех пациентов данной группы; в 2 случаях опухоль имела петроклиivalную локализацию – 11,1 % от группы, и у 1 (16,7 % от группы) пациента была МЯО. В целом ишемические осложнения статистически значимо чаще встречались у больных с МВПП ( $p=0,002$ ). Обращает на себя внимание отсутствие ишемических осложнений среди пациентов с МЗГП.

Медиана исхода по РШИГ составила 7,0 [7,0; 8,0]. Хороший исход (6–7-я степень) к моменту выписки наблюдался у 49 (83 %) пациентов. Следует отметить, что хороший исход чаще регистрировался у пациентов с МЗГП ( $p=0,012$ ) и реже – среди больных с МВПП ( $p<0,001$ ).

Анатомически лицевой нерв удалось сохранить у 57 (96,6 %) пациентов. Степень пареза мимических мышц лица по НВ после операции варьировала от 1 до 6. Медиана выраженности пареза мимической мускулатуры лица по НВ составила 1,0 [1,0; 1,0]. В 10 (16,9 %) случаях наблюдался грубый парез (НВ 4–6), еще в 2 (3,4 %) – умеренный (НВ 2–3). У 47 (79,7 %) пациентов нарушений функции ЛН после операции не отмечалось.

**Таблица 3. Дисфункция лицевого нерва у пациентов с разной локализацией матрикса менингиом**

**Table 3. Dysfunction of facial nerve in patients, depending on localization of the tumor matrix**

Расположение матрикса	Парез		
	грубый (НВ 4–6), n (%)	умеренный (НВ 2–3), n (%)	отсутствие, n (%)
ПКМ (n=18)	5 (27,8)	–	13 (72,2)
МЗГП (n=30)	–	–	30 (100)
МЯО (n=6)	2 (33,3)	2 (33,3)	2 (33,3)
МВПП (n=5)	3 (60)	–	2 (40)
Всего (n=59)	10 (16,9)	2 (3,4)	47 (79,7)

Наилучшие результаты в отношении функции ЛН (табл. 3) достигнуты в группе пациентов с МЗГП ( $p<0,001$ ). Наибольшее число пациентов с послеоперационным парезом мимической мускулатуры отмечалось в группах МЯО ( $p=0,016$ ) и МВПП ( $p=0,032$ ). Следует отметить, что грубая дисфункция ЛН также чаще регистрировалась среди пациентов с МВПП ( $p=0,013$ ).

В 14 (23,7 %) наблюдениях после операции было зарегистрировано ухудшение слуха. Чаще дисфункция вестибуло-кохлеарного нерва отмечалась у пациентов с ПКМ и МВПП, однако полученные данные не были статистически значимыми.

В 6 (10,2 %) случаях после операции отмечалось развитие сходящегося косоглазия, у 8 (13,5 %) пациентов – проявления дисфункции тройничного нерва. В 8 (13,5%) наблюдениях были выявлены расстройства каудальной группы нервов, разной степени выраженности, при этом грубые бульбарные нарушения, вызвавшие необходимость временного наложения трахеостомы и гастростомы, отмечались у 1 пациента.

Нарушения функции отводящего и тройничного нервов (табл. 4) наиболее часто верифицировались у пациентов, прооперированных по поводу ПКМ и МВПП ( $p=0,003$ ). Дисфункция нервов каудальной группы чаще регистрировалась у пациентов с МЯО ( $p<0,001$ ) и МВПП ( $p=0,003$ ). У пациентов с МЗГП не отмечалось признаков дисфункции черепных нервов.

Пирамидная симптоматика была зарегистрирована у 5 (8,5 %) пациентов (2 с ПКМ,

**Таблица 4. Дисфункция отводящего, тройничного и каудальной групп нервов у пациентов с разной локализацией матрикса менингиом**

**Table 4. Dysfunction of abducens, trigeminal and lower cranial nerves in patients, depending on localization of the tumor matrix**

Расположение матрикса	Дисфункция		
	отводящего нерва, n (%)	тройничного нерва, n (%)	нервов каудальной группы, n (%)
ПКМ (n=18)	4 (22,2)	4 (22,2)	–
МЗГП (n=30)	–	–	–
МЯО (n=6)	1 (16,7)	1 (16,7)	5 (83,3)
МВПП (n=5)	1 (20)	3 (60)	3 (60)
Всего (n=59)	6 (10,2)	8 (13,5)	8 (13,5)

2 МВПП и 1 с МЯО). Пирамидные нарушения статистически значимо чаще встречались у пациентов с гигантскими новообразованиями ( $p=0,036$ ) и больных с МВПП ( $p=0,032$ ).

Максимальная головная боль в ближайшем послеоперационном периоде варьировала от 2 до 7 баллов. Медиана максимальной головной боли по ВАШ в послеоперационном периоде составила 4,0 [3,0; 4,0] балла. Легкая головная боль (1–3 балла по ВАШ) отмечалась у 25 (42,4 %) пациентов, умеренная (4–6 баллов) – у 29 (49,1 %), и сильная (7 и более баллов) – у 4 (6,8 %).

Наибольшая выраженность головной боли после операции (табл. 5) наблюдалась у пациентов с МВПП ( $p=0,012$ ), наименьшая – у пациентов с МЗГП. Следует отметить, что интенсивность головной боли во многом зависела от размера опухоли. Легкая головная боль в послеоперационном периоде статистически значимо чаще встречалась у пациентов с менингиомами большого размера ( $p=0,025$ ), а сильная – у больных с гигантскими новообразованиями ( $p=0,008$ ).

Рвота отмечалась у 7 (11,9 %) пациентов (3 с ПКМ, 1 с МЗГП, 2 с МВПП и 1 пациент с МЯО).

Количество баллов по шкале BBS варьировало от 2 до 56. Медиана нарушений равновесия составила 52,0 [46,0; 54,0] балла. Низкий риск падения зафиксирован у 52 (88,1 %) пациентов, средний – у 5 (8,5 %) и высокий – у 1 (1,7 %).

Наименьший риск падения по шкале BBS в послеоперационном периоде (табл. 6) отме-

**Таблица 5. Выраженность головной боли в послеоперационном периоде у пациентов с разной локализацией матрикса менингиом**

**Table 5. The intensity of headache after surgery in patients, depending on localization of the tumor matrix**

Расположение матрикса	Головная боль		
	легкая (1–3 балла по ВАШ), n (%)	умеренная (4–6 баллов по ВАШ), n (%)	сильная (7 баллов по ВАШ и более), n (%)
ПКМ (n=18)	8 (44,4)	9 (50)	1 (5,6)
МЗГП (n=30)	16 (53,3)	13 (43,3)	1 (3,3)
МЯО (n=6)	1 (16,7)	5 (83,3)	–
МВПП (n=4)	–	2 (50)	2 (50)
Всего (n=58)	25 (42,4)	29 (49,1)	4 (6,8)

**Таблица 6. Риск падения по шкале BBS в послеоперационном периоде у пациентов с разной локализацией матрикса менингиом**

**Table 6. The risk of falling on Berg Balance Scale after surgery in patients, depending on localization of the tumor matrix**

Расположение матрикса	Риск падения		
	низкий (41–56 баллов BBS), n (%)	средний (21–40 баллов BBS), n (%)	высокий риск падения (20 баллов BBS и ниже), n (%)
ПКМ (n=18)	16 (88,9)	2 (11,1)	–
МЗГП (n=30)	29 (96,7)	1 (3,3)	–
МЯО (n=6)	5 (83,3)	1 (16,7)	–
МВПП (n=4)	2 (50)	1 (25)	1 (25)
Всего (n=58)	52 (88,1)	5 (8,5)	1 (1,7)

чался у пациентов с МЗГП. Средний и высокий риски падения наиболее часто регистрировались у пациентов с МВПП.

Медиана функционального статуса по шкале Карновского в отдаленном периоде после операции составила 90,0 [80,0; 100,0] балла. Компенсированное состояние (80–100 баллов) отмечалось у 51 (87,9 % от всех выживших) пациента, состояние субкомпенсации (70 баллов) – у 7 (12,1 %). Ниже 70 баллов не было ни у одного пациента.

В отдаленном периоде наилучшие результаты получены в группах пациентов с ПКМ и МЗГП (табл. 7). Субкомпенсированное состояние чаще регистрировалось у больных с МВПП ( $p=0,001$ ) и пациентов с гигантским размером новообразований ( $p=0,03$ ).

У 8 (13,5 %) пациентов диагностирован рецидив опухоли или процедив ее остаточной части. Из них у 4 (22,2 % от всей группы) пациен-

**Таблица 7. Состояние пациентов в отдаленном периоде после операции в зависимости от локализации матрикса опухоли**

**Table 7. Condition of patients in the long-term period after surgery, depending on localization of the tumor matrix**

Расположение матрикса	Компенсация (80 баллов и выше), n (%)	Субкомпенсация (70 баллов), n (%)
ПКМ (n=18)	17 (94,4)	1 (5,6)
МЗГП (n=30)	28 (93,3)	2 (6,7)
МЯО (n=6)	5 (83,3)	1 (16,7)
МВПП (n=4)	1 (25)	3 (75)
Всего (n=58)	51 (87,9)	7 (12,1)

тов были ПКМ, у 2 (33,3%) – МЯО, и у 2 (40 %) – МВПП. В группе пациентов с МЗГП рецидивов не зарегистрировано ( $p=0,006$ ).

Таким образом, наилучшие результаты хирургического лечения в отношении радикальности и исходов получены у пациентов с МЗГП. Послеоперационные неврологические нарушения и низкий функциональный статус чаще отмечались у пациентов с МВПП.

## Обсуждение

Сложности в удалении менингиом пирамиды височной кости обусловлены непосредственным контактом опухоли с мостом, множественными черепными нервами и мозжечковыми, а зачастую и базиллярной артериями [1, 6, 10]. Данные литературы о радикальности данных новообразований противоречивы и варьируют от 50 до 95 % [2, 6, 9, 11–14]. V. Javalkar et al. (2012) считают, что чем выше в исследованиях процент радикальности удаления менингиом ЗЧЯ, тем ниже в этой серии число прооперированных ПКМ [15]. По данным A. Pirayesh et al. (2016), статистически значимыми критериями, снижающими вероятность радикального удаления ПКМ, являются отсутствие «ликворной щели» между стволовыми структурами и опухолью и «фестончатое строение края новообразования», свидетельствующее об инвазии пialльной оболочки [16]. В нашей серии наблюдений опухоль была удалена радикально в 76,3 % случаев, а удельный вес ПКМ составил 30,5 %. Наибольшей радикальности – 92,2 % – нам удалось добиться у пациентов с расположением матрикса в латеральных отделах задней грани пирамиды височной кости,

радикальность в группе пациентов с ПКМ составила 72,2 %, а наихудшие результаты отмечены в группе пациентов с МЯО – лишь 16,6 %.

В литературе в разное время было предложено несколько классификационных схем менингиом задней черепной ямки. Наиболее широко используемыми в отечественных публикациях являются классификация Г. С. Тиглиева и др. (2001) и классификация, предложенная в докторской диссертации В. Н. Шиманского (2005). В англоязычных работах чаще ссылаются на классификационные схемы M. Desgeorges (1994) и F. J. Qu (2009) [4, 9]. Анализируя результаты хирургического лечения менингиомы пирамиды височной кости, мы использовали в своей работе широко применяемые термины «петрокливальные менингиомы», «менингиомы яремного отверстия», «менингиомы латеральных отделов задней грани пирамиды височной кости», а также дополнительно выделили группу пациентов с менингиомами, имеющими протяженный матрикс по всей задней поверхности пирамиды, что соответствовало менингиомам АМР в схеме M. Desgeorges (1994).

Большинство менингиом ЗЧЯ являются доброкачественными (WHO Grade I) – 87–98 % [11, 13, 17–19]. Наибольший процент атипичных и анатомических менингиом с локализацией матрикса в области пирамиды височной кости приведен в статье И. А. Васильева и др. (2019) – 19 %, что выделяется из опубликованных ранее работ [9]. У наших пациентов атипичных и анатомических форм не зарегистрировано.

Летальность в хирургии менингиом ЗЧЯ в настоящее время достигает 1,6–7,3 % [2, 6, 8, 14, 15]. По результатам одного из последних метаанализов L. Giammattei et al. (2021), летальность в хирургии ПКМ варьирует от 0 до 9 % [20]. В нашей серии наблюдений летальность составила 1,7 %.

Основными причинами смерти пациентов с менингиомами ЗЧЯ являются расстройства кровообращения в стволовых структурах головного мозга. По данным анализа литературы, проведенного J. B. Hunter et al. (2015), частота ишемии стволовых и мозжечковых структур после удаления ПКМ достигает 14,7 % [21].

D. Pham et al. (2023) столкнулись с ишемией стволовых структур в хирургии менингиом мостомозжечкового угла в 12,5 % случаев [17]. В нашей серии частота ишемических осложнений составила 10,1 %, причем среди пациентов с ПКМ – 11,1 %, больных с МЯО – 16,7 %, а чаще всего – среди пациентов с протяженным матриксом по всей поверхности пирамиды височной кости – 60 % ( $p=0,002$ ).

Хороший результат хирургического лечения менингиом ЗЧЯ по РШИГ регистрируется в 66,2 %, а грубая инвалидность – в 2,5 % случаев [8]. Среди наших пациентов хороший исход (6–7-й степени по РШИГ) к моменту выписки отмечался у 83 % пациентов, причем статистически значимо чаще у больных с МЗГП ( $p=0,012$ ).

По данным M. Peyre (2012), анатомической сохранности ЛН после удаления менингиом пирамиды височной кости удается добиться в 92 % случаев [22]. По данным R. Lobato (2004), анатомическая целостность ЛН не гарантирует его нормальную функцию в послеоперационном периоде, даже в отдаленные сроки после вмешательства [8]. Следует отметить, что литературные данные о функции ЛН значительно различаются. Удельный вес пареза мимических мышц варьирует с 10,1 до 58 % [9, 13, 15, 17, 18]. В целом авторы единодушны в том, что нормальная функция ЛН значительно чаще отмечается после операции у пациентов с МЗГП, в сравнении с ПКМ или менингиомами с протяженным матриксом. Основными факторами, определяющими послеоперационную функцию ЛН, считают размер опухоли, степень радикальности и наличие арахноидальной плоскости диссекции между опухолью и нервами акустико-фациальной группы [2, 18].

В нашей серии наблюдений анатомической сохранности ЛН удалось добиться у 96,6 %, а хорошей его функции – у 79,9 % пациентов. При этом наилучшие результаты достигнуты в группе пациентов с МЗГП, а наибольший процент пареза мимических мышц лица отмечался у больных с МЯО и МВПП.

Источники литературы свидетельствуют о том, что нейропатии других черепных нервов в послеоперационном периоде встречаются

у 28–39 % больных с менингиомами пирамиды височной кости [2, 9, 15, 23]. R. Almefty et al. (2014) считают, что наиболее часто отмечается дисфункция отводящего нерва, в то время как симптомы поражения тройничного и вестибуло-кохлеарного нервов обычно имеют тенденцию к регрессу после операции [2]. Отдельно следует рассматривать пациентов с МЯО. A. J. Kane et al. (2011) отмечают, что нарушения функции каудальной группы нервов регистрируются после операции у подавляющего большинства пациентов с МЯО. Авторы наблюдали дисфункцию 9-го нерва в 50 % и 10-го нерва в 88 % случаев [11].

Нами получены схожие результаты. Нарушения функции отводящего были зарегистрированы в 10,2 % наблюдений, тройничного – в 13,5 %. У 13,5 % пациентов были выявлены признаки нарушения функции каудальной группы нервов. Причем дисфункция отводящего и тройничного нервов наиболее часто наблюдалась у пациентов с ПКМ и МВПП, а каудальной группы – у пациентов с МЯО. У пациентов с МЗГП после операции не отмечено нарушений функции черепных нервов.

Частота двигательных дефицитов в хирургии менингиом ЗЧЯ составляет 6–14% [13, 19, 23]. В нашей серии наблюдений пирамидная симптоматика была зарегистрирована у 8,5 % пациентов. Чаще всего парезы конечностей встречались у пациентов с протяженным матриксом опухоли.

Необходимо отметить, что одним из частых осложнений в хирургии менингиом ЗЧЯ является раневая ликворея [4, 9, 18, 21]. В нашей серии наблюдений этого осложнения удалось избежать.

Средний ФС по шкале Карновского в отдаленном периоде у пациентов с менингиомами ЗЧЯ составляет 80–84 балла [14, 15, 24]. Многие авторы отмечают, что исход заболевания во многом зависит от локализации матрикса опухоли [13, 25]. По мнению D. Phum D. et al. (2023), ФС после операции улучшается у пациентов с менингиомами задней грани пирамиды и существенно не меняется у больных с петро-клиivalьными менингиомами [17]. В нашей серии наблюдений пациентов медиана ФС в отдаленном периоде составила 90,0 [80,0; 100,0]

балла, что выше, чем в анализируемых литературных источниках. Возможно, подобные результаты обусловлены большим процентом пациентов с МЗГП.

Частота рецидивов и процедур менингиом ЗЧЯ варьирует от 4–5 до 41,2 % [8, 18, 25, 26]. Авторы отмечают, что рецидив опухоли после ее радикального удаления развивается в 20 % наблюдений, а рецидив – в 47,6 % случаев после субтотального и в 28,5 % случаев после частичного удаления [8]. По данным R. S. D'Amico et al. (2017), возникновение рецидива не зависит от места ее исходного роста, вовлечения внутреннего слухового прохода и наличия арахноидального слоя между опухолью и мозговыми структурами [18]. В нашей серии наблюдений рецидив опухоли или рецидив ее остаточной части отмечался у 13,5 % пациентов, наиболее часто – у больных с ПКМ (22,2 %), МЯО (33,3 %) и МВПП (40 %).

Таким образом, полученные данные во многом соответствуют опубликованным ранее сериям наблюдений хирургического лечения менингиом ЗЧЯ. Как ближайшие, так и отдаленные результаты во многом зависят от размеров новообразования и локализации матрикса опухоли. Наибольшей радикальности и лучших функциональных исходов удается добиться в группе пациентов с менингиомами задней грани пирамиды височной кости. Послеоперационные неврологические нарушения и низкий функциональный статус чаще отмечались у пациентов с протяженным матриксом опухоли по всей поверхности пирамиды.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

1. *Tigliev G. S., Olyushin V. E., Kondrat'ev A. N.* Внутричерепные менингиомы. СПб.: Изд-во РНХИ им. проф. А. Л. Поленова, 2001. [Tigliev G. S., Olyushin V. E., Kondrat'ev A. N. Vnintricherepnye menigiomy. SPb.: Izd-vo RNKhI im. prof. A. L. Polenova; 2001. (In Russ.)].
2. *Almefty R., Dunn I. F., Pravdenkova S., Aboljostoh M., Al-Mefty O.* True petroclival meningiomas: results of surgical management. *Journal of Neurosurgery.* 2014;120(1):40–51. Doi: <https://doi.org/10.3171/2013.8.JNS13535>.
3. *Goto T., Ohata K.* Surgical Resectability of Skull Base Meningiomas. *Neurologia medico-chirurgica.* 2016;56(7):372–378. Doi: <http://dx.doi.org/10.2176/nmc.ra.2015-0354>.
4. *Magill S. T., Rick J. W., Chen W. C., Haase D. A., Raleigh D. R., Aghi M. K., Theodosopoulos P. V., McDermott M. W.* Petrous Face Meningiomas: Classification, Clinical Syndromes, and Surgical Outcomes. *World Neurosurgery.* 2018;114:e1266–1274. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2018.03.194>.
5. *Corniola M. V., Lemée J. M., Da Broi M., Joswig H., Schaller K., Helseth E., Meling TR.* Posterior fossa meningiomas: perioperative predictors of extent of resection, overall survival and progression-free survival. *Acta Neurochirurgica.* 2019;161(5):1003–1011. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-019-03862-z>.
6. *Шиманский В. Н., Карнаухов В. В., Галкин М. В. др.* Лечение петроклиivalных менингиом: современное состояние проблемы // Вопросы нейрохирургии: Журнал им. Н. Н. Бурденко. 2019. Т. 83, № 6. С. 78–89. [Shimanski V. N., Karnaухов V. V., Galkin M. V., Taniashvili S. V., Golanov A. V., Poshtaev V. K., Shevchenko K. V. Treatment of petroclival meningiomas: current state of the problem. Voprosy neirokhirurgii imeni N. N. Burdenko. 2019;83(6):78–89. (In Russ.)]. Doi: <https://doi.org/10.17116/neiro20198306178>. eLIBRARY ID: 42374299. EDN: GEMCQW.
7. *Ali M. S., Magill S. T., McDermott M. W.* Petrous face meningiomas. *Handbook of Clinical Neurology.* 2020;170:157–165. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822198-3.00037-9>.
8. *Lobato R. D., González P., Alday R., Ramos A., Lagares A., Alen J. F., Palomino J. C., Miranda P., Pérez-Núñez A., Arrese I.* Meningiomas of the basal posterior fossa. Surgical experience in 80 cases. *Neurocirugia (Asturias, Spain).* 2004;15(6):525–542. Doi: [https://doi.org/10.1016/s1130-1473\(04\)70439-x](https://doi.org/10.1016/s1130-1473(04)70439-x).
9. *Васильев И. А., Ступак В. В., Цветовский С. Б. и др.* Результаты хирургического лечения менингиом задней поверхности пирамиды височной кости (анализ монопротоковой когорты) // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. С. 116. [Vasilev I. A., Stupak V. V., Tsvetovskiy S. B., Pedyurin I. V., Lebedev A. K., Buzunov A. V. Surgical outcome of posterior petrous bone meningiomas. Modern Problems of Science and Education. 2019;(6):116. (In Russ.)]. Doi: <http://dx.doi.org/10.17513/spno.29302>. eLIBRARY ID: 42405981. EDN: SDQCKM.
10. *Kankane V., Misra B.* Petroclival meningioma: Management strategy and results in 21st century. *Asian Journal of Neurosurgery.* 2021;16(01):89–95. Doi: [http://dx.doi.org/10.4103/ajns.ajns\\_357\\_20](http://dx.doi.org/10.4103/ajns.ajns_357_20).
11. *Kane A. J., Sughrue M. E., Rutkowski M. J., Berger M. S., McDermott M. W., Parsa A. T.* Clinical and surgical considerations for cerebellopontine angle meningiomas. *Journal of Clinical Neuroscience.* 2011;18(6):755–759. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocn.2010.09.023>.
12. *Baroncini M., Thines L., Reijns N., Schapira S., Vincent C., Lejeune J. P.* Retrosigmoid approach for meningiomas of the cerebellopontine angle: results of surgery and place of additional treatments. *Acta Neurochirurgica.*

- 2011;153(10):1931–1940. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-011-1090-6>.
13. Peraio S., Ebner F., Tatagiba M. Posterior fossa meningioma with invasion of the internal acoustic canal. *Acta Neurochirurgica*. 2018;160(9):1823–1831. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00701-018-3623-8>.
14. Qiao L., Yu C., Zhang H., Zhang M., Qu Y., Ren M., Gu C., Wang H. Clinical outcomes and survival analysis for petroclival meningioma patients receiving surgical resection: An analysis of 176 cases. *Cancer Management and Research*. 2019;(11):5949–5959. Doi: <https://doi.org/10.2147/CMAR.S200932>.
15. Javalkar V., Banerjee A. D., Nanda A. Posterior cranial fossa meningiomas. *Journal of Neurological Surgery. Part B, Skull Base*. 2012;73(01):1–10. Doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1304835>.
16. Pirayesh A., Petrakakis I., Raab P., Polemikos M., Krauss J. K., Nakamura M. Petroclival meningiomas: Magnetic resonance imaging factors predict tumor resectability and clinical outcome. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2016;(147):90–97. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clineuro.2016.06.002>.
17. Pham D., Nguyen A. D., Do T. T. T., Kieu H. D. Surgical outcomes of premeatal and retromeatal cerebellopontine angle meningioma in Vietnam: a single-center prospective cross-sectional study. *Annals of Medicine and Surgery*. 2023;85(5):1626–1632. Doi: <http://dx.doi.org/10.1097/ms9.0000000000000553>.
18. D'Amico R. S., Banu M. A., Petridis P., Bercow A. S., Malone H., Praver M., Wang T. J. C., Isaacson S. R., Sisti M. B. Efficacy and outcomes of facial nerve-sparing treatment approach to cerebellopontine angle meningiomas. *Journal of Neurosurgery*. 2017;127(6):1231–1241. Doi: <http://dx.doi.org/10.3171/2016.10.jns161982>.
19. Куканов К. К., Тастанбеков М. М., Олюшин В. Е. и др. Менингиомы большого затылочного отверстия: обзор литературы и случай из практики // Рес. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2015. Т. 7, № 1. С. 62–72. [Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Olyushin V. E., Pustovoi S. V., Pryanikov M. V. Meningiomas of the foramen magnum: a review of the literature and a case report. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2015;7(1):62–72. (In Russ.). eLIBRARY ID: 41310299. EDN: AYGUHH.
20. Giammattei L., di Russo P., Starnoni D., Passeri T., Bruneau M., Meling T. R., Berhouma M., Cossu G., Cor-
- nelius J. F., Paraskevopoulos D., Zazpe I., Jouanneau E., Cavallo L. M., Benes V., Seifert V., Tatagiba M., Schroeder H. W. S., Goto T., Ohata K., Al-Mefty O., Fukushima T., Messerer M., Daniel R. T., Froelich S. Petroclival meningiomas: update of current treatment and consensus by the EANS skull base section. *Acta Neurochirurgica*. 2021;(163):1639–1663. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-021-04798-z>.
21. Hunter J. B., Weaver K. D., Thompson R. C., Wanna G. B. Petroclival meningiomas. *Otolaryngologic clinics of North America*. 2015;48(3):477–490. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.otc.2015.02.007>.
22. Peyre M., Bozorg-Grayeli A., Rey A., Sterkers O., Kalamardes M. Posterior petrous bone meningiomas: surgical experience in 53 patients and literature review. *Neurosurgical Review*. 2012;(35):53–66. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10143-011-0333-6>.
23. DiLuna M. L., Bulsara K. R. Surgery for Petroclival Meningiomas: A Comprehensive Review of Outcomes in the Skull Base Surgery Era. *Skull Base*. 2010;20(5):337–342. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-0030-1253581>.
24. Куканов К. К., Тастанбеков М. М., Олюшин В. Е. Менингиомы большого затылочного отверстия: результаты хирургического и радиохирургического лечения // Рес. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2016. Т. 8, № 4. С. 26–35. [Kukanov K. K., Tastanbekov M. M., Olyushin V. E. Meningiomas of the foramen magnum: results of surgical and radiosurgical treatment. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2016;8(4):26–35. (In Russ.)]. EDN LJHXLU. eLIBRARY ID: 41235564.
25. Куканов К. К., Ушанов В. В., Забродская Ю. М. и др. Пути персонализации лечения пациентов с рецидивом и продолженным ростом интракраниальных менингиом // Рес. журн. персонализир. мед. 2023. Т. 3, № 3. С. 68–82. [Kukanov K. K., Ushanov V. V., Zabrodskaya Yu. M., Tastanbekov M. M., Vorobeva 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):68–82. (In Russ.)]. Doi: 10.18705/2782-3806-2023-3-3-68.
26. Natarajan S. K., Sekhar L. N., Schessel D., Morita A. Petroclival meningiomas: multimodality treatment and outcomes at long-term follow-up. *Neurosurgery*. 2007;60(6):965–981. Doi: <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000255472.52882.D6>.

## Сведения об авторах

Павел Геннадьевич Руденко – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (г. Красноярск, Россия); врач-нейрохирург Нейрохирургического отделения № 1 Краевой клинической больницы (г. Красноярск, Россия);

Павел Геннадьевич Шнякин – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (г. Красноярск, Россия); руководитель регионального сосудистого центра Краевой клинической больницы (г. Красноярск, Россия); главный нейрохирург Министерства здравоохранения Красноярского края;

Артем Николаевич Наркевич – доктор медицинских наук, проректор по стратегическому развитию, науке и инновациям, профессор кафедры общественного

здравоохранения Южно-Уральского государственного медицинского университета (г. Челябинск, Россия); главный научный сотрудник лаборатории медицинской кибернетики и управления в здравоохранении Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (г. Красноярск, Россия);

Илона Евгеньевна Милехина – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (г. Красноярск, Россия); врач-нейрохирург Краевой клинической больницы (г. Красноярск, Россия);

Марворид Нурсатуллоевна Файзова – клинический ординатор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (г. Красноярск, Россия).

**Information about the authors**

*Pavel G. Rudenko* — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with Postgraduate Education, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (Krasnoyarsk, Russia); Neurosurgeon at the Neurosurgical Department No. 1, Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital (Krasnoyarsk, Russia);

*Pavel G. Shnyakin* — Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, Head at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with Postgraduate Education, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (Krasnoyarsk, Russia); Head at the Regional Vascular Center, Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital (Krasnoyarsk, Russia); Chief Neurosurgeon of the Ministry of Health of the Krasnoyarsk region;

*Artem N. Narkevich* — Dr. of Sci. (Med.), Vice-Rector for Strategic Development, Science and Innovation,

Full Professor at the Department of Public Health and Healthcare, South Ural State Medical University (Chelyabinsk, Russia); Chief Researcher at the Laboratory of Medical Cybernetics and Management in Healthcare, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (Krasnoyarsk, Russia);

*Ilona E. Milehina* — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with Postgraduate Education, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (Krasnoyarsk, Russia); Neurosurgeon, Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital № 1 (Krasnoyarsk, Russia);

*Marvorid N. Fayzova* — Resident at the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with Postgraduate Education, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (Krasnoyarsk, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: GXAWBX

УДК (616.8-089)

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_125



## ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ ВНУТРИМОЗГОВЫХ ГЕМАТОМ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

**Марс Михайлович Ячкуринских<sup>1</sup>**

✉ mars.m1995@mail.ru, orcid.org/0000-0002-2656-8708, SPIN-код: 4271-4602

**Дина Рустемовна Хасанова<sup>1</sup>**

✉ dhasanova@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8825-2346, SPIN-код: 9380-4221

**Валерий Иванович Данилов<sup>1</sup>**

✉ glebda@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-2017-7001, SPIN-код: 3926-6665

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Бутлерова, д. 49, г. Казань, Российская Федерация, 420012)

**Резюме**

**ВВЕДЕНИЕ.** Несмотря на то, что на долю внутримозговых кровоизлияний (ВМК) приходится 10–15 % от всех нарушений мозгового кровообращения, данная форма острых нарушений мозгового кровообращения характеризуется высокой степенью инвалидизации и летальностью, достигающей до 50 %.

**ЦЕЛЬ.** Изучить эпидемиологию гипертензивных внутримозговых кровоизлияний в Республике Татарстан.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В ретроспективное многоцентровое исследование были включены данные пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями из 4 региональных сосудистых центров и 14 первичных сосудистых центров в Республике Татарстан в 2022 г., зарегистрированными с 01.01.2022 по 31.12.2022 у пациентов старше 18 лет.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В исследование были включены 1127 пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями. Медиана возраста составила 64 [56; 72] года. Женщины с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями были старше мужчин, медиана возраста женщин составила 67 [59; 78] лет, у мужчин – 62 [54; 68] года ( $p < 0,05$ ). Доля мужчин составила 56,1 %, женщин – 43,9 %. Наиболее частыми провоцирующими факторами являлись физическая нагрузка и употребление алкоголя. Чаще всего первые симптомы заболевания у пациентов возникали дома (72,5 %). Не принимали на постоянной основе антигипертензивную терапию 58,1 % пациентов с гипертонической болезнью. Мужчины были менее привержены к антигипертензивной терапии. Госпитальная летальность пациентов с ВМК составила 30,6 %.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Полученные в результате исследования эпидемиологические характеристики позволяют сформировать «портрет» пациента с гипертензивным внутримозговым кровоизлиянием в Республике Татарстан, которая является одним из самых многонациональных регионов России.

**Ключевые слова:** геморрагический инсульт, внутримозговые кровоизлияния, эпидемиология инсульта, гипертензия

**Для цитирования:** Ячкуринских М. М., Хасанова Д. Р., Данилов В. И. Эпидемиология гипертензивных внутримозговых гематом в Республике Татарстан // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 125–132. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_125.

## EPIDEMIOLOGY OF HYPERTENSIVE INTRACEREBRAL HEMORRHAGES IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Mars M. Iachkurinskikh<sup>1</sup>**

✉ mars.m1995@mail.ru, orcid.org/0000-0002-2656-8708, SPIN-code: 4271-4602

**Dina R. Khasanova<sup>1</sup>**

✉ dhasanova@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8825-2346, SPIN-code: 9380-4221

**Valerii I. Danilov<sup>1</sup>**

✉ glebda@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-2017-7001, SPIN-code: 3926-6665

<sup>1</sup> Kazan State Medical University (49 Butlerova street, Kazan, Russian Federation, 420012)

**Abstract**

**INTRODUCTION.** Intracerebral hemorrhage accounts for 10–15 % of all strokes and carries very high morbidity and mortality rates of up to 50 %.

**MATERIALS AND METHODS.** A retrospective multicenter study included data from patients with hypertensive intracerebral hemorrhages from 4 regional vascular centers and 14 primary vascular centers in the Republic of Tatarstan in 2022, registered from January 1, 2022, to December 31, 2022, for patients over 18 years of age.

**RESULTS.** The study included 1127 patients with hypertensive intracerebral hemorrhages. The median age was 64 years [56;72]. Women with hypertensive intracerebral hemorrhages were older than men, with a median age of 67 [59; 78] years for women and 62 [54; 68] years for men ( $p<0.05$ ). The proportion of men was 56,1 %, women were 43,9 %. The most common triggering factors were physical exertion and alcohol consumption. Most patients experienced the first symptoms of the disease at home (72,5 %). 58,1% of patients with hypertension did not take antihypertensive therapy regularly. Men were less adherent to antihypertensive therapy. The mortality rate at the time of patient discharge from the hospital was 30,6 %.

**CONCLUSION.** The epidemiological characteristics obtained as a result of the study make it possible to form a «portrait» of a patient with hypertensive intracerebral hemorrhage in the Republic of Tatarstan, which is one of the most multi-ethnic regions of Russia.

**Keywords:** hemorrhagic stroke, intracranial hemorrhages, epidemiology, hypertension

**For citation:** Iachkurinskikh M. M., Khasanova D. R., Danilov V. I. Epidemiology of hypertensive intracerebral hemorrhages in the Republic of Tatarstan. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):125–132. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_125.

## Введение

Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) продолжают оставаться важной медико-социальной проблемой системы здравоохранения любой страны в мире. Несмотря на то, что на долю нетравматических внутримозговых кровоизлияний (НВМК) приходится 10–15 % от всех нарушений мозгового кровообращения, данная форма ОНМК характеризуется высокой степенью инвалидизации и летальностью, достигающей до 50 % [1]. По данным метаанализа 36 исследований, изучавших эпидемиологию НВМК в мире, заболеваемость внутримозговыми кровоизлияниями (ВМК) составляет в среднем 24,6 случая на 100 тысяч населения. При этом наиболее высокая заболеваемость, достигающая 51,8 случая на 100 тысяч населения, наблюдается среди азиатского населения. Летальность пациентов с ВМК в течение 1 месяца в среднем достигает 40,4 %, а наименьший уровень летальности отмечается в Японии и составляет в среднем 16,7 % [2]. Анализ данных заболеваемости различными формами инсульта в Российской Федерации показал, что соотношение ишемического и геморрагического инсульта составляет приблизительно 4:1. Также выявлен неуклонный рост заболеваемости ОНМК, в том числе и нетравматическими внутримозговыми кровоизлияниями [3, 4]. В период с 2010 по 2017 г. число ВМК в Российской Федерации увеличилось с 26,7 до 35,33 случая на 100 тысяч населения [3]. Более детальное изучение эпидемиологии отдельных форм ОНМК позволяет выявлять новые факто-

ры риска, предикторы благоприятного и неблагоприятного исходов заболевания.

**Цель** исследования – изучить эпидемиологию гипертензивных внутримозговых кровоизлияний в Республике Татарстан.

## Материалы и методы

В ретроспективное многоцентровое исследование были включены данные пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями из 4 региональных сосудистых центров и 14 первичных сосудистых центров в Республике Татарстан в 2022 г., зарегистрированными с 01.01.2022 по 31.12.2022 у пациентов старше 18 лет. Критерии включения в исследование: зарегистрированный случай гипертензивной внутримозговой гематомы в период с 01.01.2022 по 31.12.2022, возраст >18 лет. Критерии исключения из исследования: выявление в качестве причины возникновения нетравматической внутримозговой гематомы сосудистых аномалий (разрыв аневризмы, артериовенозной мальформации, кровоизлияние из каверномы и т. д.), кровоизлияния в опухоль, коагулопатии, геморрагические трансформации.

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 3.1.7 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова – Смирнова (при числе исследуемых более 50).

Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывали с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95 %-го доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1; Q3). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью U-критерия Манна – Уитни. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия хи-квадрата Пирсона. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом Казанского государственного медицинского университета 22.11.2022 (протокол заседания № 9).

## Результаты исследования

В Республике Татарстан в 2022 г. зарегистрировано 18 563 случая ОНМК. Число случаев геморрагического инсульта составило 1907 (10,27 %), из них внутримозговых кровоизлияний (и гипертензивных, и вторичных) было 1640 (8,83 %), субарахноидальных кровоизлияний зарегистрировано 267 (1,44 %). На долю гипертензивных внутримозговых гематом в общей структуре нетравматических внутримозговых кровоизлияний пришлось 91,04 %, на долю вторичных внутримозговых кровоизлияний – 8,96 %. В наше исследование были включены 1127 пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями.

Медиана возраста составила 64 [56; 72] года. Женщины с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями были старше мужчин, медиана возраста женщин составила 67 [59; 78] лет, у мужчин медиана возраста составила 62 [54; 68] года ( $p < 0,001$ ). Самым молодым оказался пациент в возрасте 27 лет, самым пожилым – пациент в возрасте 101 года. Пациенты с ВМК в возрасте до 39 лет составили 3,3 %, в возрасте 40–49 лет – 9,8 %, в возрасте 50–59 лет – 20,9 %, в возрасте 60–69 лет – 34,3 %, в возрасте 70–79

лет – 18,4 %, в возрасте 80–89 лет – 11,9 %, в возрасте 90–101 года – 1,4 %. Доля мужчин составила 56,1 %, женщин – 43,9 %.

Медиана времени суток начала инсульта составила 12 [8; 17] часов дня. Медиана времени от момента возникновения первых симптомов до госпитализации составила 180 [90; 480] мин. Были госпитализированы в сосудистый центр менее чем через 4 ч от начала симптомов заболевания 48,8 % пациентов (табл. 1).

**Таблица 1. Время от начала симптомов до госпитализации пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями**

**Table 1. Time between onset of symptoms and hospitalization in the vascular center**

Время от начала симптомов до госпитализации, мин	n (%)	95 % ДИ
Нет данных	222 (19,7)	17,4–22,1
≤60	153 (13,6)	11,6–15,7
61–240	397 (35,2)	32,4–38,1
241–640	165 (14,6)	12,6–16,8
641–1440	107 (9,5)	7,8–11,4
≥1441	83 (7,4)	5,9–9,0

Провоцирующими факторами у пациентов с ВМК являлись физическая нагрузка – 30,5 %, употребление алкоголя – 25 %, стресс – 13,3 %, сон (ночной инсульт) – 15,6 %, ночная работа – 6,2 %, посещение бани/сауны – 5,5 %, предшествующая операция (каротидная эндартерэктомия) – 2,3 %, гемодиализ – 1,6 %. Чаще всего первые симптомы заболевания у пациентов развивались дома – 72,5 %, на улице – в 9,1 %, на работе – 4,8 %, в стационаре – 2,2 %, в дороге – 1,1 %, место возникновения первых симптомов осталось неизвестным в 10,3 % случаев. Сахарный диабет был у 11,3 % пациентов, хроническая болезнь почек стадии С3 и выше была у 3,7 %, фибрилляция предсердий – у 6,6 %, онкологические заболевания в анамнезе или на момент госпитализации – у 3,8 %, аномалии развития сосудов головного мозга вне разрыва – у 1,8 %, пневмония/COVID-19 – у 8,5 %, психические заболевания – у 0,7 %, ВИЧ/СПИД/гепатит В/С – у 1,6 %, эпилепсия в анамнезе – у 1,2 %. Ишемический инсульт в анамнезе был у 11,3 % пациентов, геморрагический инсульт в анамнезе – у 3,2 %. Антикоагулянтную терапию на догоспитальном этапе принимали 4,3 %.

Антигипертензивную терапию при наличии гипертонической болезни (ГБ) не принимали 39,2 % пациентов, принимали лишь при повышении артериального давления (АД) 18,9 %, принимали ежедневно 26,2 %, отрицали наличие артериальной гипертензии (АГ) и не принимали препараты 1,2 %, в 14,6 % случаев лекарственный анамнез остался неизвестным. Мужчины были менее привержены к антигипертензивной терапии: принимали антигипертензивные препараты ежедневно 20,3 %, принимали ситуационно при повышении АД – 16,9 %, не принимали препараты вообще 45,3 %, отрицали АГ и не принимали терапию 1,3 %, лекарственный анамнез остался неизвестным у 16,3 %. Женщины чаще принимали антигипертензивную терапию: ежедневно – 33,7 %, ситуационно при повышении АД – 21,4 %, не принимали вообще – 31,5 %, отрицали АГ и не принимали препараты – 1 %, лекарственный анамнез остался неизвестным у 12,3 %.

Медиана систолического артериального давления (САД) при поступлении пациента в сосудистый центр составила 170 [150; 200] мм рт. ст. Медиана диастолического артериального давления (ДАД) при поступлении пациента в сосудистый центр составила 100 [90; 100] мм рт. ст. Данные об уровне сознания пациентов по шкале комы Глазго (ШКГ) на момент поступления в сосудистый центр приведены в табл. 2.

Госпитальная летальность пациентов с ВМК составила 30,6 %. Были прооперированы

Таблица 2. Уровень сознания пациентов по шкале комы Глазго (ШКГ) при поступлении в сосудистый центр

Table 2. Patient consciousness level on the Glasgow Coma Scale (GCS) at admission

Уровень сознания пациентов по ШКГ при поступлении, баллы	n (%)	95 % ДИ
15	415 (36,8)	34–39,7
14	208 (18,5)	16,2–20,8
13	102 (9,1)	7,4–10,9
12	50 (4,4)	3,3–5,8
11	49 (4,3)	3,2–5,7
10	59 (5,2)	4–6,7
9	38 (3,4)	2,4–4,6
8	47 (4,2)	3,1–5,5
7	31 (2,8)	1,9–3,9
6	60 (5,3)	4,1–6,8
5	29 (2,6)	1,7–3,7
4	21 (1,9)	1,2–2,8
3	18 (1,6)	0,9–2,5

ны 87 (7,7 %) пациентов. Доля эндоскопического метода удаления внутримозговой гематомы составила 32,2 %, открытого метода – 64,4 %, наружный вентрикулярный дренаж и вентрикулоперитонеальное шунтирование выполнены в 3,4 %. Госпитальная летальность в группе хирургического лечения составила 25,3 %. Функциональные исходы пациентов с ВМК на момент выписки в группах хирургического и консервативного лечения приведены в табл. 3.

## Обсуждение

Несмотря на относительно небольшую долю геморрагического инсульта в структуре всех форм острых нарушений мозгового кровообра-

Таблица 3. Функциональные исходы пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями на момент выписки в группах консервативного и хирургического лечения

Table 3. Functional outcomes of patients with hypertensive intracerebral hemorrhages at the time of discharge in the conservative and surgical treatment group

Функциональные исходы пациентов с ВМК на момент выписки	Общая группа (n=1012)		Консервативная группа (n=925)	Хирургическая группа (n=87)	p-value
	n (%)	95 % ДИ			
Рэнкин 1	74 (7,3)	5,8–9,1	74 (8)	–	< 0,001
Рэнкин 2	127 (12,5)	10,6–14,7	124 (13,4)	3 (3,4)	
Рэнкин 3	178 (17,6)	15,3–20,1	170 (18,4)	8 (9,2)	
Рэнкин 4	192 (19)	16,6–21,5	174 (18,8)	18 (20,7)	
Рэнкин 5	131 (12,9)	10,9–15,2	95 (10,3)	36 (41,4)	
Рэнкин 6	310 (30,6)	27,8–33,6	288 (31,1)	22 (25,3)	

Примечание: используемый метод сравнения – хи-квадрат Пирсона.

щения (по данным литературы, 10–15 %) [5], летальность является самой высокой и достигает 50 % [1]. Заболеваемость внутримозговыми кровоизлияниями в различных странах отличается, составляя в среднем 24,6–29,9 случая на 100 тысяч населения [2, 6]. В регионах России заболеваемость ВМК (на 100 тысяч населения) варьирует от 11,96 в Томской области до 108,91 случая в Чеченской Республике. В среднем по России этот показатель в 2017 г. составил 35,33 на 100 тысяч населения. В Республике Татарстан заболеваемость ВМК с 2013 по 2017 г. увеличилась с 35,5 до 36,14 случая на 100 тысяч населения. Рост показателя заболеваемости ВМК связан с улучшением диагностики и верификации ОНМК, 100 %-й госпитализацией пациентов с ОНМК в Республике Татарстан, а также с увеличением доли лиц пожилого возраста. Некоторые авторы связывают рост заболеваемости ВМК с увеличением доли лиц, принимающих антикоагулянтную терапию. В нашем исследовании доля таких пациентов составила 4,3 %, что меньше, чем по данным других исследований, в которых доля лиц, принимающих антикоагулянтную терапию, составляла 5–26,9 % [7, 8].

Гипертензивные внутримозговые кровоизлияния характерны для взрослого населения и, по данным литературы, чаще встречаются в возрасте старше 60 лет [9]. В первую очередь, это связано с тем, что заболеваемость гипертонической болезнью, которая является основным фактором риска, ежегодно растет и выявляется не менее чем у 60–70 % лиц старше 60 лет [10, 11]. Увеличение продолжительности жизни также способствует росту доли лиц с сопутствующими заболеваниями, среди которых доминирует гипертоническая болезнь. Полученные в нашем исследовании результаты подтверждают данные литературы, и доля лиц с ВМК в возрасте 60–69 лет является наибольшей, составляя 34,3 %.

Приверженность пациентов к антигипертензивной терапии, к сожалению, остается низкой. Более половины пациентов не принимают на постоянной основе антигипертензивную терапию, лишь примерно каждый 4-й принимает антигипертензивную терапию ежедневно [12]. Большинство исследований указывают на

то, что у мужчин ВМК встречаются чаще, чем у женщин [2, 9, 13]. Такая тенденция отмечается и по нашим данным и, может быть, связана с тем, что приверженность к АГ терапии у мужчин ниже, чем у женщин. По нашим данным и по данным литературы [12], комплаентность к антигипертензивной терапии у мужчин ниже, чем у женщин, что говорит о необходимости дополнительных превентивных мероприятий, направленных на профилактику данного заболевания.

По данным литературы, время от момента возникновения симптомов до госпитализации в специализированное лечебное учреждение пациентов с ВМК в среднем составляет от 105 до 375 мин [14–17], что сопоставимо с нашими данными (Ме 180 [90; 480] мин) и отражает адекватность существующей маршрутизации пациентов с ОНМК в сосудистые центры в Республике Татарстан. Исходы у пациентов с ВМК, которые доставлены в лечебное учреждение в течение первого часа от начала симптомов, лучше, чем у тех, кто доставлен позже [18]. По нашим данным, в Республике Татарстан в 2022 г. 13,6 % пациентов с ВМК были доставлены в сосудистый центр в течение 1 ч после появления первых симптомов, 35,2 % пациентов были доставлены в промежутке времени от 1 до 4 ч. В нашем исследовании не изучалось время от момента обращения за медицинской помощью (время вызова скорой медицинской помощи) до госпитализации в сосудистый центр.

Наиболее частыми провоцирующими факторами возникновения ВМК являлись физическая нагрузка и прием алкоголя. У подавляющего большинства пациентов (72,5 %) первые симптомы заболевания отмечались дома и, в случае провоцирующего фактора в виде физической нагрузки, возникали во время уборки снега зимой, работы в огороде летом, при подъеме тяжести и т. п. Помимо этого, по данным литературы, факторами риска являются курение, употребление наркотических средств, гипохолестеринемия, однако в нашем исследовании данных для оценки этих факторов риска было недостаточно.

Хирургическому лечению были подвергнуты 7,7 % пациентов, включенных в исследование.

Часть пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями не были включены в исследование из-за того, что медицинская документация на момент сбора данных была недоступна (истории болезней были в патолого-анатомических отделениях и в бюро судебно-медицинской экспертизы, были на проверке страховых организаций и др.). В связи с этим среди указанных невключенных пациентов могут быть, в том числе, и пациенты, которые были прооперированы, и доля хирургического лечения в Республике Татарстан может быть выше.

За последние несколько десятилетий заболеваемость первичными ВМК в развитых странах не меняется, летальность пациентов при этом, по данным литературы, остается высокой и составляет от 12 до 51,8 % [9, 19–22]. Госпитальная летальность пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями в Республике Татарстан в 2022 г. оказалась меньше, чем в среднем по данным мировой литературы (32,4 %) [23] и по России (41,1 %) [3], и составила 30,6 %.

Снижение летальности пациентов с гипертензивными внутримозговыми кровоизлияниями связано с реализацией в Республике Татарстан системного подхода и четкой маршрутизации пациентов в сосудистые центры и нейрохирургические отделения (при наличии показаний к операции).

2022 год является «постковидным», и полученные в результате исследования показатели могут быть измененными, что может быть связано с особенностями «постковидного периода», которые требуют дополнительных исследований.

Продолжающиеся исследования новых подходов к лечению пациентов с ВМК, включающие в себя прогностические биомаркеры, первичную профилактику, ультрааранную гемостатическую терапию, перигематомную защиту от воспалительного поражения головного мозга и использование минимально инвазивной хирургии [24], могут в будущем разрешить существующие сложности в лечении данной категории пациентов.

## Заключение

В различных регионах существуют свои эпидемиологические особенности гипертен-

зивных внутримозговых кровоизлияний, связанные с расовой и этнической принадлежностью, культурой, уровнем жизни и оптимальной работой системы здравоохранения. Полученные в результате исследования эпидемиологические характеристики позволяют сформировать «портрет» пациента с гипертензивным внутримозговым кровоизлиянием в Республике Татарстан, которая является одним из самых многонациональных регионов России.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

- Хирургия геморрагического инсульта / В. В. Крылов, В. Г. Дашиян, С. А. Буров, С. С. Петриков. М.: Медицина, 2012. [Krylov V. V., Dash'yan V. G., Burov S. A., Petrikov S. S. Khirurgiya gemorragicheskogo insul'ta. Moscow: Meditsina; 2012. (In Russ.).] EDN: QMCOFP
- van Asch C. J., Luitse M. J., Rinkel G. J., van der Tweel I., Algra A., Klijn C. J. Incidence, case fatality, and functional outcome of intracerebral haemorrhage over time, according to age, sex, and ethnic origin: a systematic review and meta-analysis. Lancet Neurol. 2010;9(2):167–176. Doi: 10.1016/S1474-4422(09)70340-0
- Мачинский П. А., Плотникова Н. А., Ульянкин В. Е. и др. Сравнительная характеристика показателей заболеваемости ишемическим и геморрагическим инсультом в России // Известия высших учебных завед. Поволжский регион. Мед. науки. 2019. № 2 (50). С. 112–132. [Machinskii P. A., Plotnikova N. A., Ul'yanikin V. E., Rybakov A. G., Makeev D. A. Comparative characteristics of the ischemic and hemorrhagic stroke morbidity indicators in Russia. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Meditsinskie nauki. 2019;2(50):112–132. (In Russ.).] Doi: 10.21685/2072-3032-2019-2-11. EDN: PEMOIJ.
- Гуляев Д. А., Святочевский П. А., Самочерных К. А. и др. Эпидемиология церебрального инсульта в Чувашской Республике // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2022. Т. 14, № 3. С. 11–16. [Gulyaev D. A., Svyatochevsky P. A., Samochernykh K. A., Antonova I. V., Kaurova T. A. Epidemiology of cerebral stroke in the Chuvash Republic. Russian neurosurgical journal named

- after professor A. L. Poleno. 2022;14(3):11–16. (In Russ.). Doi: 10.56618/20712693\_2022\_14\_3\_11. EDN: DVJKPZ.
5. Tu W. J., Wang L. D., Special Writing Group of China Stroke Surveillance Report. China stroke surveillance report 2021. Military Medical Research. 2023;10(1):33. Doi: 10.1186/s40779-023-00463-x.
  6. Wang S., Zou X. L., Wu L. X., Zhou H. F., Xiao L., Yao T., Zhang Y., Ma J., Zeng Y., Zhang L. Epidemiology of intracerebral hemorrhage: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in neurology. 2022;(13):915813. Doi: 10.3389/fneur.2022.915813
  7. Tweiten A., Ljostad U., Mygland A., Thomassen L., Pripp A. H., Naess H. Intracerebral hemorrhage in southern Norway – a hospital-based incidence study. European neurology. 2012;67(4):240–245. Doi: 10.1159/000336299.
  8. Flaherty M. L., Kissela B., Woo D., Kleindorfer D., Alwell K., Sekar P., Moomaw C. J., Haverbusch M., Broderick J. P. The increasing incidence of anticoagulant-associated intracerebral hemorrhage. Neurology. 2007;68(2):116–121. Doi: 10.1212/01.wnl.0000250340.05202.8b.
  9. Hu Y. Z., Wang J. W., Luo B. Y. Epidemiological and clinical characteristics of 266 cases of intracerebral hemorrhage in Hangzhou, China. Journal of Zhejiang University. Science B. 2013;14(6):496–504. Doi: 10.1631/jzus.B1200332.
  10. Молов Б. А. Анализ заболеваемости и оценка профилактики гипертонической болезни у лиц трудоспособного возраста за рубежом, в России и по Санкт-Петербургу // Известия Рос. военно-мед. академии. 2019. Т. 38, № S1-2. С. 14–17. [Molov B. A. Analiz zabolеваemosti i otsenka profilaktiki gipertoniceskoi bolezni u lits trudospособnogo vozrasta za rubezhom, v Rossii i po Sankt-Peterburgu. Izvestiya Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii. 2019;38(S1-2):14–17 (In Russ.)]. EDN: ZYKLZB.
  11. Рахимов Н. О., Рахимов Х. Дж., Рахимов Н. О. и др. Современные подходы и опыт хирургического лечения нетравматических внутричерепных кровоизлияний // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2023. Т. 15, № 1. С. 56–62. [Rakhimov N. O., Rakhimov Kh. J., Rakhimov N. O., Berdiev R. N., Shovev S. N., Holmatov M. B. Modern approaches and experiences of surgical treatment of non-traumatic intracranial hematomas. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2023;15(1):56–62. (In Russ.)]. Doi: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_1-56.
  12. Wan Y., Guo H., Shen J., Chen S., Li M., Xia Y., Zhang L., Sun Z., Chen X., Chang J., Wang D., He Q., Hu B. Association Between Preexisting Anti-hypertensive Treatment and Intracerebral Hemorrhage Mortality: A Cohort Study From CHEERY. Frontiers in neurology. 2022;(13):794080. Doi: 10.3389/fneur.2022.794080.
  13. Roquer J., Rodriguez-Campello A., Jiménez-Conde J., Cuadrado-Godínez E., Giralt-Steinhauer E., Vivanco Hidalgo R. M., Soriano C., Ois A. Sex-related differences in primary intracerebral hemorrhage. Neurology. 2016;87(3):257–262. Doi: 10.1212/WNL.0000000000002792.
  14. Huttner H. B., Kohrmann M., Tognoni E., Juttler E., Richter G., Dorfler A., Reulbach U., Bassemir T., Staykov D., Bardutzky J., Schellinger P. D., Schwab S. Clinical severity predicts time to hospital admission in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage. Cerebrovascular diseases. 2008;25(6):533–538. Doi: 10.1159/000131671.
  15. Kim D. G., Kim Y. J., Shin S. D., Song K. J., Lee E. J., Lee Y. J., Hong K. J., Park J. O., Ro Y. S., Park Y. M. Effect of emergency medical service use on time interval from symptom onset to hospital admission for definitive care among patients with intracerebral hemorrhage: a multicenter observational study. Clinical and experimental emergency medicine. 2017;4(3):168–177. Doi: 10.15441/ceem.16.147.
  16. Ruiz-Sandoval J. L., Aceves-Montoya J., Chique E., López-Valencia G., Lara-López A., Sánchez-González M., Jiménez-Ruiz A., Barinagarrementeria F., Murillo-Bonilla L., Arauz-Góngora A., Flores-Silva F. D., Cantú-Brito C. Hospital Arrival and Functional Outcome after Intracerebral Hemorrhage. Revista de investigacion clinica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutricion. 2022;74(1):51–60. Doi: 10.24875/RIC.21000471.
  17. Anderson C. S., Heeley E., Huang Y., Wang J., Staph C., Delcourt C., Lindley R., Robinson T., Lavados P., Neal B., Hata J., Arima H., Parsons M., Li Y., Wang J., Heritier S., Li Q., Woodward M., Simes R. J., Davis S. M., Chalmers J.; INTERACT2 Investigators. Rapid blood-pressure lowering in patients with acute intracerebral hemorrhage. The New England journal of medicine. 2013;368(25):2355–2365. Doi: 10.1056/NEJMoa1214609.
  18. Akram M. J., Lv X., Deng L., Li Z., Yang T., Yin H., Wu X., Pu M., Chen C., Zhao L., Li Q. Off-Hour Admission Is Associated with Poor Outcome in Patients with Intracerebral Hemorrhage. Journal of clinical medicine. 2022;12(1):66. Doi: 10.3390/jcm12010066.
  19. Gokhale S., Caplan L. R., James M. L. Sex differences in incidence, pathophysiology, and outcome of primary intracerebral hemorrhage. Stroke. 2015;46(3):886–892. Doi: 10.1161/STROKEAHA.114.007682.
  20. Zahuranec D. B., Lisabeth L. D., Sánchez B. N., Smith M. A., Brown D. L., García N. M., Skolarus L. E., Meurer W. J., Burke J. F., Adelman E. E., Morgenstern L. B. Intracerebral hemorrhage mortality is not changing despite declining incidence. Neurology. 2014;82(24):2180–2186. Doi: 10.1212/WNL.0000000000000519.
  21. Flaherty M. L., Haverbusch M., Sekar P., Kissela B., Kleindorfer D., Moomaw C. J., Sauerbeck L., Schneider A., Broderick J. P., Woo D. Long-term mortality after intracerebral hemorrhage. Neurology. 2006;66(8):1182–1186. Doi: 10.1212/01.wnl.00000208400.08722.7c.
  22. Jolink W. M., Klijn C. J., Brouwers P. J., Kappelle L. J., Vaartjes I. Time trends in incidence, case fatality, and mortality of intracerebral hemorrhage. Neurology. 2015;85(15):1318–1324. Doi: 10.1212/WNL.0000000000002015.
  23. Fernando S. M., Qureshi D., Talarico R., Tanuseputro P., Dowlatshahi D., Sood M. M., Smith E. E., Hill M. D., McCredie V. A., Scales D. C., English S. W., Rochwerg B., Kyeremanteng K. Intracerebral Hemorrhage Incidence, Mortality, and Association With Oral Anticoagulation Use: A Population Study. Stroke. 2021;52(5):1673–1681. Doi: 10.1161/STROKEAHA.120.032550.
  24. Magid-Bernstein J., Girard R., Polster S., Srinath A., Romanos S., Awad I. A., Sansing L. H. Cerebral Hemorrhage: Pathophysiology, Treatment, and Future Directions. Circulation research. 2022;130(8):1204–1229. Doi: 10.1161/CIRCRESAHA.121.319949.

### Сведения об авторах

Марс Михайлович Ячкуринских – аспирант, ассистент кафедры нейрохирургии Казанского государственного медицинского университета (г. Казань, Россия);  
 Дина Рустемовна Хасанова – доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии Казанского государственного медицинского университета (г. Казань, Рос-

сия); главный внештатный ангионевролог Приволжского федерального округа;

Валерий Иванович Данилов – доктор медицинских наук, профессор кафедры нейрохирургии Казанского государственного медицинского университета (г. Казань, Россия).

**Information about the authors**

*Mars M. Iachkurinskikh* – Postgraduate Student, Assistant at the Department of Neurosurgery, Kazan State Medical University (Kazan, Russia);  
*Dina R. Khasanova* – Dr. of Sci. (Med.), Professor at the Department of Neurology, Kazan State Medical University

(Kazan, Russia); Chief Non-Staff Angioneurologist of the Volga Federal District;  
*Valerii I. Danilov* – Dr. of Sci. (Med.), Professor at the Department of Neurosurgery, Kazan State Medical University (Kazan, Russia).

*Принята к публикации 26.08.2024*

*Accepted 26.08.2024*

EDN: GRWUMX

УДК 617.5

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_133



## РАНЕНИЕ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ ПЕРЕДНЕЙ ХИРУРГИИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР)

**Давид Вячеславович Бирагов<sup>1</sup>**

✉ davidsbir@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-8272-7091, SPIN-код: 6780-0120

**Дмитрий Александрович Гуляев<sup>2</sup>**

gulyaevd@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5509-5612, SPIN-код: 1612-8261

**Денис Сергеевич Годанюк<sup>2</sup>**

dsg77@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2154-2493, SPIN-код: 7449-1824

**Юрий Юрьевич Поляков<sup>1</sup>**

✉ iuropolyakov@rniito.ru, orcid.org/0000-0001-9328-218X, SPIN-код: 6347-1537

**Рамин Масуддинович Шарифов<sup>1</sup>**

ramin.neuro@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-3219-1565, SPIN-код: 8163-2814

**Тимур Сергеевич Алдатов<sup>3</sup>**

aldatov.t@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3148-0065

**Константин Викторович Жданович<sup>1</sup>**

zhdanovich.neuro@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0237-4351, SPIN-код: 6282-7245

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Академика Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 195427)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197341)

<sup>3</sup> ООО «АВА-ПЕТЕР» (Литейный пр., д. 55А, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 191014)

### Резюме

В качестве материала для обзора литературы использовано 29 источников, опубликованных с 1982 по 2023 г. В качестве ресурсов использовали базы данных PubMed и Google Scholar с запросами по медицинской тематике для терминов «vertebral artery injury», «complication in cervical spine surgery», «vertebral artery anomalies», наиболее удовлетворяющими критериям поиска, опубликованными на английском языке. Ограничения по уровню доказательности не устанавливались. Освещены вопросы этиологии, эпидемиологии, клинической картины, а также различные методы хирургического лечения повреждения позвоночной артерии (ПА).

**Целью** обзора литературы является освещение проблемы повреждения позвоночной артерии при передней хирургии шейного отдела позвоночника на основе литературных данных.

Несмотря на широкое внедрение в повседневную практику передовых методов нейровизуализации, используемых в планировании хирургического лечения шейного отдела позвоночника (ШОП), проблема повреждения позвоночной артерии при передней хирургии ШОП остается открытой, и оно может привести к фатальному исходу. Несмотря на наличие различных методов лечения данной патологии, исключительно важной является профилактика повреждения ПА путем тщательного предоперационного планирования.

**Ключевые слова:** передняя хирургия позвоночника, позвоночная артерия, повреждение позвоночной артерии, шейная дисцектомия

**Для цитирования:** Бирагов Д. В., Гуляев Д. А., Годанюк Д. С., Поляков Ю. Ю., Шарифов Р. М., Алдатов Т. С., Жданович К. В. Ранение позвоночной артерии при передней хирургии шейного отдела позвоночника (обзор) // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 133–140. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_133.

## VERTEBRAL ARTERY INJURY DURING ANTERIOR CERVICAL SPINE SURGERY (REVIEW)

**David V. Biragov<sup>1</sup>**

✉ davidsbir@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-8272-7091, SPIN-code: 6780-0120

**Dmitry A. Gulyaev<sup>2</sup>**

gulyaev@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5509-5612, SPIN-code: 1612-8261

**Denis S. Godanyuk<sup>2</sup>**

dsg77@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2154-2493, SPIN-code: 7449-1824

**Yuri Yu. Polyakov<sup>1</sup>**

uupolyakov@rniito.ru, orcid.org/0000-0001-9328-218X, SPIN-code: 6347-1537

**Ramin M. Sharifov<sup>1</sup>**

ramin.neuro@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-3219-1565, SPIN-code: 8163-2814

**Timur S. Aldatov<sup>3</sup>**

aldatov.t@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3148-0065

**Konstantin V. Zhdanovich<sup>1</sup>**

zhdanovich.neuro@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0237-4351, SPIN-code: 6282-7245

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden (8 Academician Baykova street, St. Petersburg, Russian Federation, 195427)<sup>2</sup> V. A. Almazov National Medical Research Center (2 Akkuratova street, St. Petersburg, Russian Federation, 197341)<sup>3</sup> ООО «AVA-PETER» (55A Liteyny pr., St. Petersburg, Russian Federation, 191014)

## Abstract

29 literature sources from 1982 to 2023 were used as a literature review. PubMed and Google Scholar databases were used as resources using queries on medical topics for the terms «vertebral artery injury, complication in cervical spine surgery, vertebral artery anomalies» that are most suitable for search criteria published in English language. There were no evidence level restrictions. The issues of etiology, epidemiology, clinical presentation, as well as various surgical treatment methods of VA damage are highlighted.

The aim of this literature review is to highlight the problem of vertebral artery injury in anterior cervical spine surgery based on the literature data.

Despite the presence of advanced neuroimaging techniques used in surgical treatment planning, the problem of vertebral artery damage in anterior cervical spine surgery remains unsolved and can lead to a fatal consequences. Taken into account various methods of VAI treatment, prevention by careful preoperative planning remains preferable

**Keywords:** anterior spine surgery, vertebral artery, vertebral artery injury, cervical discectomy

**For citation:** Biragov D. V., Gulyaev D. A., Godanyuk D. S., Polyakov Yu. Yu., Sharifov R. M., Aldatov T. S., Zhdanovich K. V. *Vertebral artery injury during anterior cervical spine surgery (review)*. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):133–140. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_133.

## Введение

Передний доступ к шейному отделу позвоночника был впервые описан в 1950-х гг. Кловардом, Робинсоном и Смитом и получил широкое применение в хирургии шейного отдела позвоночника (ШОП). Из-за близости расположения критически важных анатомических структур передний доступ в хирургии ШОП потенциально сопряжен с широким диапазоном осложнений, включая повреждение крупных сосудов, в частности, позвоночной артерии (ПА) [1]. V2-сегмент позвоночной артерии характеризуется вариабельностью уровня вхождения в отверстия поперечных отростков позвонков, а также формированием изгибов и петель. Интраоперационное повреждение ПА при таком доступе встречается редко, но потенциально возможно [2–8]. Частота повреждения ПА,

по данным различных источников, вариабельна и не превышает 3 % [9–12], тогда как частота возникновения аномалий позвоночной артерии встречается в 2 % случаев [2]. При выраженной дегенерации шейного отдела позвоночника позвоночная артерия может приобретать извилистую форму, что предрасполагает к не-преднамеренной интраоперационной травме [13, 14]. N. Wakao et al. проанализировали данные компьютерно-томографической ангиографии (КТА) в группе из 1054 человек. КТА выполнялась на предмет различных нозологических форм. В исследовании наличие медиальной петли ПА отмечалось в 1 % [10]. В большинстве случаев интраоперационное ППА сопровождается внезапным, непульсирующим, обильным ярко-красным кровотечением, которое отличается от кровотечения из костной

ткани, так же, как и от повреждения окружающего венозного сплетения. Клиническая картина может быть представлена признаками нарушения мозгового кровообращения в вертебробазилярном бассейне (ВББ), нарушением сознания, артериальной гипотензией, геморрагическим шоком, также возможен летальный исход [15, 16]. Клиническая картина ППА может развиваться как моментально, так и отсрочено. Однако зачастую такая патология может протекать бессимптомно [3]. Частота смертности, по данным различных источников, достигает 7,22 % [4]. В случае повреждения ПА первостепенной задачей является остановка кровотечения, контроль гемостаза путем прямой тампонады поврежденного сегмента с применением гемостатических средств, в последующем – выполнение микрохирургического ушивания дефекта, легирорование либо наложение анастомоза. В случае купирования кровотечения прямой тампонадой необходимым становится выполнение контрольной ангиографии, так как данный метод лечения сопряжен с риском возникновения псевдоаневризм. В раннем послеоперационном периоде также необходима медикаментозная профилактика возникновения ишемии головного мозга, также контроль возможного образования псевдоаневризм [17–22].

ППА является редким, но в ряде случаев смертельным осложнением. В связи с чем необходимо иметь в виду, что клинические проявления могут возникнуть как в интраоперационном, так и в послеоперационном периоде, независимо от типа хирургического доступа (переднего или заднего). Профилактика – лучшая стратегия при любом ятрогенном ППА, которая включает в себя оценку состояния сосудистой стенки, выявление анатомических аномалий. И, конечно же, надлежащее планирование операции и тщательный мониторинг в periоперационном и послеоперационном периодах [5].

### Методика написания обзора

Поиск литературных данных производился по электронным базам данных PubMed и Google Scholar с использованием запросов по медицинской тематике для терминов «vertebral

artery injury», «complication in cervical spine surgery», «vertebral artery anomalies». В исследование были включены источники, опубликованные с января 2013 г. по август 2023 г. Критерием исключения был факт опубликования ранее 2013 г. По результатам поиска проанализировано 117 статей с 2013 по 2023 г., из которых отобрано 17 статей, наиболее удовлетворяющих критериям запроса, опубликованных на английском и русском языках. Обзор включает в себя ретроспективные исследования и клинические примеры. Ограничения по уровню доказательности не устанавливались. Освещены вопросы этиологии, эпидемиологии, клинической картины, а также различные методы хирургического лечения повреждения ПА.

Учитывая наличие передовых методов нейровизуализации, используемых в планировании хирургического лечения патологии ШОП, проблема повреждения позвоночной артерии при передней хирургии ШОП остается открытой. Несмотря на наличие различных методов лечения данной патологии, предпочтительной остается профилактика повреждения ПА путем тщательного предоперационного планирования.

### Результаты исследования

**Эпидемиология.** По данным Q. Guan et al., проводивших метаанализ ППА с 1980 по 2017 г., в большинстве публикаций ППА ассоциировано с выполнением переднего доступа к ШОП [12]. Наиболее часто интраоперационное ППА происходит при работе с высокооборотным бором и микроинструментарием. Среди других причин могут иметь место тракция мягких тканей, удаление оссифицированной задней продольной связки, работа коагулятором вблизи ПА, также как результат манипуляций, выполняемых непосредственно на ПА [2–8]. В рамках изучения данной патологии M. Turgut et al. провели анализ литературы с 1962 по 2021 г. Работа включила в себя 72 статьи, описывающие 194 клинических наблюдения повреждения сосудистых структур как при переднем, так и при заднем доступе к ШОП [3]. ПА явились наиболее часто повреждаемой структурой (86,6 %). Такую форму повреждения, как разрыв ПА, авторы отмечают в 41,24 % случаев. У 16 пациентов на-

блюдалось аномальное строение ПА [3]. К аналогичным выводам пришли W. B. Lo et al. [16]. В своем ретроспективном исследовании J. Godil et al., используя базу данных PearlDiver, описали 26 126 случаев выполнения корпэктомии на уровне ШОП, выполненных с 2010 по 2017 г. ППА отмечалось у 78 пациентов, что составило 0,3 %. В 11 (14 %) случаях ППА осложнилось острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК). Анализ факторов риска отобразил наибольшую частоту ППА среди лиц мужского пола, а также пациентов молодой возрастной группы ( $t = -11,5$ ;  $P < 0,0001$  и  $t = 3,8$ ;  $P = 0,0001$ ). По данным мультицентрового исследования «AO Spine North American Clinical Research Network» с 1 января 2005 г. по 31 декабря 2011 г., включившего в себя 16 582 исследуемого, ППА наблюдалось у 14 пациентов. В 7 случаях ППА отмечалось при переднем доступе, в 3 случаях – при заднем и в 4 – при комбинированном. Средний возраст пациентов с ППА составил 59 ( $\pm 10$ ) лет, частота возникновения превалировала в женской популяции (78,6 %). Выписаны без неврологического дефицита 13 (92,86 %) из 14 пациентов. В 50 % ППА имелись КТ-признаки аномалии ПА [17]. По данным опроса членов «Cervical Spine Research Society (CSRS)» (опрошены 141 из 195) за период хирургической деятельности по весну 2012 г., выполнивших в общем количестве 163 324 операции, частота ППА составила 0,07 % ( $n = 111$ ). В 23,4 % – при выполнении корпэктомии, в 9 % – при дисцектомии, и в 7 % – в период скелетизации. Из 111 пациентов аномальный ход ПА встречался у 22. Среди хирургов, выполнивших за время хирургической деятельности 300 и менее операций (как передним, так и задним доступом), частота ППА составила 0,33 %. Среди специалистов, выполнивших более 300 операций, ППА наблюдалось в 0,06 %. Частота аномалий ПА значительно выше среди пациентов с наличием ревматоидного артрита (РА), чем среди здоровых людей (34 и 2 % соответственно). По данным Q. Guan et al., в условиях РА возможно возникновение рубцовых изменений адвентиции ПА, что повышает риск повреждения ПА при выполнении хирургического доступа. Инфекционные заболевания ШОП также способствуют возникновению эрозий ПА [2].

**Клиническая картина.** Клиническая симптоматика может появиться как в остром, так и в отдаленном послеоперационном периоде и может возникнуть в результате разрыва сформировавшихся псевдоаневризм, тромбоза, эмболии, либо при формировании артериовенозных fistул [9]. Неврологический дефицит, возникающий при ППА, представлен гемодинамическими нарушениями задних отделов Вилизиева круга и задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) [3, 16].

По данным J. Godil et al., показатель смертности после ППА (при выполнении корпэктомии) в течение первого года составляет 14 % [12], что существенно отличается от смертности среди пациентов без ППА (4 %). По данным D. J. Lunardini et al., при прямой тампонаде в случае ППА быстро возникающий неврологический дефицит встречается в 5,5 %, в отдаленном периоде – в 90 %, и летальный исход – в 4,5 % [5].

**Интраоперационное повреждение ПА.** ППА возникает чаще на уровне V1–V2-сегментов, при чрезмерной латеральной резекции бором, удалении межпозвонкового диска, при мальпозиции винтов, фиксирующих цервикальную пластину. Также возникает при работе с микропрепараторами, среди прочих факторов ППА – работа с зондом для оценки латеральных отделов позвоночного канала и длительная гиперэкстензия шеи [2, 11, 16–22]. Интраоперационная картина представлена внезапным обильным, не пульсирующим кровоизлиянием, отличающим его от кровотечения из кости или венозного сплетения [3].

**Лечение.** Единой общепринятой тактики лечения ППА не существует [3]. Основные интраоперационные задачи в момент повреждения – остановка кровотечения и профилактика острого нарушения мозгового кровообращения и острой компрессии спинного мозга. Остановка кровотечения выполняется несколькими способами: прямая тампонада с использованием гемостатических компонентов, наложение сосудистого шва, наложение анестомоза, либо перевязка (клипирование) поврежденного сегмента ПА. Сосудистый шов является предпочтительным методом. При попытке остановки кровотечения необходи-

мо убедиться, что голова пациента находится в нейтральном положении, так как экстензия и ротация ШОП могут спровоцировать окклюзию контрлатеральной ПА. В зависимости от места повреждения ПА «крупные» фрагменты гемостатического материала в комбинации с пальцевым давлением могут служить эффективным способом контроля кровотечения. Применять небольшие фрагменты гемостатического материала не рекомендуется, так как они могут служить причиной эмболии. Прибегая к сосудистому шву, первым делом выполняется проксимальный и дистальный контроль путем вскрытия канала ПА уровнем выше и ниже повреждения [3, 6, 9, 14]. После тщательной визуализации ПА выполняется временное клипирование проксимально и дистально от места повреждения, с последующим выполнением сосудистого шва (Пролен 7-0, либо 8-0). Перед завершением ушивания поврежденного участка с целью профилактики воздушной эмболии, а также распространения тромбов временные клипсы удаляются. При отсутствии возможности наложить сосудистый шов можно прибегнуть к формированию обходного анастомоза, либо выполнить перевязку артерии. Перевязка ПА является наиболее радикальным способом остановки кровотечения и минимизирует риск повторного кровоизлияния. Рекомендуется выполнять лишь в условиях хорошего ретроградного тока, говорящего хирургу о достаточном коллатеральном кровотоке. Однако применение данного метода крайне нежелательно, так как частота неврологических осложнений при его выполнении достигает 43 %. Также данная методика сопровождается возникновением риска повреждения нервных корешков. Выполнять перевязку ПА следует как проксимальнее, так и дистальнее уровня повреждения. В случае перевязки лишь проксимального участка вероятен риск возникновения псевдоаневризм, артериовенозных фистул и, как следствие, отсроченной эмболии ПА. Особое внимание следует уделять при планировании перевязки левой ПА, так как, по данным Н. J. Yi et al., более чем в 50 % популяции левая ПА является доминантной и в 25 % – кодоминантной. Также, по данным авторов, риск возникновения

инфаркта ствола головного мозга при окклюзии левой ПА составляет 3,1 %, тогда как при повреждении правой – ПА 1,8 %. Общая летальность составляет 12–14 % [3, 9, 12].

В условиях слабого ретроградного тока, а также при отсутствии возможности ушивания поврежденной сосудистой стенки показано наложение анастомоза.

Такой метод остановки кровотечения, как тампонада, – далеко не самый эффективный и может нести за собой множество осложнений. Пациентам, которым была выполнена тампонада ППА в послеоперационном периоде, необходимы антитромбоцитарная терапия, динамическое выполнение КТ-ангиографии [12]. Частота формирования псевдоаневризм, по данным Q. Guan et al., составляет 48 %. Однако, несмотря на все недостатки, метод остается широко используемым [5].

Важным фактором при выборе тактики лечения является гемодинамический статус пациента. В условиях гемодинамической нестабильности целесообразно использовать методы, требующие меньшего времени для выполнения [2, 3, 6, 9].

Современные возможности эндоваскулярной хирургии значительно облегчают решение данной задачи. Стандартная ангиография позволяет определить механизм, локализацию ППА, а также состояние билатерального и коллатерального кровотоков. Однако срочная ангиография в условиях ППА в большинстве стационаров является трудновыполнимой. Эмболизация ППА в условиях достаточного коллатерального кровотока в ряде случаев может являться методом выбора и, по принципу лигирования, должна выполняться выше и ниже уровня повреждения. Установка поток-направляющих стентов также может быть применима при ППА, однако, ввиду своей ригидности, такие стенты применимы лишь на уровне V1-, V2-сегментов, где ПА менее извилиста. Стенты для ангиопластики применимы лишь при формировании псевдоаневризм, либо диссекции ПА в условиях отсутствия кровотечения. Устранение артериовенозных фистул возможно трансартериально, либо трансвенозно с использованием спиралей, изобутилцианоакрилатом, никсом [2, 3].

**Профилактика.** Ход ПА вариабелен и зачастую извилистый. ПА может в значительной степени отклоняться медиально и латерально, создавая дополнительные сложности при выполнении как переднего, так и заднего доступа к ШОП. На этапе предоперационного планирования в случае изменения морфологии поперечных отростков целесообразно визуализировать ПА, используя КТА [2, 13]. Выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) с целью визуализации ПА малоинформативно [15]. Оценка ширины позвоночного канала может в дополнительной степени нивелировать риск ППА. В субаксиальных сегментах, как правило, составляет 13–14,5 мм. Средние значения расстояниями между фротиимальными отверстиями увеличиваются от уровня С3 к С6, в связи с чем широкая декомпрессия наиболее безопасна в нижних сегментах ШОП. При наличии аномалии ПА следует избегать агрессивной резекции унковертебральных сочленений. Важной составляющей также является правильное использование операционного микроскопа. Малейшее изменение угла атаки может послужить выполнению асимметричной декомпрессии, что увеличивает риск ППА. Важной является симметричная и стабильная укладка пациента с фиксацией головы в скобе. Установка микроскопа – перпендикулярно и по центру операционного поля [6]. Постоянный контроль средней линии и других анатомических ориентиров очень важен для безопасной диссекции [3]. На этапе планирования тактики хирургического лечения следует тщательно анализировать данные методов нейровизуализации. Для оценки состояния ПА и ее расположения относительно костных структур целесообразно выполнение МР-ангиографии, КТ-ангиографии, а также стандартной ангиографии. По данным Q. Guan et al., аномалии ПА достаточно сложно определить при помощи МРТ, либо КТ без контрастного усиления. В 50 % случаев аномалия не распознается [2].

Основываясь на вышеуказанных методах визуализации, хирург может определить необходимый и, в ряде случаев, допустимый объем резекции и декомпрессии. При условии наличия потенциально опасной аномалии ПА ме-

тодом профилактики осложнений ППА может служить заранее выполненный проксимальный и дистальный контроль относительно аномального сегмента ПА [3]. Аккуратная и точная работа с высокооборотным бором снижает риски ППА [2].

## Заключение

Хирургу следует проявлять осторожность при резекции унковертебрального сустава и избегать грубой и чрезмерной боковой резекции. При удалении сустава Люшка расстояние обнажения рукава корешка не должно превышать 5 мм. Интраоперационная утрата анатомических ориентиров при переднем доступе в значительной степени связана с ППА [2–8], особенно в условиях наличия анатомических вариаций хода ПА. Результаты методов нейровизуализации на дооперационном этапе должны быть тщательно проанализированы, чтобы определить соответствующую тактику лечения и избежать ППА.

Частота встречаемости аномалии ПА при ППА (50 %) описана W. K. Hsu et al. Это также подчеркивает необходимость тщательной предоперационной оценки, в особенности в отношении сосудистой анатомии. Значение предоперационной идентификации анатомических изменений артерий невозможно переоценить, поскольку знание курса ПА может повлиять на интраоперационные соображения и принятие решений в зависимости от стадии процедуры и операционного уровня.

Отклонения в русле позвоночной артерии, если они не распознаны при предоперационном обследовании, могут представлять неизвестный интраоперационный риск. Глубокое понимание анатомии ВА до операции может помочь предотвратить травму. Тщательное обследование с помощью компьютерной томографии, МРТ или даже продвинутой 3D-компьютерной ангиографии было бы необходимо во время предоперационной оценки. Предоперационная ангиография может оказаться особенно ценной в контексте смещения, извитости или расширения ПА [2, 9, 23–29].

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

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

## Литература / References

1. Ao S., Liu Y., Wang Y. et al. Cervical kyphosis in asymptomatic populations: incidence, risk factors, and its relationship with health-related quality of life. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):322. Doi: 10.1186/s13018-019-1351-2. PMID: 31615561.
2. Дамдинов Б. Б., Сороковиков В. А., Ларионов С. Н. и др. Особенности изменения сагиттального баланса шейного отдела позвоночника при шейно-плечевом синдроме // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16, № 2. С. 42–48. [Damdinov B. B., Sorokovikov V. A., Larionov S. N., Koshkareva Z. V., Sklyarenko O. V., Zhivotenko A. P., Kiriyenko A. N. Features of changes in the sagittal balance of the cervical spine in cervical-brachial syndrome. *Spine surgery.* 2019;16(2):42–48. (In Russ.). Doi: 10.14531/ss2019.2.42-48. EDN: BWYTYM.]
3. Шнайдер Л. С., Павлов В. В., Крутко А. В. Изменения позвоночно-тазового баланса после эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с врожденным вывихом бедра // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15, № 4. С. 80–86. [Schneider L. S., Pavlov V. V., Krutko A. V. Changes in the vertebral-pelvic balance after hip replacement in patients with congenital hip dislocation. *Spine surgery.* 2018;15(4):80–86. (In Russ.). Doi: 10.14531/ss2018.4.80-86. EDN: YZKXXN.]
4. Макиров С. К., Юз А. А., Джахаф М. Т. Методика оценки сагиттального позвоночно-тазового баланса // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12, № 3. С. 55–63. [Makirov S. K., Yuz A. A., Jahhaf M. T. Methodology for assessing sagittal vertebral-pelvic balance. *Journal of Spine Surgery.* 2015;12(3):55–63. (In Russ.). Doi: 10.14531/ss2015.3.55-63. EDN: UMGWQX.]
5. Борзых К. О., Перих В. В., Самохин А. Г. Параметры сагиттального баланса у пациентов с посттравматическими деформациями нижнегрудной и верхнепоясничной локализации // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28266> (дата обращения: 14.06.2023). [Borzykh K. O., Roerich V. V., Samokhin A. G. Parameters of sagittal balance in patients with posttraumatic deformities of the lower thoracic and upper lumbar localization. Modern problems of science and education. 2018;(6). (In Russ.). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28266> [Accessed 14 June 2023]]. EDN: YVMKLZ.]
6. Проценко А. И., Никурадзе В. К., Мехтиханов Д. С. Хирургическая тактика в лечении травмы шейного отдела позвоночника // Хирургия: Журнал им. Н. И. Пирогова. 2011. № 1. С. 43–47. [Protsenko A. I., Nikuradze V. K., Mekhtikhanov D. S. Surgical tactics in the treatment of cervical spine injury. *Surgery: Magazine named after N. I. Pirogov.* 2011;(1):43–47. (In Russ.). EDN: NZGEVF.]
7. Климов В. С., Василенко И. И., Рябых О. С. Влияние реконструкции сагиттального баланса на результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным спондилолистезом низкой степени градации: анализ многоцентровой четырехлетней когорты // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 4. С. 555–564. [Klimov V. S., Vasilenko I. I., Ryabikh O. S. Influence of sagittal balance reconstruction on the results of treatment of elderly and senile patients with degenerative spondylolisthesis of low degree of gradation: analysis of a multicenter four-year cohort. *Genius of orthopedics.* 2020;26(4):555–564. (In Russ.). Doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-555-564. EDN: YUMKFJ]
8. Крутко А. В. Сагиттальный баланс. Гармония в формулах. Новосибирск, 2016. 64 с. [Krutko A. V. Sagittal balance. Harmony in formulas. Novosibirsk; 2016. 64 p. (In Russ.).] EDN: YVUYQF.]
9. Перих В. В., Борзых К. О. Посттравматические деформации грудного и поясничного отделов позвоночника у пациентов в позднем периоде позвоночно-спинномозговой травмы после ранее проведенных оперативных вмешательств // Междунар. журн. приклад. и фундамент. исслед. 2015. Т. 12, № 4. С. 657–660. [Roerich V. V., Borzykh K. O. Posttraumatic deformities of the thoracic and lumbar spine in patients in the late period of spinal cord injury after previously performed surgical interventions. *International Journal of Applied and Fundamental Research.* 2015;12(4):657–660. (In Russ.).] EDN: VBUMWX.]
10. Ластевский А. Д., Попелях А. И., Веселов С. В. Биомеханические аспекты первичной стабильности инструментальной фиксации при лечении вывихов шейных позвонков субаксиальной локализации: экспериментальное исследование // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18, № 3. С. 43–52. [Lastevsky A. D., Popelyukh A. I., Veselov S. V. Biomechanical aspects of primary stability of instrumental fixation in the treatment of dislocations of the cervical vertebrae of subaxial localization: an experimental study. *Spine surgery.* 2021;18(3):43–52. (In Russ.).] Doi: 10.14531/ss2021.3.43-52. EDN: QLYXRP.]
11. Михайловский М. В., Новиков В. В. Оперативная коррекция врожденных кифозов у пациентов старше 10 лет // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13, № 1. С. 20–26. [Mikhailovsky M. V., Novikov V. V. Operative correction of congenital kyphoses in patients older than 10 years. *Spine surgery.* 2016;13(1):20–26. (In Russ.).] Doi: 10.14531/ss2016.1.20-26. EDN: VQGEDT.]
12. Lee S. H., Kim K. T., Seo E. M. et al. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. *J Spinal Disord Tech.* 2012;(25):41–47. Doi: 10.1097/bsd.0b013e3182396301. PMID: 22037167.]
13. Mizutani J., Inoue N., Otsuka Y. et al. Biomechanical and Anatomical Validity of the Short Posterior Arch Screw. *Neurospine.* 2019;16(2):347–353. Doi: 10.14245/ns.1836156.078. PMID: 30653910.]
14. Hardacker J. W., Shuford R. F., Capicotto P. N. et al. Radiographic Standing Cervical Segmental Alignment in Adult Volunteers Without Neck Symptoms. *Spine.* 1997;22(13):1472–1479. Doi: 10.1097/00007632-199707010-00009. PMID: 9231966.]
15. Кассар-Пулличино В. Н., Имхоф Х. Спинальная травма в свете диагностических изображений. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 264 с. [Kassar-Pullichino V. N., Imhof H. Spinal injury in the light of diagnostic imaging. Moscow: MEDpress-inform; 2009. 264 p. (In Russ.).] EDN: QLTRXX.]
16. Holly L. T. Management of cervical spondylotic myelopathy with insights from metabolic imaging of the spinal cord and brain. *Current Opinion in Neurology.* 2009;22(2):575–581. Doi: 10.1097/WCO.0b013e3283325ea7. PMID: 19741530.]
17. Glassman S. D., Bridwell K., Dimar J. R. et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine.* 2005;30(18):2024–2029. Doi: 10.1097/01.brs.0000179086.30449.96. PMID: 16166889.]
18. Mummaneni P. V., Deutsch H., Mummaneni V. P. Cervicothoracic kyphosis. *Neurosurgery Clinics of North America.* 2006;17(3):277–287. Doi: 10.1016/j.nec.2006.05.007. PMID: 16876028.]
19. Shimizu K., Nakamura M., Nishikawa Y. et al. Spinal Kyphosis Causes Demyelination and Neuronal Loss in the Spinal Cord: A New Model of Kyphotic Deformity. *Spine.* 2005;30(21):2388–2392. Doi: 10.1097/01.brs.0000184378.67465.5c. PMID: 16261114.]
20. Matz P. G., Anderson P. A., Holly L. T. et al. The natural history of cervical spondylotic myelopathy. *Journal*

- of Neurosurgery: Spine. 2009;11(2):104–111. Doi: 10.3171/2009.1.SPINE08716. PMID: 19769489.
21. Simmons R. L., Owen S., Abbott C. J. et al. Naproxen sodium and paracetamol/dextropropoxyphene in sports injuries – a multicentre comparative study. British Journal of Sports Medicine. 1982;16(2):91–95. Doi: 10.1136/bjsm.16.2.91.
22. Ames C. P., Smith J. S., Scheer J. K. et al. A standardized nomenclature for cervical spine soft-tissue release and osteotomy for deformity correction. Journal of Neurosurgery: Spine SPI. 2013;19(3):269–278. Doi: 10.3171/2013.5.SPINE121067. PMID: 23829287.
23. Grosso M. J., Hwang R., Krishnaney A. A. et al. Complications and outcomes for surgical approaches to cervical kyphosis. J Spinal Disord Tech. 2015;28(7):385–393. Doi: 10.1097/BSD.0b013e318299953f. PMID: 23732179.
24. Etame A. B., Wang A. C., Than K. D. Outcomes after surgery for cervical spine deformity: review of the literature. Neurosurgical Focus. 2010;28(3): Available from: <https://doi.org/10.3171/2010.1.FOCUS09278> [Accessed 16 June 2023].
25. Traynelis V. C., Marano G. D., Dunker R. O. et al. Traumatic atlantooccipital dislocation. Case report. Neurosurg. 1986;65(6):863–870. Doi: 10.3171/jns.1986.65.6.0863. PMID: 3772485.
26. Kim L. J., Klopfenstein J. D., Zabramski J. M. et al. Analysis of pain resolution after surgical resection of intramedullary spinal cord cavernous malformations. Neurosurgery. 2006;58(1):106–111. Doi: 10.1227/01.neu.0000192161.95893.d7. PMID: 16385334.
27. Westerveld L., Verlaan J. J., Oner F. C. Spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications. European Spine Journal. 2009;18:145–156. Doi: 10.1007/s00586-008-0764-0. PMID: 18791749.
28. Smith J., Singh M., Klineberg E. et al. Surgical treatment of pathological loss of lumbar lordosis (flatback) in patients with normal sagittal vertical axis achieves similar clinical improvement as surgical treatment of elevated sagittal vertical axis. J Neurosurg Spine. 2014;21:160–170. Doi: 10.3171/2014.3.SPINE13580. PMID: 24766290.
29. Schwab F., Ungar B., Blondel B. et al. Scoliosis Research Society–Schwab Adult Spinal Deformity Classification: A Validation Study. Spine. 2012;37(12):1077–1082. Doi: 10.1097/BRS.0b013e31823e15e2. PMID: 22045006.

### Сведения об авторах

Давид Вячеславович Бирагов – врач-нейрохирург Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена (Санкт-Петербург, Россия);

Дмитрий Александрович Гуляев – доктор медицинских наук, доцент, руководитель лаборатории интегративных нейрохирургических технологий Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Денис Сергеевич Годанюк – врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии № 5 Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия).

Юрий Юрьевич Поляков – кандидат медицинских наук, заведующий Отделением травматологии и ортопедии

№ 3 Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена (Санкт-Петербург, Россия);

Рамин Масуддинович Шарифов – врач-нейрохирург Отделения травматологии и ортопедии № 3 Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена (Санкт-Петербург, Россия);

Тимур Сергеевич Алдатов – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии ООО «АВА-ПЕТЕР» (Санкт-Петербург, Россия);

Константин Викторович Жданович – врач-нейрохирург Отделения травматологии и ортопедии № 3 Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена (Санкт-Петербург, Россия).

### Information about the authors

David V. Biragov – Neurosurgeon, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden (St. Petersburg, Russia);

Dmitry A. Gulyaev – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head at the Laboratory of Integrative Neurosurgical Technologies, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Denis S. Godanyuk – Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery No. 5, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia).

Yuri Yu. Polyakov – Cand. of Sci. (Med.), Head at the Department of Traumatology and Orthopedics No. 3, National Medical Research Center for Traumatology and

Orthopedics named after R. R. Vreden (St. Petersburg, Russia);

Ramin M. Sharifov – Neurosurgeon at the Department of Traumatology and Orthopedics No. 3, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden (St. Petersburg, Russia);

Timur S. Aldatov – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery, OOO «AVA-PETER» (St. Petersburg, Russia);

Konstantin V. Zhdanovich – Neurosurgeon at the Department of Traumatology and Orthopedics No. 3, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: GRQYEA

УДК 616.831.38-008.811.1

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_141



## ГИДРОЦЕФАЛИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ: КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**Александр Андреевич Боровский<sup>1</sup>**

alexabor@mail.ru, orcid.org/0000-0003-0146-706X, SPIN-код: 5223-7270

**Татьяна Владимировна Жукова<sup>2</sup>**

✉ tatsiana.zhukova2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0263-3453, SPIN-код: 9171-9031

**Андрей Владимирович Шамкалович<sup>1</sup>**

alexabor@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2775, SPIN-код: 5351-3807

**Дмитрий Петрович Веевник<sup>1</sup>**

alexabor@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4288-1267, SPIN-код: 5223-7664

<sup>1</sup> Белорусский государственный медицинский университет (пр. Дзержинского, д. 83-15, г. Минск, Республика Беларусь, 220083)

<sup>2</sup> Международный университет МИТСО (ул. Казинца, д. 21, к. 3, г. Минск, Республика Беларусь, 220099)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Рассмотрена проблема нарушения ликвороциркуляции, в частности, редкая форма гидроцефалии – гидроцефалия низкого («отрицательного») давления (ГДН).

**ЦЕЛЬ.** Улучшить результаты хирургического лечения пациентов с гидроцефалией низкого давления на основе комплексного изучения патоморфологии и патофизиологии заболевания, усовершенствования и оптимизации хирургической тактики.

**КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ.** Два пациента с острой и хронической ГДН. Пациент Н., 69 лет, госпитализирован в сентябре 2022 г. За год до госпитализации прошел комплексное лечение по поводу adenокарциномы мягкого нёба (удаление и лучевая терапия: на область мягкого нёба – 60 Гр. и шейных лимфоузлов – 50 Гр.). За 6 месяцев до госпитализации оперирован: удаление артериовенозной мальформации (АВМ) правого полушария мозжечка.

Пациентка К., 73 лет, госпитализирована в ноябре 2022 года с клинической картиной триады Хакима – Адамса (когнитивные нарушения, шаткая походка, недержание мочи). По данным компьютерной томографии (КТ) головного мозга – увеличение желудочковой системы с перивентрикулярным отеком.

Состояние пациента Н. ухудшилось в течение 1 недели, по уровню сознания – с 15 до 9 баллов шкалы комы Глазго (ШКГ). По данным КТ головного мозга: признаки внутренней гидроцефалии (вентрикуломегалия, перивентрикулярный отек, сглаженность борозд полушарий, компрессия цистерн основания). Выполнено экстренное оперативное вмешательство: установка наружного вентрикулярного дренажа (НВД) с датчиком контроля внутричерепного давления (ВЧД). Через 12 ч, после кратковременного улучшения уровня сознания, состояние пациента с отрицательной динамикой (уровень сознания – 9 баллов по ШКГ), на контрольной КТ – признаки внутренней гидроцефалии сохраняются. НВД функционирует. При коррекции уровня ВЧД до «отрицательного» (–7 мм рт. ст.) к пациенту вернулось ясное сознание. ВЧД, измеренное гидростатическим методом, составило –100 мм  $H_2O$ , что соответствовало полученному значению от датчика.

Пациентке К. выполнена люмбальная пункция и измерено давление гидростатическим методом, которое составило в положении лежа 75 мм вод. ст. В положение сидя давление составило 300 мм вод. ст. от уровня пункционной иглы, что соответствует давлению на уровне отверстий Монро –250 мм вод. ст. столба, т. е. субатмосферному. При этом, по данным КТ головного мозга, у пациентки наблюдалось увеличение желудочковой системы с перивентрикулярным отеком, а клинически – симптомы триады Хакима – Адамса.

После проведения тал-теста (выведения 30 мл) однократно когнитивные возможности пациентки объективно улучшились, походка стала более координированной при поворотах, а количество шагов, необходимых для перемещения на 5 м, уменьшилось с 15 до 12, что зафиксировано на видео. Выведение ликвора выполнялось трижды, один раз в сутки по 30 мл. По истечении 3 суток пациентке относительно нормально передвигалась, отметила значительное улучшение мочевыделительной функции (ретресс недержания мочи). В дальнейшем пациентке выполнено вентрикулоперитонеальное шунтирование регулируемым шунтом с установленным минимальным давлением 20 мм вод. ст.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** В представленном клиническом примере острую ГДН, вероятно, спровоцировали проведенная ранее лучевая терапия, а также операция на задней черепной ямке. В остром периоде ГДН необходима установка вентрикулярного дренажа с коррекцией ВЧД (вплоть до субатмосферного) с целью достижения максимального уровня сознания пациента. Доступным хирургическим методом постоянной коррекции ВЧД остается вентрикулоперитонеальное шунтирование низкого давления с использованием методов дополнительного снижения ВЧД (аспирации ликвора из клапана шунта, «прокачивания», вертикализации пациента) с постепенным уменьшением их интенсивности в течение 3–4

недель. Следует подчеркнуть, что описанная выше нозологическая форма – это лишь одно из клинических проявлений основного заболевания.

Что касается механизмов патофизиологии хронической ГНД, то они в настоящее время не ясны и требуют изучения. Данной категории пациентов с классической триадой Хакима – Адамса и гидроцефальными изменениями по данным КТ (МРТ) при определении «нормального» ликворного давления в положении лежа, как правило, устанавливается диагноз «Нормотензивная гидроцефалия». При измерении ликворного давления в вертикальном положении пациента оно может быть субатмосферным на уровне отверстий Монро.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Несмотря на то, что, на наш взгляд, тактика лечения таких пациентов в любом случае предполагает установку вентрикулоперитонеального шунта низкого давления, изучение патофизиологии нарушения ликвороциркуляции в указанных выше случаях представляется важным для разработки неинвазивных методов коррекции данного состояния.

**Ключевые слова:** гидроцефалия низкого давления, гидроцефалия отрицательного давления, субатмосферный дренаж, внутричерепное давление.

**Для цитирования:** Боровский А. А., Жукова Т. В., Шамкалович А. В., Веевник Д. П. Гидроцефалия низкого давления: клинические случаи и обзор литературы // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 141–151. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_141.

## LOW PRESSURE HYDROCEPHALUS: CLINICAL CASES AND LITERATURE REVIEW

**Alexander A. Borovsky<sup>1</sup>**

alexabor@mail.ru, orcid.org/0000-0003-0146-706X, SPIN-code: 5223-7270

**Tatyana V. Zhukova<sup>2</sup>**

✉ tatsiana.zhukova2018@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0263-3453, SPIN-code: 9171-9031

**Andrey V. Shamkalovich<sup>1</sup>**

alexabor@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2775, SPIN-code: 5351- 3807

**Dmitriy P. Veevnik<sup>1</sup>**

alexabor@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4288-1267, SPIN-code: 5223-7664

<sup>1</sup>Belarusian State Medical University (Dzerzhinsky avenue, 83-15, Minsk, Republic of Belarus, 220083)

<sup>2</sup> MITSO International University (21 Kazinets street, building 3, Minsk, Republic of Belarus, 220099)

### Abstract

**INTRODUCTION.** The article discusses the problem of impaired cerebrospinal fluid circulation, in particular a rare form of hydrocephalus – low (“negative”) pressure hydrocephalus.

**AIM.** To improve the results of surgical treatment of patients with low-pressure hydrocephalus based on a comprehensive study of the pathomorphology and pathophysiology of the disease, improvement and optimization of surgical tactics.

**CLINICAL CASES.** Two patients with acute and chronic GND. Patient N., 69 years old. Hospitalized in September 2022. A year before hospitalization, he underwent complex treatment for adenocarcinoma of the soft palate (removal and radiation therapy: 60 Gy for the soft palate and 50 Gy for the cervical lymph nodes). 6 months before hospitalization, he underwent surgery: removal of an arteriovenous malformation (AVM) of the right hemisphere of the cerebellum. Patient K., 73 years old, was hospitalized in November 2022 with a clinical picture of the Hakim – Adams triad (cognitive impairment, unsteady gait, urinary incontinence). According to CT scan of the brain, enlargement of the ventricular system with periventricular edema.

**CLINICAL CASES.** The condition of patient N. worsened within 1 week, according to the level of consciousness from 15 to 9 points on the Glasgow Coma Scale (GCS). According to CT scan of the brain: signs of internal hydrocephalus (ventriculomegaly, periventricular edema, smoothness of the sulci of the hemispheres, compression of the base cisterns). An emergency surgical intervention was performed: installation of an NVD with an ICP control sensor. 12 hours later, after a short-term improvement in the level of consciousness, the patient's condition showed negative dynamics (level of consciousness 9 GCS points); on the control CT scan, signs of internal hydrocephalus remained. The NVD is functioning. When the ICP level was corrected to “negative” (-7 mm Hg), the patient regained clear consciousness. The ICP measured by the hydrostatic method was -100 mm H<sub>2</sub>O, which corresponded to the value obtained from the sensor. Patient K underwent a lumbar puncture and the pressure was measured using the hydrostatic method, which was 75 mm of water column in the supine position. In a sitting position, the pressure was 300 mm of water column from the level of the puncture needle, which corresponds to a pressure at the level of Monroe's holes of -250 mm of water column, that is, subatmospheric. Moreover, according to a CT scan of the brain, the patient had an enlargement of the ventricular system with periventricular edema, and clinically symptoms of the Hakim-Adams triad. After performing a tap test (withdrawal of 30 ml) once, the patient's cognitive abilities objectively improved, her gait became more coordinated when turning, and the number of steps required to move 5 meters decreased from 15 to 12, which was recorded on video. CSF removal was performed three times, once a day, 30 ml. After 3 days, the patient moved relatively normally and noted a significant improvement in urinary function (regression of urinary incontinence). Subsequently, the patient underwent ventriculoperitoneal shunting with an adjustable shunt with a minimum pressure set at 20 mm of water column.

In the presented clinical example, acute GND was probably provoked by previous radiation therapy, as well as surgery on the posterior cranial fossa. In the acute period of GND, it is necessary to install an NVD, with correction of ICP (up to subatmospheric pressure) in order to achieve the maximum level of consciousness of the patient. An available surgical method for permanent correction of ICP remains low-pressure ICP using methods of additional reduction of ICP (aspiration of cerebrospinal fluid from the shunt valve, "pumping", verticalization of the patient) with a gradual decrease in their intensity over 3–4 weeks. It should be emphasized that the nosological form described above is only one of the clinical manifestations of the underlying disease. As for the mechanisms of the pathophysiology of chronic GND, they are currently unclear and require study. In this category of patients with the classic Hakim – Adams triad and hydrocephalic changes according to CT (MRI), when determining "normal" cerebrospinal fluid pressure in the supine position, a diagnosis of "normotensive hydrocephalus" is usually established. As for the mechanisms of the pathophysiology of chronic GND, they are currently unclear and require study. In this category of patients with the classic Hakim – Adams triad and hydrocephalic changes according to CT (MRI), when determining "normal" cerebrospinal fluid pressure in the supine position, a diagnosis of "normotensive hydrocephalus" is usually established. When measuring cerebrospinal fluid pressure in an upright position of the patient, it can be subatmospheric at the level of the foramina of Monroe.

**CONCLUSION.** Despite the fact that, in our opinion, the treatment tactics for such patients in any case involve the installation of a low-pressure ventriculoperitoneal shunt, studying the pathophysiology of impaired cerebrospinal fluid circulation in the above cases seems important for the development of non-invasive methods for correcting this condition.

**Keywords:** low pressure hydrocephalus; negative pressure hydrocephalus; subatmospheric drainage; intracranial pressure.

**For citation:** Borovsky A. A., Zhukova T. V., Shamkalovich A. V., Veevnik D. P. Low pressure hydrocephalus: clinical cases and literature review. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):141–151. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_141.

## Введение

Гидроцефалия – это состояние нарушения циркуляции ликвора с несбалансированной динамикой ликворного потока, развивающееся по различным причинам как симптом основного заболевания. Гидроцефалия низкого давления (ГНД) представляет собой вариант гидроцефалии, при котором у пациентов проявляются симптомы явно повышенного внутричерепного давления (ВЧД) с вентрикуломегалией, несмотря на то, что измеренное ВЧД ниже нормального ( $\leq 50$  мм  $H_2O$ ) или даже ниже атмосферного. ГНД трудно определяется, а пациенты подвергаются множественным безуспешным ревизиям вентрикулоперитонеального шунта (ВПШ) или наружного вентрикулярного дренажа (НВД). Временные НВД не могут дренировать цереброспинальную жидкость (ЦСЖ) при стандартных настройках высоты дренажа, а ВПШ неэффективны для отведения ЦСЖ из аномально расширенных желудочков с низким давлением [1].

Традиционная классификация гидроцефалии, предложенная У. Денди в 1919 г., в которой выделяется два вида гидроцефалии – открытая и окклюзионная, в настоящее время представляется устаревшей, однако данная терминология используется до сих пор [1, 2]. Это объясняет тот факт, что многие нейрохирурги не решаются использовать эндоскопиче-

скую тривентрикулостомию (ЭТВ) для пациентов с сообщающимися формами гидроцефалии. Rekate et al. предполагают, что ЭТВ эффективна для некоторых пациентов с ГНД из-за критической роли, которую играет корковое субарахноидальное пространство (САП) в ликвороциркуляции. Они утверждают, что желудочки пациента расширяются, если ток ликвора между ними и САП затруднен, и это можно исправить с помощью ЭТВ [3]. С учетом описанных в литературе фактов по данной проблеме, можно отметить много общего между патогенезом, клиническими проявлениями и методами лечения ГНД и гидроцефалии нормального давления. В первом упоминании о ГНД в 1995 г. Панг и Альтшуллер использовали множество критерии для обозначения различий между указанными выше формами гидроцефалий. Однако имеющиеся в настоящее время данные не позволяют надежно дифференцировать эти состояния [4]. На наш взгляд, нейрохирургическому сообществу может быть полезным понимать все виды гидроцефалии в рамках единой патофизиологической платформы. После изучения опубликованных случаев трудно отдать предпочтение какому-либо пороговому «нормальному» значению ВЧД, и только реакция пациента на лечение остается в настоящее время единственным надежным критерием «нормальности» ВЧД в каждом клини-

ческом случае [5]. Действительно, многим пациентам с ВЧД, как «низким», так и «нормальным», для клинического улучшения требуется субатмосферный дренаж.

В то время как для некоторых форм гидроцефалии провоцирующее событие не может быть идентифицировано, другие возникают по установленной причине, например, внутричерепное кровоизлияние, инфекция или травма, которые, как принято считать, приводят к обструкции путей оттока ЦСЖ, что приводит к вентрикуломегалии. Как правило, острая гидроцефалия связана с повышенным ВЧД, и у пациентов проявляются такие симптомы, как головная боль, тошнота и рвота, парез черепных нервов, нарушение зрения, изменяется уровень сознания, вплоть до комы и летального исхода при отсутствии лечения [6]. Исключения составляют хронические гидроцефальные состояния, в том числе идиопатическая гидроцефалия нормального давления, которые встречаются у пожилых пациентов, при этом ВЧД обычно находится в пределах нормы. В то же время у пациентов с хронической гидроцефалией с типичной клинической картиной триады Хакима – Адамса, как показало наше наблюдение, может быть «отрицательное» ВЧД.

Было предложено несколько механизмов для объяснения парадокса «отрицательного», или, что более корректно, субатмосферного, ВЧД при ГНД. В литературе имеются сообщения о пациентах, у которых причиной острой ГНД было, предположительно, ятрогенное последствие дренирования спинномозговой жидкости [2, 3]. Этот феномен объясняется следующим образом. Предшествующее событие, такое как кровоизлияние, новообразование или травма, вызывает изоляцию желудочковой системы от коркового САП в результате механической обструкции или в результате воспаления. При дренировании (например, при послеоперационном истечении ЦСЖ или после лумбальной пункции) создается градиент давления между изолированной желудочковой системой (с нормальным давлением) и САП (с низким давлением), который приводит к вентрикуломегалии без повышенного ВЧД. В таких случаях наблюдается положительный от-

вет от ЭТВ, что поддерживает концепцию кортикалной изоляции САП [2, 3]. Хотя это предположение может объяснить примерно 40 % клинических случаев, в которых была диагностирована ГНД после операции на задней черепной ямке или после проведения лумбальной пункции, оно не объясняет большинство случаев, которые произошли без известного предварительного гипердренирования ЦСЖ, что подчеркивает вероятную многофакторную патофизиологию ГНД [2].

Дополнительный предполагаемый механизм, который может способствовать развитию ГНД, включает в себя снижение эластичности (жесткости) паренхимы мозга, что допускает развитие прогрессирующей вентрикуломегалии с низким ВЧД. Используя МР-эластографию, Olivero et al. обнаружили, что эластичность мозга 19-летнего пациента через 3 недели после начала ГНД была намного ниже, чем у здорового человека того же возраста, а также у пациентов с имплантированным шунтом [7]. Возможно, концепция тургора/податливости мозга частично объясняет, почему бинтование шеи с целью увеличения жесткости мозга показало некоторый успех в качестве дополнительного вмешательства при лечении ГНД, особенно у пациентов, которым невозможно провести субатмосферное дренирование ЦСЖ. Однако Hatt et al. не выявили значительного увеличения жесткости мозга на МР-эластографии у 9 здоровых добровольцев, перенесших бинтование шеи [2, 7]. Вполне возможно, что необходимо начальное изменение эластичности мозга у пациентов с ГНД, чтобы бинтование шеи привело к измеримому улучшению эластичности мозга, или что предполагаемая эффективность бинтования шеи не связана с проблемами податливости/эластичности мозга.

Феномен ГНД получил несколько названий, включая «гидроцефалию низкого давления», «гидроцефалию отрицательного давления» и «синдром гидроцефалии неадекватно низкого давления». Существует определенная потребность в дополнительной информации о факторах, которые приводят к развитию ГНД, и о том, как облегчить раннее выявление этого состояния. В литературе феномен острой ГНД

впервые упомянут в 1994 г., к настоящему времени описано 195 случаев ГНД [2], однако до сих пор не существует клинических протоколов лечения этого заболевания.

**Цель** исследования – улучшить результаты хирургического лечения пациентов с гидроцефалией низкого давления на основе комплексного изучения патоморфологии и патофизиологии заболевания, усовершенствования и оптимизации хирургической тактики.

### Клинические наблюдения

В нейрохирургическом отделении Городской клинической больницы скорой медицинской помощи г. Минска в 2022 г. наблюдались два пациента с острой и хронической ГНД. Пациент Н., 69 лет, госпитализирован в сентябре 2022 г. За год до госпитализации прошел комплексное лечение по поводу аденокарциномы мягкого нёба (удаление и лучевая терапия: на область мягкого неба – 60 Гр. и шейных лимфузлов – 50 Гр.). За 6 месяцев до госпитализации оперирован: удаление артериовенозной мальформации (АВМ) правого полушария мозжечка (АВМ отсутствовала на представленной КТ-ангиографии головного мозга в 2012 г.).

Пациентка К., 73 лет, госпитализирована в ноябре 2022 г. с клинической картиной триады Хакима – Адамса (когнитивные нарушения, шаткая походка, недержание мочи). По данным КТ головного мозга – увеличение же-

лудочковой системы с перивентрикулярным отеком.

**Пациент Н.** Состояние пациента ухудшилось в течение 1 недели, по уровню сознания – с 15 до 9 баллов по шкале комы Глазго (ШКГ). По данным КТ головного мозга – признаки внутренней гидроцефалии (вентрикуломегалия, перивентрикулярный отек, сглаженность борозд полушарий, компрессия цистерн основания) (рис. 1).

Выполнено экстренное оперативное вмешательство: установка НВД с антибактериальным покрытием и датчиком контроля ВЧД. Интраоперационно при пункции бокового желудочка повышенного давления ликвора не отмечено. После выхода из наркоза пациент в ясном сознании. ВЧД отрегулировано с помощью НВД под контролем датчика, на уровне 5–7 мм рт. ст. Через 12 ч состояние пациента с отрицательной динамикой (уровень сознания – 9 баллов по ШКГ), на контрольной КТ признаки внутренней гидроцефалии сохраняются. НВД функционирует. При коррекции уровня ВЧД до «отрицательного» (–7 мм рт. ст.) к пациенту вернулось ясное сознание. ВЧД, измеренное гидростатическим методом, составило –100 мм  $H_2O$ , что соответствовало полученному значению от датчика. В послеоперационном периоде пациенту выполнен ряд исследований, в том числе КТ-цистернография: контраст, введенный эндолюмбально, свободно по-

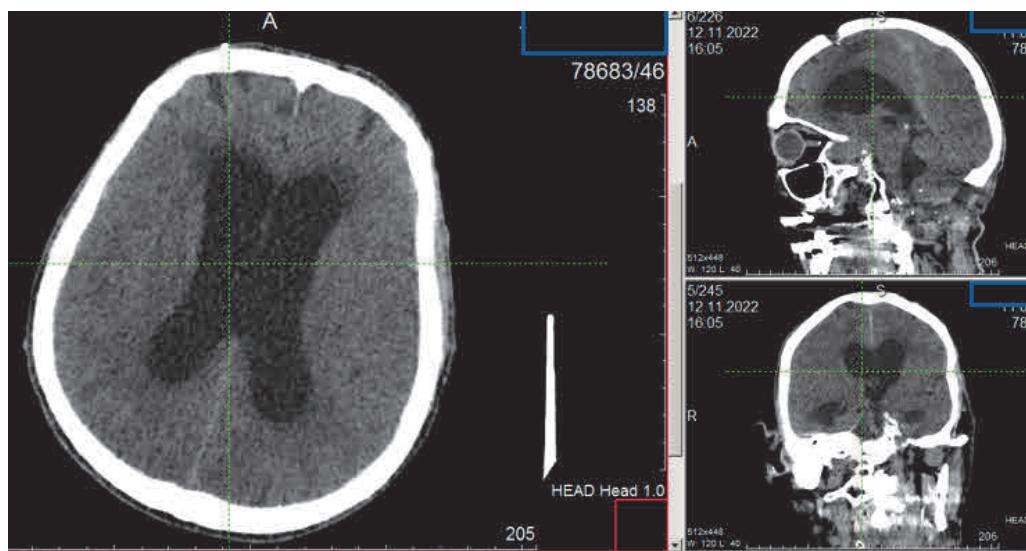
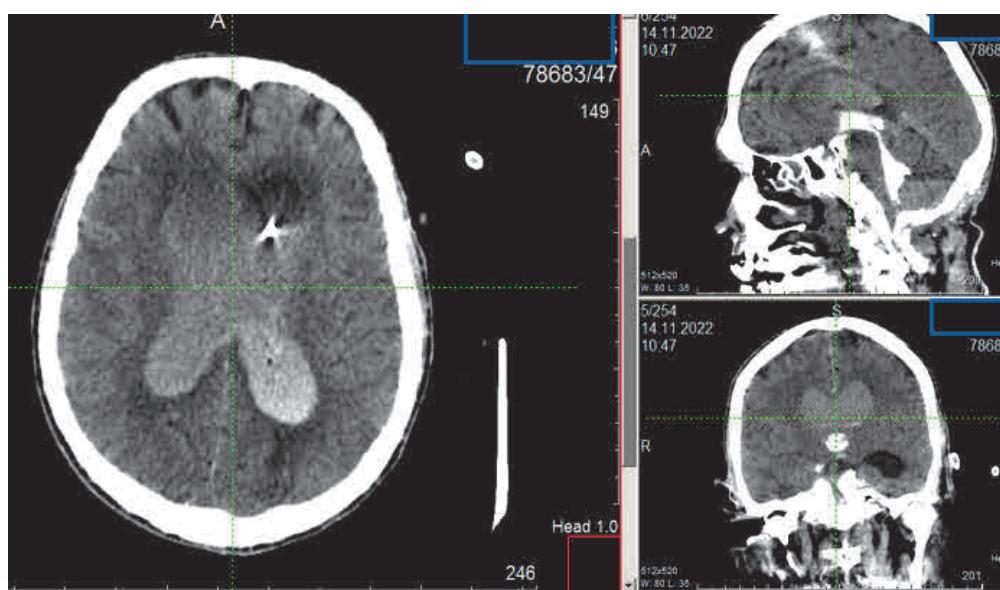


Рис. 1. КТ головного пациента Н. (вентрикуломегалия с перивентрикулярным отеком)  
Fig. 1. CT scan of patient N. (ventriculomegaly with periventricular edema)



**Рис. 2.** КТ-цистернография: контраст, введенный эндolumбарально, свободно поступает в боковые желудочки  
**Fig. 2.** CT cisternography: contrast injected endolumbarally freely enters the lateral ventricles

ступает в боковые желудочки (рис. 2). Исследование ликвора на инфекционные агенты (бактерии, вирусы, грибы) – отрицательно. Маркеры аутоиммунного энцефалита – отрицательны. Маркеры воспаления (прокальцитонин, С-реактивный белок, лейкоцитоз, цитоз в ликворе) – отрицательны.

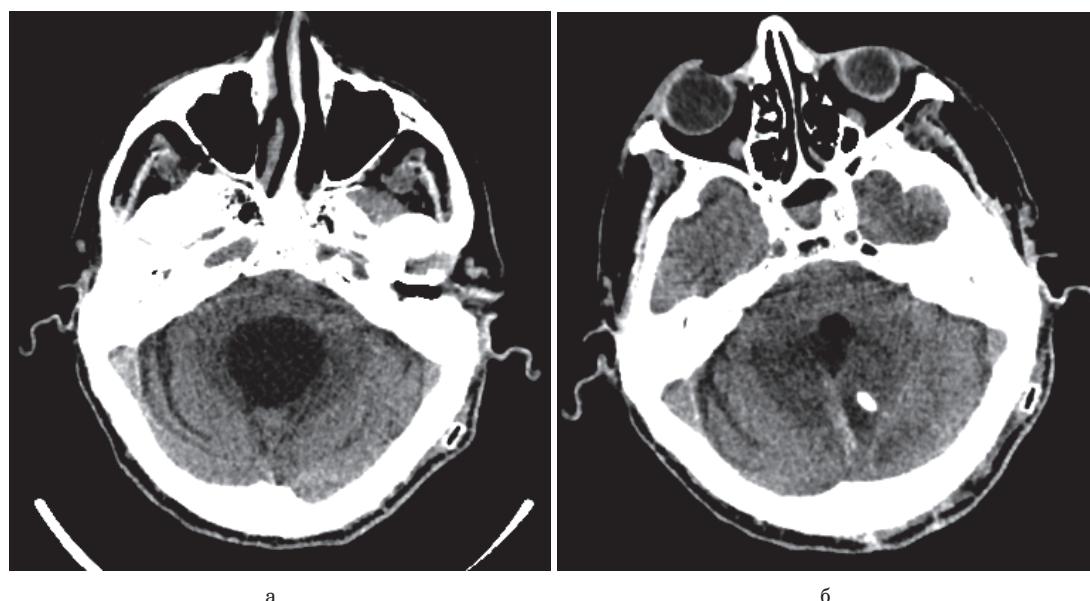
Пациенту выполнена эндоскопическая три-вентрикулостомия, однако в нашем наблюдении после данной процедуры существенных изменений в размерах желудочковой системы и необходимых параметрах НВД не наступило. Время наружного вентрикулярного дренирования на фоне антибактериальной терапии составило 1 месяц. Затем установлен регулируемый ВПШ (установлен на самые низкие доступные настройки давления – 20 мм вод. ст.). Датчик контроля ВЧД оставлен на 24 ч с целью визуализации коррекции ВЧД (НВД перекрыт). Коррекция проводилась до уровня –5 мм рт. ст. путем периодической аспирации ликвора тонкой иглой из резервуара клапана шунта, его «прокачивания», поднятия головного конца кровати, вертикализации пациента (рис. 3). Отмечен факт снижения ВЧД при вертикализации пациента (более 2 ч наблюдения) до –2 мм рт. ст., т. е. до субатмосферного, несмотря на наличие в шунтирующей системе антисифонного клапана и номинально установленное давление в клапане 20 мм вод. ст. (1,5 мм рт. ст.).



**Рис. 3.** Установка субатмосферного давления под контролем датчика ВЧД  
**Fig. 3.** Setting subatmospheric pressure under the control of an ICP sensor

Этот феномен, вероятно, связан с пульсовыми и дыхательными колебаниями ВЧД при наличии обратного клапана в системе шунта.

После определения необходимого объема коррекции до целевого ВЧД НВД удалили. По данным нейровизуализации (КТ и МРТ головного мозга), признаков гидроцефалии нет, уровень сознания пациента – 12 баллов по ШКГ. Спустя месяц после ликворошунтирующей операции состояние пациента с отрицательной динамикой (до 8 баллов по ШКГ). По дан-



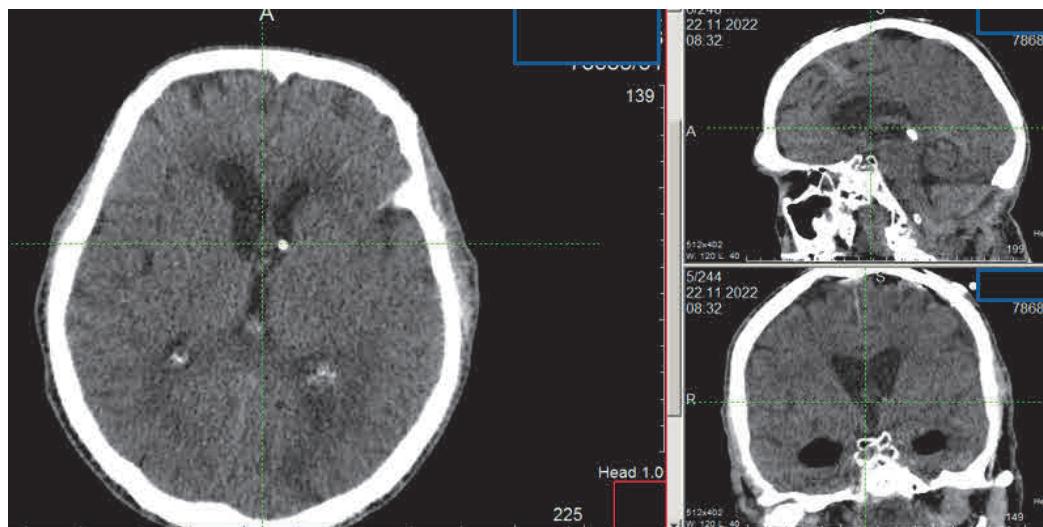
**Рис. 4.** КТ головного мозга: *а* – расширенный IV желудочек; *б* – нормализация размера IV желудочка после установки шунта  
**Fig. 4.** CT scan of the brain: *a* – dilated IV ventricle; *b* – normalization of the size of the IV ventricle after installation of a shunt

ным КТ-цистернографии – признаки резко расширенного «изолированного» IV желудочка. Выполнено шунтирование IV желудочка через Y-образный коннектор в абдоминальный конец ВПШ ниже клапана. После чего размер IV желудочка нормализовался (рис. 4).

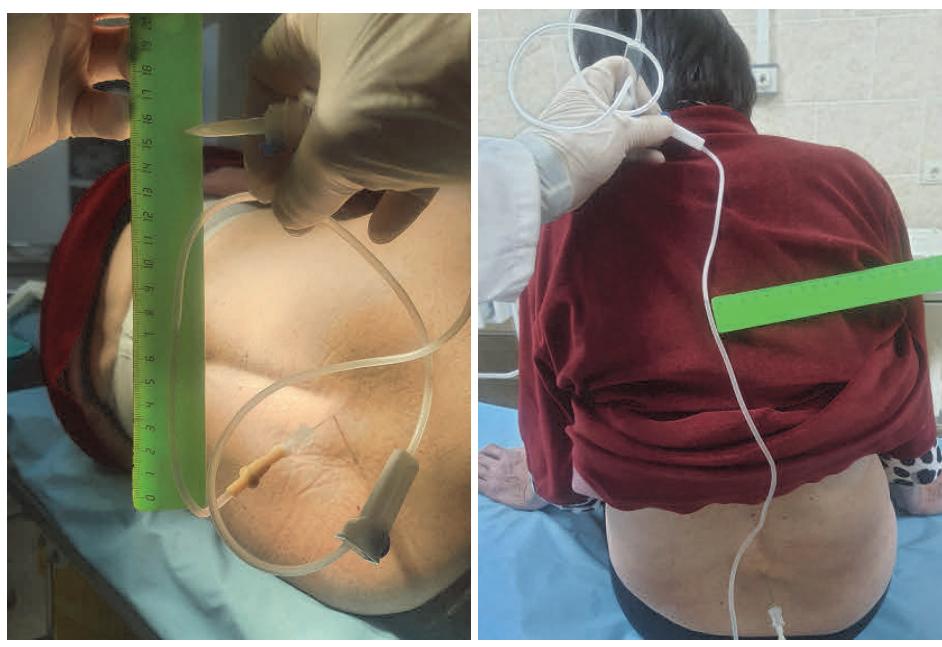
На контрольных КТ: достигнут регресс гидроцефалии, желудочковая система нормальных размеров (рис. 5), уровень сознания пациента – 12 баллов по ШКГ, когнитивно снижен, адинамичен, функциональный статус по шка-

ле Карновского – 60 %. Пациент выписан, направлен на медицинскую реабилитацию. Отсутствие полного восстановления функционального статуса пациента, несмотря на достигнутые отличные нейровизуализационные результаты, обусловлено, вероятно, течением основного заболевания, которым, по-видимому, в этом случае является мозговая форма хронической лучевой болезни.

*Пациентка К.* Выполнены когнитивные тесты, изучена походка с проведением видеофик-



**Рис. 5.** КТ головного мозга пациента Н., нормализация размеров желудочковой системы  
**Fig. 5.** CT scan of the brain of patient N., normalization of the size of the ventricular system



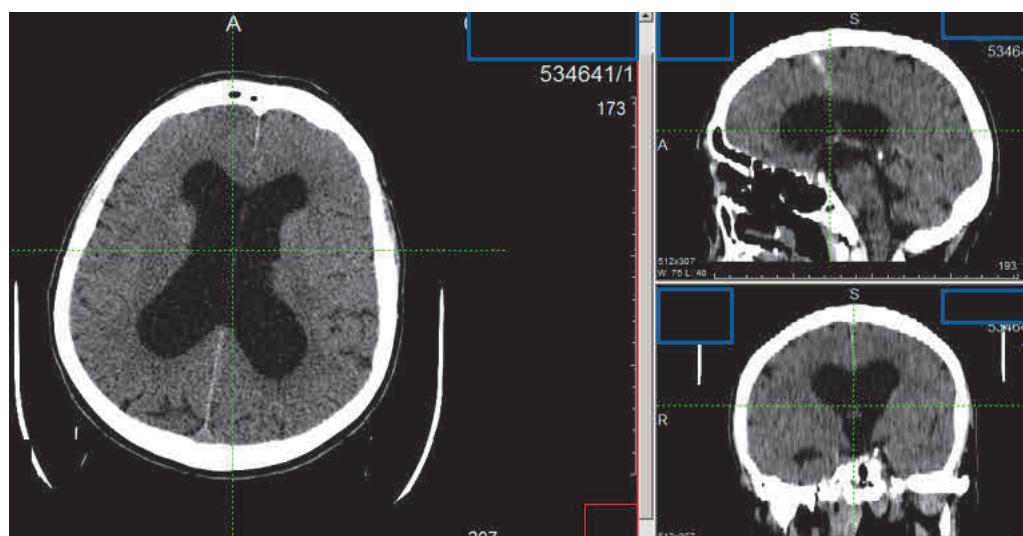
**Рис. 6.** Измерение ликворного давления у пациентки с ГНД гидростатическим методом: *а* – в положении лежа; *б* – в вертикальном положении

**Fig. 6.** Measurement of cerebrospinal fluid pressure in a patient with GND using the hydrostatic method: *a* – in the supine position; *b* – in a vertical position

сации. Затем выполнена лумбальная пункция, и измерено давление гидростатическим методом, которое составило в положении лежа 75 мм вод. ст. В положении сидя давление составило 300 мм вод. ст. от уровня пункционной иглы, что соответствует давлению на уровне отверстий Монро – 250 мм вод. ст., т. е. субатмосферному (рис. 6). При этом, по данным КТ головного мозга, у пациентки наблюдалось

увеличение желудочковой системы с перивентрикулярным отеком (рис. 7), а клинически – симптомы триады Хакима – Адамса.

После проведения тап-теста (выведения 30 мл) однократно когнитивные возможности пациентки объективно улучшились, походка стала более координированной при поворотах, а количество шагов, необходимых для перемещения на 5 м, уменьшилось с 15 до 12, что за-



**Рис. 7.** КТ головного пациента К. (вентрикуломегалия с перивентрикулярным отеком)

**Fig. 7.** CT scan of patient K. (ventriculomegaly with periventricular edema)

фиксировано на видео. Выведение ликвора выполнялось трижды, один раз в сутки по 30 мл. По истечении 3 суток пациентка относительно нормально передвигалась, отметила значительное улучшение мочевыделительной функции (ретресс недержания мочи). В дальнейшем пациентке выполнено вентрикулоперитонеальное шунтирование регулируемым шунтом с установленным минимальным давлением 20 мм вод. ст. Выписана через 10 дней после операции в удовлетворительном состоянии для оказания медицинской помощи на амбулаторном этапе врачом-неврологом.

## Обсуждение

Фундаментальная проблема ГНД заключается в том, что в контексте острой гидроцефалии и клинического фенотипа, напоминающего высокое ВЧД, наблюдение очень низких (в некоторых случаях субатмосферных) значений ВЧД часто воспринимается как противоречивое традиционным взглядам доктрины Монро – Келли [1, 2, 4]. Следовательно, ГНД сложно выявлять и лечить, поскольку пациент редко отвечает на стандартные протоколы лечения гидроцефалии. В настоящее время нет клинических протоколов по ведению ГНД. Недостаточно информации, обобщающей клинические и нейровизуализационные симптомы, стратегию и результаты лечения пациентов с ГНД. К настоящему времени описано 195 случаев острой ГНД, которые проанализированы в систематическом обзоре (B. Michael Keough et

al.) [2, 3]. Основные результаты этого исследования были следующими:

- 1) наиболее частым проявлением острой ГНД, как в педиатрической, так и во взрослой популяции, было клинически значимое снижение уровня сознания;
- 2) тремя наиболее распространенными причинами острой ГНД были кровотечение, новообразование и травма;
- 3) примерно 30 % случаев острой ГНД произошли после краинальной хирургии на структурах задней черепной ямки или шунтирующей операции, а треть пациентов подверглись лумбальной пункции до постановки диагноза «Острая ГНД»;
- 4) наиболее распространенными лечебными вмешательствами при острой ГНД были экстernalизация ранее существовавшего шунта и (или) установка НВД для облегчения дренирования спинномозговой жидкости под субатмосферным давлением с бинтованием шеи или без него. Несмотря на различные предполагаемые патофизиологические механизмы ГНД, единая цель ее лечения состоит в устраниении обструктивных причин гидроцефалии, дренировании скапливающейся ЦСЖ и установлении путей ее оттока [2, 4, 5].

Диагностика острой ГНД может оказаться сложной. Первоначально измеренное ВЧД может быть нормальным или повышенным сразу после установки/ревизионной обработки НВД или шунта. Таким образом, острую ГНД нельзя заподозрить или диагностировать до тех пор,

<b>А. Установить клинический фенотип гидроцефалии</b>
1. Отсутствие клинического улучшения и нарастающая вентрикуломегалия по данным КТ (МРТ), несмотря на функционирующий НВД
<b>В. Стабилизировать состояние пациента</b>
1. Удалить большой объем ЦСЖ (30–50 мл) и непрерывно дренировать ЦСЖ ориентировочно со скоростью 10–15 мл/ч, однако базовый уровень эффективного удаления ЦСЖ устанавливается при наличии клинического улучшения и уменьшения размера желудочков
<b>С. Провести окончательное лечение</b>
1. Оптимизировать размер желудочков и контролировать клиническое улучшение путем систематического постепенного увеличения высоты НВД; по возможности, «отучить» пациента от НВД
2. Рассмотреть возможность ЭТВ, если состояние пациента улучшилось, размер желудочка стабилен, но его нельзя «отучить» от НВД, и если не исключен обструктивный характер гидроцефалии
3. Рассмотреть возможность постоянного отведения ЦСЖ через регулируемый на минимальное давление ВПШ с использованием методов дополнительного снижения ВЧД (аспирации ликвора из клапана шунта, «прокачивания», вертикализации пациента) с постепенным уменьшением их интенсивности в течение 3–4 недель

Рис. 8. Алгоритм лечения острой ГНД

Fig. 8. Algorithm for the treatment of acute GND

пока у пациента не появятся признаки клинического ухудшения и (или) увеличения размера желудочков, несмотря на функционирующую НВД или шунт [3, 5, 6]. Результаты нашего исследования демонстрируют, что лечение возможно. Но даже когда оно эффективно, результаты часто в большей степени определяются основной причиной гидроцефалии и последствиями сопутствующего повреждения головного мозга (например, субарахноидального кровоизлияния или опухоли, в нашем случае – постлучевого поражения). Хотя мы не смогли оценить преимущества различных методов лечения, мы ассиимилировали наш опыт и подходы к оказанию помощи таким пациентам, представленные различными авторами [2, 4, 6], чтобы предложить алгоритм лечения острой ГНД. Мы надеемся, что этот алгоритм не только поможет выявлению и неотложной помощи пациентам с острой ГНД, но также создаст основу для дальнейших исследований долгосрочных результатов лечения острой ГНД. Предлагаемый нами подход можно свести к следующим трем основным этапам (рис. 8).

## Заключение

В одном из представленных клинических примеров острую ГНД, вероятно, спровоцировала проведенная ранее лучевая терапия, а также операция на задней черепной ямке. В остром периоде ГНД необходима установка НВД с коррекцией ВЧД (вплоть до субатмосферного) с целью достижения максимального уровня сознания пациента. Доступным хирургическим методом постоянной коррекции ВЧД остается ВПШ низкого давления с использованием методов дополнительного снижения ВЧД (аспирации ликвора из клапана шунта, «прокачивания», вертикализации пациента) с постепенным уменьшением их интенсивности в течение 3–4 недель. Бинтование шеи мы считаем нецелесообразным. Следует подчеркнуть, что описанная выше нозологическая форма – это лишь одно из клинических проявлений основного заболевания.

Что касается механизмов патофизиологии хронической ГНД, то они в настоящее время не ясны и требуют изучения. Данной категории пациентов с классической триадой Хакима –

Адамса и гидроцефальными изменениями по данным КТ (МРТ) при определении «нормального» ликворного давления в положении лежа выставляется диагноз «Нормотензивная гидроцефалия». При измерении ликворного давления в вертикальном положении пациента оно может быть субатмосферным на уровне отверстий Монро. Несмотря на то, что, на наш взгляд, тактика лечения таких пациентов в любом случае предполагает установку вентрикулоперитонеального шунта низкого давления, изучение патофизиологии нарушения ликвороциркуляции в указанных выше случаях представляется важным для разработки неинвазивных методов коррекции данного состояния.

В настоящей статье мы представили стратегии оказания помощи пациентам с острой и хронической ГНД, которые могут помочь врачам-нейрохирургам и врачам – анестезиологам-реаниматологам справиться с континутивными аспектами расстройства ликвороциркуляции.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (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. Титовец Э. П., Смейнович А. Ф., Козич П. В. Коррекция нарушений церебрального водного обмена // Известия Национальной академии наук Беларусь. Сер. мед. наук. 2019. Т. 16, № 1. С. 99–107. [Titovec E. P., Smeianovich A. F., Kozich P. V. Korrektsiya narusheniy cerebralnogo vodnogo obmena. Izvestia Nacionalnoy akademii nauk. 2019;16(1):99–107]. Doi: <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2019-16-1-99-107>.
2. Keough B. M. et al. Acute low-pressure hydrocephalus: a case series and systematic review of 195 patients. Journal of Neurosurgery. 2020;135(1):300–308. Doi: 10.3171/2020.4.JNS20476. PMID: 32736355.
3. Rekate H. L., Nadkarni T. D., Wallace D. The importance of the cortical subarachnoid space in understanding

- hydrocephalus. *J Neurosurg Pediatr.* 2008;2:1–11. Doi: 10.3171/PED/2008/2/7/001. PMID: 18590387.
4. Bräutigam K., Vakis A., Tsitsipanis C. Pathogenesis of idiopathic normal pressure hydrocephalus: a review of knowledge. *J Clin Neurosci.* 2019;61:10–13. Doi: 10.1016/j.jocn.2018.10.147. PMID: 30409528.
  5. Lin J. P. et al. The status of diagnosis and treatment to intracranial hypotension, including SIH. *J Headache Pain.* 2017;18:1–8. Doi: 10.1186/s10194-016-0708-8. PMID: 28091819.
  6. Wu X. et al. Diagnosis and management for secondary low- or negative-pressure hydrocephalus and a new hydrocephalus classification based on ventricular pressure. *World Neurosurg.* 2019;124:510–516. Doi: 10.1016/j.wneu.2018.12.123.
  7. Olivero W. C. et al. Magnetic resonance elastography demonstrating low brain stiffness in a patient with low-pressure hydrocephalus: case report. *Pediatr Neurosurg.* 2016;51(5):257–262. Doi: 10.1159/000445900.

### Сведения об авторах

Александр Андреевич Боровский – кандидат медицинских наук, доцент, нейрохирург высшей категории, доцент кафедры нервных и нейрохирургических болезней Белорусского государственного медицинского университета (г. Минск, Республика Беларусь);

Татьяна Владимировна Жукова – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры Международного университета «МИТСО» (г. Минск, Республика Беларусь);

Андрей Владимирович Шамкалович – кандидат медицинских наук, доцент, нейрохирург высшей кате-

гории, доцент кафедры нервных и нейрохирургических болезней Белорусского государственного медицинского университета (г. Минск, Республика Беларусь);

Дмитрий Петрович Веевник – кандидат медицинских наук, доцент, нейрохирург высшей категории, доцент кафедры нервных и нейрохирургических болезней Белорусского государственного медицинского университета (г. Минск, Республика Беларусь).

### Information about the authors

Aleksandr A. Borovsky – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Neurosurgeon, Associate Professor at the Department of Nervous and Neurosurgical Diseases, Belarusian State Medical University (Minsk, Republic of Belarus);

Tatyana V. Zhukova – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor, MITSO International University (Minsk, Republic of Belarus);

Andrey V. Shamkalovich – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Neurosurgeon, Associate Professor at the Department of Nervous and Neurosurgical Diseases, Belarusian State Medical University (Minsk, Republic of Belarus);

Dmitriy P. Veevnik – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Neurosurgeon, Associate Professor at the Department of Nervous and Neurosurgical Diseases, Belarusian State Medical University (Minsk, Republic of Belarus).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: GLFJPZ

УДК 616-006.385

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_152



## НЕВРИНОМА ОТВОДЯЩЕГО НЕРВА: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**Вадим Николаевич Шиманский<sup>1</sup>**

Shimava@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-3816-847X, SPIN-код: 6970-6906

**Иван Олегович Кугушев<sup>1</sup>**

ikugushev@nsi.ru, orcid.org/0000-0001-8542-0060, SPIN-код: 2166-4807

**Анна Борисовна Кадашева<sup>1</sup>**

AKadasheva@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-1416-6936, Author ID: 669387

**Сергей Владимирович Таняшин<sup>1</sup>**

STanyashin@nsi.ru, orcid.org/0000-0001-8351-5074, SPIN-код: 5490-1820

**Владимир Кириллович Пошатаев<sup>1</sup>**

vposhataev@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-3279-3733, SPIN-код: 5349-2639

**Кирилл Викторович Шевченко<sup>1</sup>**

kshevchenko@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-3732-6664, SPIN-код: 8073-0684

**Василий Витальевич Карнаухов<sup>1</sup>**

VKarnayhov@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-2581-8648, SPIN-код: 6112-2714

**Мария Владимировна Колычева<sup>1</sup>**

Kolich@nsi.ru, orcid.org/000-0002-7741-6616, Author ID: 669384

**Татьяна Юрьевна Безбородова<sup>1</sup>**

TBezborodova@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-2490-1682, SPIN-code: 3917-3465

**Лариса Алексеевна Сиднева<sup>1</sup>**

SidnevaLA@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-2490-1682

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, (ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16, Москва, Российская Федерация, 125047)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Невриномы отводящего нерва являются крайне редкой нейрохирургической патологией. Особенностью этих опухолей являются диагностические трудности на дооперационном этапе, так как нередко новообразования имитируют невриномы Гассерова узла. Нерешенной проблемой остается и часто сохраняющиеся после операции глазодвигательные нарушения.

**КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ.** Мы сообщаем о редком наблюдении такой опухоли. Мужчина, 38 лет, обратился с жалобами, характерными для поражения левого мостомозжечкового угла. Магнитно-резонансная томография показала наличие гантельвидной опухоли с парастволовым и параселлярным узлами, по своим рентгенологическим характеристикам – типичная невринома ганглия тройничного нерва. Интраоперационно верифицирована невринома левого отводящего нерва, разрушающая канал Дорелло, при этом целостность нерва была анатомически нарушена опухолью. Морфологическое исследование подтвердило диагноз «Невринома». До операции у пациента наблюдались парез левого отводящего нерва, нарушение функции лицевой мускулатуры и пирамидная недостаточность, после операции – паралич отводящего нерва и некоторое нарастание гемипареза.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Клинические особенности и нейрорентгенологические признаки зачастую недостаточны для постановки точного предоперационного диагноза. Заподозрить источник роста (отводящий нерв) можно при тщательном сборе анамнеза, когда недостаточность отводящего нерва появляется раньше остальных, гораздо более грубых в расцвете заболевания, симптомов. Диагноз «Невринома отводящего нерва» устанавливается интраоперационно и подтверждается при патоморфологическом исследовании. Необходимо подчеркнуть важность как можно более ранней диагностики этой патологии, тщательного сбора анамнеза и своевременного проведения нейровизуализационного обследования в целях улучшения результатов лечения, предотвращения появления грубых глазодвигательных расстройств после операции.

**Ключевые слова:** невринома отводящего нерва, невринома ганглия тройничного нерва, кистозная невринома, канал Дорелло

**Для цитирования:** Шиманский В. Н., Кугушев И. О., Кадашева А. Б., Таняшин С. В., Пощатаев В. К., Шевченко К. В., Карнаухов В. В., Колычева М. В., Безбородова Т. Ю., Сиднева Л. А. Невринома отводящего нерва: клинический случай и обзор литературы // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 152–160. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_152.

## ABDUCENS NERVE SCHWANNOMA: A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW

**Vadim N. Shimansky<sup>1</sup>**

Shimava@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-3816-847X, SPIN-code: 6970-6906

**Ivan O. Kugushev<sup>1</sup>**

✉ikugushev@nsi.ru, orcid.org/0000-0001-8542-0060, SPIN-code: 2166-4807

**Anna B. Kadasheva<sup>1</sup>**

AKadasheva@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-1416-6936, Author ID: 669387

**Sergey V. Tanyashin<sup>1</sup>**

STanyashin@nsi.ru, orcid.org/0000-0001-8351-5074, SPIN-code: 5490-1820

**Vladimir K. Poshataev<sup>1</sup>**

vposhataev@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-3279-3733, SPIN-code: 5349-2639

**Kirill V. Shevchenko<sup>1</sup>**

kshevchenko@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-3732-6664, SPIN-code: 8073-0684

**Vasili V. Karnaughov<sup>1</sup>**

VKarnayhov@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-2581-8648, SPIN-code: 6112-2714

**Mariya V. Kolycheva<sup>1</sup>**

Kolich@nsi.ru, orcid.org/000-0002-7741-6616, Author ID: 669384

**Tatyana Yu. Bezborodova<sup>1</sup>**

TBezborodova@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-2490-1682, SPIN-код: 3917-3465

**Larisa A. Sidneva<sup>1</sup>**

SidnevaLA@nsi.ru, orcid.org/0000-0003-2490-1682

<sup>1</sup> N. N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery  
(16 4<sup>th</sup> Tverskaya-Yamskaya street, Moscow, Russian Federation, 125047)

### Abstract

**INTRODUCTION.** Abducens nerve schwannoma are an extremely rare neurosurgical pathology. The peculiarity of these tumors is diagnostic difficulties at the preoperative stage, as often the neoplasms mimic schwannoma of the Gasser's ganglion. Often persisting oculomotor disorders after surgery remain an unsolved problem.

**CASE REPORT.** We report a rare observation of such a tumor. A 38-year-old man presented with complaints characteristic of a left cerebellopontine angle lesion. Magnetic resonance imaging showed the presence of a dumbbell-shaped tumor with near the brainstem and parasellar nodes; its radiological characteristics were typical schwannoma of the Gasser's ganglion. Intraoperatively, a left abducens nerve schwannoma destroying Dorello's canal was verified, and the integrity of the nerve was anatomically disrupted by the tumor. Morphologic examination confirmed the diagnosis of schwannoma. Before surgery, the patient had paresis of the left abducens nerve, facial musculature dysfunction, and pyramidal insufficiency; after surgery, paralysis of the abducens nerve and some increase in hemiparesis were observed.

**CONCLUSION.** Clinical features and neuro-radiologic signs are often insufficient to make an accurate preoperative diagnosis. The source of the growth (the diverting nerve) can be suspected by careful history taking, when abducens nerve insufficiency appears before other symptoms, which are much more severe in the prime of the disease. The diagnosis of "abducens nerve schwannoma" is established intraoperatively and confirmed by pathomorphologic examination. It is necessary to emphasize the importance of the earliest possible diagnosis of this pathology, careful collection of anamnesis and timely neuroimaging examination in order to improve the results of treatment and prevent the appearance of gross oculomotor disorders after surgery.

**Keywords:** abducens nerve schwannoma, schwannoma of the Gasser's ganglion, cystic schwannoma, Dorello's canal

**For citation:** Shimansky V. N., Kugushev I. O., Kadasheva A. B., Tanyashin S. V., Poshataev V. K., Shevchenko K. V., Karnaughov V. V., Kolycheva M. V., Bezborodova T. Yu., Sidneva L. A. *Abducens nerve schwannoma: a case report and literature review. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):152–160. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_152.*

## Введение

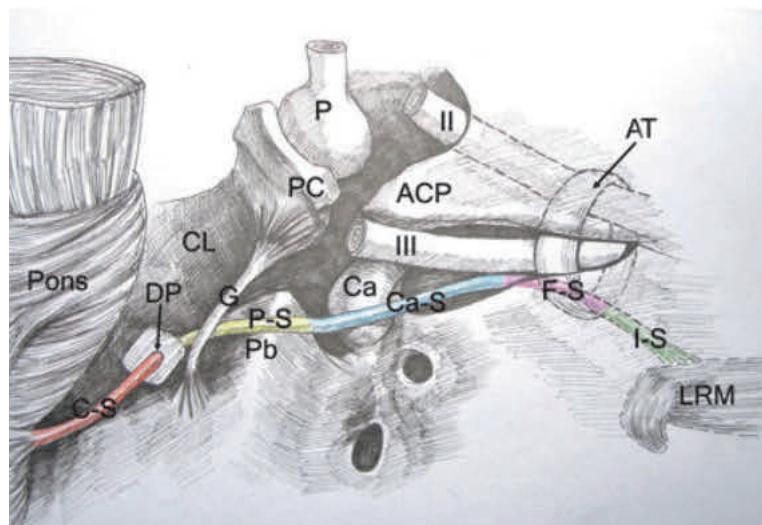
Невриномы черепных нервов, по данным мировой литературы, составляют 8 % от всех внутричерепных новообразований [1]. Интракраниальные невриномы обычно возникают из чувствительных черепных нервов, наиболее часто поражаются преддверно-улитковый нерв и ганглий тройничного нерва [2–4]. Из глазодвигательных нервов опухоли развиваются редко, при этом местом их «излюбленной» локализации является кавернозный синус. На сегодняшний момент среди неврином двигательных черепных нервов в литературе описано всего 30 патологоанатомически подтвержденных случаев неврином отводящего нерва. Особое место в этих сообщениях занимает проблема восстановления глазодвигательной функции после операции, что случается редко: полностью она восстановилась лишь в 6 случаях и частично – в 3 [5–14].

Первое наблюдение невриномы отводящего нерва было описано Bing-huan в 1981 г. [15]. По данным литературы, средний возраст пациентов с невриномой отводящего нерва составляет 45 лет с пиком частоты в пятом десятилетии

(39 %). Младшему пациенту было 10 лет, старшему – 66 [14]. Наиболее часто невриномы отводящего нерва встречались у женщин (56 против 44 %). Tung классифицировал невриномы отводящего нерва, подразделяя их на два типа в зависимости от расположения: 1-й тип возникает в кавернозном синусе, а 2-й – в препонтийной цистерне [16]. Shibao описал случай невриномы отводящего нерва, располагающейся как в параселлярном пространстве, так и препонтийной цистерне, и, поскольку данный случай не мог быть отнесен ни к одному из ранее описанных типов, Shibao предложил 3-й тип – гантелевидный [17]. В данной статье мы представляем такое редкое клиническое наблюдение – больного с гантелевидной невриномой отводящего нерва, клинически и рентгенологически имитирующей классическую невриному Гассерова узла.

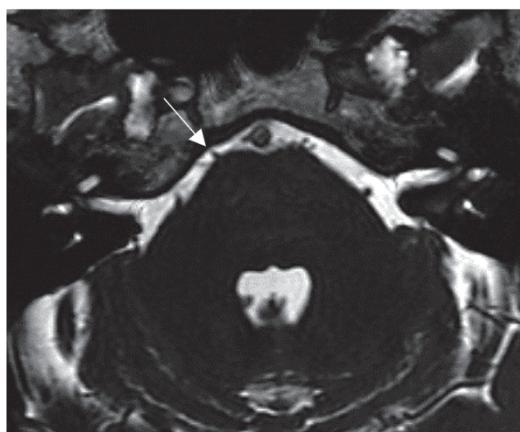
## Топография отводящего нерва и канала Дорелло

Отводящий нерв – глазодвигательный черепной нерв, который иннервирует латеральную прямую мышцу глаза и имеет самый



**Рис. 1.** Основание черепа, латеральный вид правого отводящего нерва: C-S (цистернальный сегмент) – простирается от зоны выхода на уровне pontomedуллярной борозды до входа в канал Дорелло; P-S (петрокливальный сегмент) – проходит через канал Дорелло; Ca-S (каротидный сегмент) – расположен в кавернозном синусе; F-S (фиссулярный сегмент) – проходит через верхнюю глазничную щель; I-S (внутрглазничный сегмент) – от общего сухожильного кольца до латеральной прямой мышцы глаза; II – зрительный нерв; III – глазодвигательный нерв; ACP – передний клиновидный отросток; AT – общее сухожильное кольцо; Ca – внутренняя сонная артерия; CL – скат; DP – вход в канал Дорелло; G – связка Грубера; LRM – латеральная прямая мышца глаза; P – гипофиз; Pb – верхушка пирамиды височной кости; PC – задний наклоненный отросток

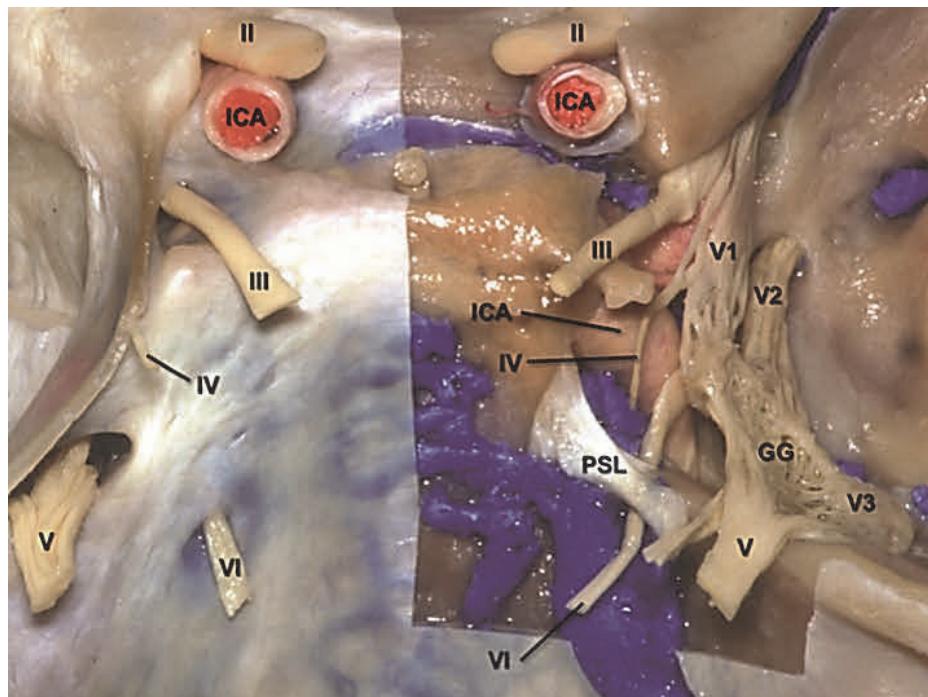
**Fig. 1.** Skull base. Lateral view of the right abducens nerve: C-S (cisternal segment) – extends from the exit area at the level of the pontomedullary sulcus to the entrance to Dorello's canal; P-S (petroclival segment) – passes through Dorello's canal; Ca-S (carotid segment) – located in the cavernous sinus; F-S (fissural segment) – passes through the superior orbital fissure; I-S (intraocular segment) – from the common tendon ring to the lateral rectus oculi muscle; II – optic nerve; III – oculomotor nerve; ACP – anterior clinoid process; AT – common tendon ring; Ca – internal carotid artery; CL – clivus; DP entrance to Dorello's canal; G – Gruber's ligament; LRM – lateral rectus muscle of the eye; P – pituitary gland; Pb – apex of the temporal bone pyramid; PC – posterior clinoid process



**Рис. 2.** Магнитно-резонансная томограмма здорового человека в режиме FIESTA-C. Белой стрелкой указана цистернальная часть отводящего нерва у канала Дорелло  
**Fig. 2.** MRI of a healthy person in FIESTA-C image. White arrow indicates the cisternal part of the abducens nerve at Dorello's canal

длинный ход, проходя через основание черепа. Он делится на пять сегментов: цистернальный, петроклиivalный, каротидный, фиссуральный и внутриглазничный (рис. 1; 2).

Изучая анатомию отводящего нерва, первоначально чрезвычайно важно знать область основания черепа, в которой он проходит, – канал Дорелло. Первое описательное исследование топографической зоны, в которой проходит отводящий нерв у вершины пирамиды височной кости, было проведено русским анатомом Венцелем Грубером (1814–1890 гг., Карлов университет) в 1859 г. Грубер описал связку, идущую от вершины пирамиды височной кости к заднему наклоненному отростку, и дал ей название «петросфеноидальная». Позже, в 1872 г., итальянский анатом Примо Дорелло (1872–1963 гг., Римский университет) провел более подробное исследование сphenопетроклиivalной области, в котором описал фиброзно-костный канал длиной от 6 до 12 мм и шириной 1–3 мм, который теперь называют «каналом Дорелло». Канал Дорелло представляет собой дугообразную структуру костно-фиброзного характера, расположенную в месте слия-



**Рис. 3.** Фотография современного микроанатомического кадаверного среза, демонстрирующего канал Дорелло, отводящий нерв и окружающие структуры. Петросфеноидальная связка обнажается после удаления петроклиivalного венозного слияния: GG – Гассеров ганглий; ICA – внутренняя сонная артерия; II – зрительный нерв; III – глазодвигательный нерв; IV – блоковый нерв; PSL – петросфеноидальная связка (связка Грубера); V – тройничный нерв; VI – отводящий нерв; V1 – глазной нерв; V2 – верхнечелюстной нерв; V3 – нижнечелюстной нерв (Rhoton Jr. A. L. Rhoton's cranial anatomy and surgical approaches. Oxford University Press, 2019)

**Fig. 3.** Photograph of a modern microanatomical cadaver dissection demonstrating Dorello's canal, the abducens nerve, and surrounding structures. The petrosphenoidal ligament is exposed after removal of the petroclival venous confluence: GG – Gasserian ganglion; ICA – internal carotid artery; II – optic nerve; III – oculomotor nerve; IV – trochlear nerve; PSL – petrosphenoidal ligament (Gruber's ligament); V – trigeminal nerve; VI – abducens nerve; V1 – ophthalmic nerve; V2 – maxillary nerve; V3 – mandibular nerve (Rhoton Jr. A. L. Rhoton's cranial anatomy and surgical approaches. Oxford University Press; 2019)

ния петроклиivalьных вен, она ограничена каменисто-клиновидной связкой, верхушкой пирамиды височной кости и латеральным краем верхней части ската. Задней границей канала является вход отводящего нерва в твердую мозговую оболочку задней черепной ямки, а передней границей – его вход в кавернозный синус (рис. 3). В канале проходят отводящий нерв, нижний каменистый синус и дорсальная менингеальная артерия или ее медиальная ветвь. Канал Дорелло связывает содержащиеся в нем структуры и существенно ограничивает их подвижность. Внутричерепная гипертензия, венозный застой или опухолевое воздействие могут вызвать компрессию отводящего нерва в этом пространстве и связанные с ней симптомы. Такая компрессия не только ограничивает функцию латеральной прямой мышцы глазного яблока, но и, в дополнение к этому, приводит к классической паралитической эзотропии и (или) вертикальному торсиионному дефициту.

### Клиническое наблюдение

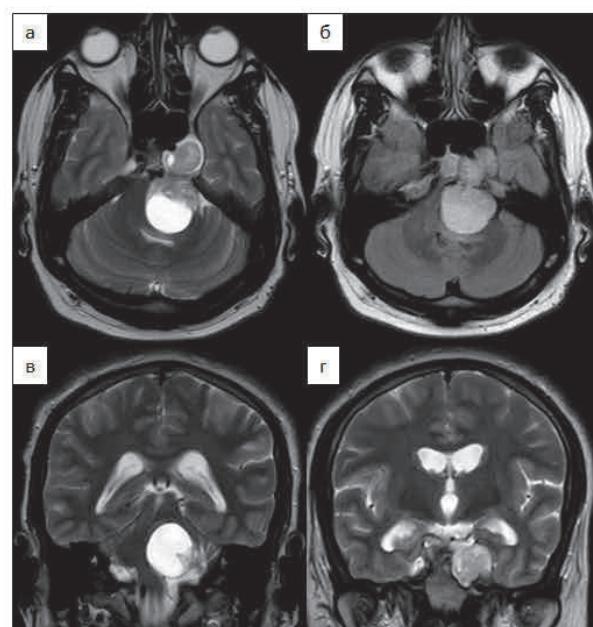
Пациент М., 38 лет, уроженец Средней Азии, поступил в клинику Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко с жалобами на двоение предметов, снижение чувствительности в левой половине лица и правых конечностях, снижение силы в правой руке, а также затруднение при проглатывании пищи. Из анамнеза жизни известно, что в 2008 г. перенес ампутацию левой ноги до средней трети бедра в связи с прогрессирующей остеобластокластомой большеберцовой кости, в последующем проведена комплексная химиолучевая терапия, учитывая метастазирование в левую паховую область. Стоит отметить, что остеобластокластома является довольно редкой доброкачественной опухолью, в литературе описаны единичные случаи метастазирования. Больной проходил лечение по месту жительства.

В начале 2023 г. пациент впервые начал отмечать двоение при взоре влево, затем через 4 месяца присоединилось снижение чувствительности левой половины лица и нарушение глотания, а за 3 недели до госпитализации развились правосторонняя пирамидная недоста-

точность. При осмотре выявлен грубый неврологический дефицит: парез левого отводящего нерва, гипестезия левой половины лица, снижение корнеального рефлекса слева, девиация языка влево, дисфагия, голос с носовым оттенком, правосторонний гемипарез – 4 балла, гипестезия правых конечностей (больше дистальных отделов), интенция при выполнении пальце-носовой пробы.

При магнитно-резонансной томографии (МРТ) головы с контрастным усилением была выявлена опухоль паравентрикулярной локализации слева с ростом в заднюю и среднюю черепные ямки, компримирующая ствол головного мозга. По своим рентгенологическим характеристикам – классическая гантелевидная невринома ганглия тройничного нерва (рис. 4).

Пациенту было предложено оперативное лечение, учитывая развернутую клиническую картину невриномы тройничного нерва слева в виде тригеминального синдрома, глазодвигательных, бульбарных, мозжечковых и вторичных стволовых нарушений, вызванных объ-

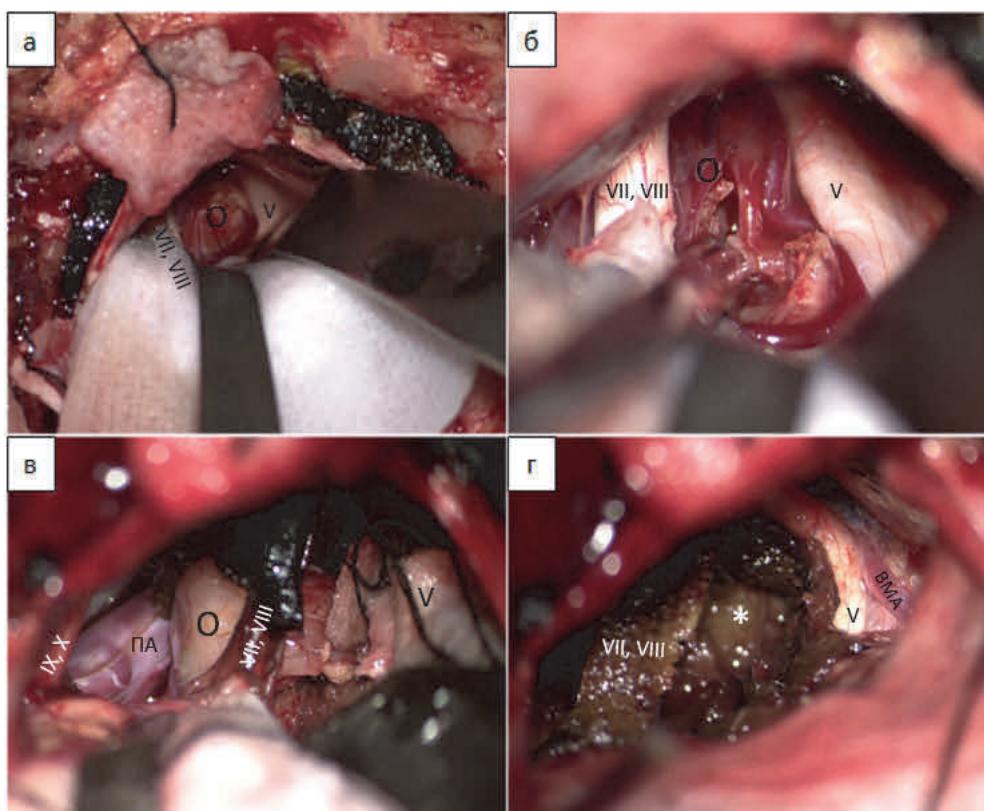


**Рис. 4.** МРТ головного мозга пациента М. до операции. Опухоль левого мостомозжечкового угла, компримирующая ствол головного мозга: *а* – аксиальный срез в Т2-режиме; *б* – аксиальный срез в режиме FLAIR; *в* – коронарный срез, опухоль в задней черепной ямке; *г* – коронарный срез, опухоль в средней черепной ямке  
**Fig. 4** MRI of the brain of patient M. before surgery. Tumor of the left cerebellopontine angle compressing the brainstem: *a* – axial slice in T2 image; *b* – axial slice in FLAIR image; *c* – coronal slice, tumor in the posterior cranial fossa; *d* – coronal slice, tumor in the middle cranial fossa

емным воздействием опухоли на интракраниальные структуры левого мостомозжечкового угла, а также онкологический анамнез с метастазированием.

Протокол операции: выполнена стандартная ретросигмовидная трепанация. Произведен подковообразный разрез твердой мозговой оболочки (ТМО) с основанием к горизонтальной части чешуи затылочной кости, и после тракции мозжечка опорожнена левая базальная цистерна. Напряжение мозжечка уменьшилось. Произведен дополнительный разрез оболочки над левой гемисферой мозжечка с продолжением его к месту перехода сигмовидного синуса в поперечный. Произведена тракция гемисферы мозжечка, опорожнена церебелло-медуллярная арахноидальная цистерна, откуда стал обильно поступать ликвор, также обнаружена опухоль светло-желтого цвета. На оральном полюсе располагался интактный тройничный нерв, на задней поверхности – интактная деформированная акустико-фациальная групп-

па нервов, на нижнем полюсе – каудальная группа нервов (рис. 5, а). При нейрофизиологическом мониторинге (Medtronic NIM 3.0) лицевой нерв, двигательные волокна тройничного нерва давали стойкий положительный ответ. Произведены смещение арахноидальной оболочки, коагуляция поверхности опухоли в промежутке между тройничным и акустико-фациальными нервами (рис. 5, б). Далее произведено рассечение поверхности опухоли и интракапсулярное ее удаление при помощи вакуумного аспиратора, окончного пинцета, ближе к поверхности – микроножницами. Удаление опухоли сопровождалось умеренным кровотечением. Опухоль умеренной плотности, неоднородная, с очагами кровоизлияний и нескользкими кистами, в том числе одной большой кистой в строме опухоли. Далее начато удаление орального полюса опухоли, от которого отделен интактный тройничный нерв вплоть до Меккелевой полости обычного размера и формы. Здесь же освобождены верхняя мозжечко-



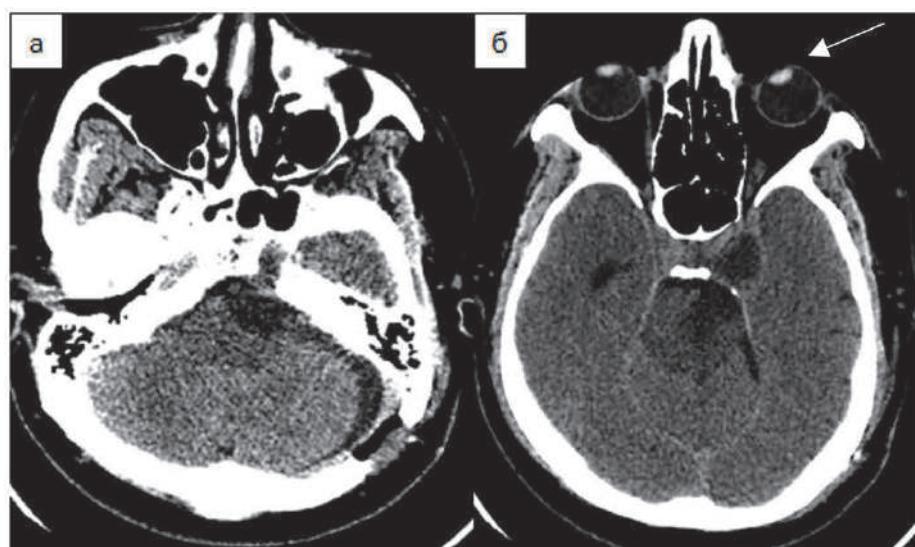
**Рис. 5.** Этапы микрохирургического удаления опухоли: V – тройничный нерв; VII, VIII – акустико-фасциальная группа нервов; IX, X – каудальная группа нервов; PA – позвоночная артерия; O – опухоль; BMA – верхняя мозжечковая артерия; \* – ложе удаленной опухоли

**Fig. 5.** Stages of microsurgical tumor removal: V – trigeminal nerve; VII, VIII – acoustic-facial nerve group; IX, X – caudal nerve group; PA – vertebral artery; O – tumor; BMA – superior cerebellar artery; \* – bed of the removed tumor

вая артерия и блоковый нерв. Затем произведено удаление опухоли перед акустофациальной группой нервов. Здесь опухоль имела четкие границы с мозгом (стволом). Лицевой нерв давал стойкий положительный ответ. После удаления этой части опухоли выявлены нарушение анатомической целостности отводящего нерва и разрушение пирамиды в области канала Дорелло, он также разрушен, расширен, и в нем располагалась опухоль. После удаления этой части опухоли визуализирована основная артерия с отходящей от нее передней нижней мозжечковой артерией. Затем постепенно иссекались медиальная и латеральная части опухоли. В последнюю очередь под акустофациальной группой нервов удалена каудальная часть опухоли, от которой отделены одноименные нервы, позвоночная и задняя нижняя мозжечковая артерии (рис. 5, в). После этого можно говорить о полном удалении интракраниального узла опухоли в задней черепной ямке (рис. 5, г). В конце операции лицевой нерв и двигательная порция тройничного нерва давали стойкий положительный ответ на всем протяжении при силе тока 0,5 мА (Medtronic NIM 3.0). Гемостаз в ложе удаленной опухоли при помощи Тахокомба и гемостатической марли. ТМО ушита по технике «сэндвич» («Тахокомб – ТМО – Тахокомб»). Послойное герметичное ушивание мягких тканей, швы на кожу.

При контрольной компьютерной томографии (КТ) сразу же после оперативного вмешательства признаки кровоизлияния и гидроцефалии отсутствовали, опухоль из задней черепной ямки удалена totally (рис. 6).

В послеоперационном периоде, помимо имевшегося неврологического дефицита, усугубился правосторонний гемипарез до 2 баллов, и появился периферический парез лицевой мускулатуры слева (4 балла по шкале House – Brackmann). В последующем на протяжении госпитального этапа пациенту проводились реабилитационные мероприятия, и пациент выписан на 10-е сутки после операции. На момент выписки в неврологическом статусе отмечалось: сознание ясное. Инструкции выполняет. Субъективно запахи различает. Глазные щели D=S, фотопреакция живая. Паралич левого отводящего нерва. Гипестезия левой половины лица, корнеальный рефлекс снижен слева. Лицо асимметричное (по классификации House – Brackmann: справа – 1 балл; слева – 4 балла). Слух по шкале Гарднера – Робертсона отличный с двух сторон. Девиация языка влево. Дисфагия, голос с носовым оттенком.Правосторонний гемипарез: 3 балла в ноге, 2 балла в руке. Гипестезия правых конечностей (больше дистальных отделов). Пальце-носовая проба слева с грубой интенцией. Менингиальные знаки отрицательные.



**Рис. 6.** Послеоперационная компьютерная томография: *а* – totally удаленный узел в задней черепной ямке; *б* – параселлярный узел опухоли в средней черепной ямке. Белой стрелкой указана паралитическая эзотропия  
**Fig. 6.** Postoperative computer tomography: *a* – total removed node in the posterior cranial fossa; *b* – parasellar tumor node in the middle cranial fossa. The white arrow indicates paralytic esotropia

При паталогоанатомическом исследовании опухоли морфологическая картина соответствует невриноме (Grade I).

Через 1 месяц планировался второй этап хирургического лечения – удаление параселлярного узла, однако связь с пациентом была утрачена, ввиду чего дальнейшее развитие заболевания неизвестно.

## Обсуждение

Невриномы отводящего нерва встречаются редко и обычно ошибочно диагностируются как невриномы слухового или тройничного нерва. В результате анализа литературы, мы сообщаем о втором случае гантелевидной невриномы отводящего нерва (тип 3), мимикрующей под невриному ганглия тройничного нерва. Тем не менее при анализе анамнестических данных можно было заподозрить невриному именно отводящего нерва, так как заболевание манифестировало двоением и сходящимся косоглазием, а не нарушениями чувствительности, как при невриномах тройничного нерва. Стоит отметить, что деструкция пирамиды височной кости при невриноме тройничного ганглия случается выше по уровню, чем при невриноме отводящего нерва. Характерной рентгенологической картины КТ в bone-window мы не увидели. Тактика хирургического лечения была разделена на два этапа. Первым этапом было выполнено удаление опухолевого узла из задней черепной ямки, ввиду превалирующего симптомокомплекса и риска аксиальной дислокации. К сожалению, анатомическая целостность отводящего нерва была нарушена опухолью, что привело к паралитической эзотропии. Вторым этапом планировалось трансназальное удаление с последующей лучевой терапией на ложе удаленной опухоли, однако связь с пациентом была утеряна. Необходимы дальнейшие исследования для улучшения диагностики и хирургического лечения неврином отводящего нерва с целью сохранения глазодвигательной функции.

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

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

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (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. Kleihues P., Cavenee W. K. Pathology and genetics of tumours of the nervous system. Oxford university press, USA; 1997.
2. Celli P., Ferrante L., Acqui M., Mastronardi L., Fortuna A., Palma L. Neurinoma of the third, fourth, and sixth cranial nerves: a survey and report of a new fourth nerve case. *Surg Neurol.* 1992;38(3):216–224. Doi: 10.1016/0090-3019(92)90172-j. PMID: 1440207.
3. Флуоресцентная интраоперационная диагностика при хирургии шванном – обзор литературы / А. Ю. Рында [и др.] // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2023. Т. 15, № 2. С. 145–154. [Rynda A. Yu., Olyushin V. E., Rostovtsev D. M., Kukanov K. K., Pustovoi S. V., Ulitin A. Yu., Tastanbekov M. M., Zabrodskaya Yu. M., Dikonenko M. V. Fluorescent Intraoperative Diagnosis in Schwannoma Surgery – Literature Review. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2023;15(2):145–154. (In Russ.)]. Doi: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_2\_145.
4. Возможности интраоперационной флуоресцентной биовизуализации нервов в нейрохирургической практике / А. Ю. Рында [и др.] // Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2023. Т. 15, № 1. С. 68–83. [Rynda A. Yu., Olyushin V. E., Rostovtsev D. M., Kukanov K. K., Pustovoi S. V., Zabrodskaya Yu. M. Possibilities of intraoperative fluorescent bioimaging of nerves in neurosurgical practice. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2023;15(1):68–83. (In Russ.)]. Doi: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_1\_68.
5. Nakamizo A., Matsuo S., Amano T. Abducens Nerve Schwannoma: A Case Report and Literature Review. *World Neurosurg.* 2019;125:49–54. Doi: 10.1016/j.wneu.2019.01.123. PMID: 30716483.
6. Chen B. H. Neurinoma of the abducens nerve. *Neurosurgery.* 1981;9(1):64–66. Doi: 10.1097/00006123-198107000-00011. PMID: 7279175.
7. Suetake K., Kurokawa Y., Uede T., Momota H., Hashi K. A case of abducens neurinoma mimicking acoustic neurinoma. *Comput Med Imaging Graph.* 1998;22(3):257–261. Doi: 10.1016/s0895-6111(98)00023-8. PMID: 9740043.
8. Nakamura M., Carvalho G. A., Samii M. Abducens nerve schwannoma: a case report and review of the literature. *Surg Neurol.* 2002;57(3):183–188. Doi: 10.1016/s0090-3019(01)00670-x. PMID: 12009546.
9. Nakagawa T., Uchida K., Ozveren M. F., Kawase T. Abducens schwannoma inside the cavernous sinus proper: case report. *Surg Neurol.* 2004;61(6):559–563. Doi: 10.1016/S0090-3019(03)00580-9. PMID: 15165798.
10. Vachata P., Sames M. Abducens nerve schwannoma mimicking intrinsic brainstem tumor. *Acta Neurochir (Wien).* 2009;151(10):1281–1287. Doi: 10.1007/s00701-009-0302-9. PMID: 19357806.
11. Park J. H., Cho Y. H., Kim J. H., Lee J. K., Kim C. J. Abducens nerve schwannoma: case report and review of

- the literature. *Neurosurg Rev.* 2009;32(3):375–378. Doi: 10.1007/s10143-009-0203-7. PMID: 19418078.
12. *Lee S. K., Moon K. S., Lee K. H., Jung S.* Cystic Abducens Schwannoma without Abducens Paresis: Possible Role of Cisternal Structures in Clinical Manifestation. *J Korean Neurosurg Soc.* 2013;53(6):374–376. Doi: 10.3340/jkns.2013.53.6.374. PMID: 24003375; PMCID: PMC3756133.
13. *Kumar R., Kothiwala A., Ghosh R.* Sixth nerve schwannoma. *Neurol India.* 2014;62(1):99–100. Doi: 10.4103/0028-3886.128355. PMID: 24608481.
14. *Sun H., Sharma K., Kalakoti P., Thakur J. D., Patra D. P., Konar S., Maiti T., Akbarian-Tefaghi H., Bollam P., Notarianni C., Nanda A.* Factors Associated with Abducens
- Nerve Recovery in Patients Undergoing Surgical Resection of Sixth Nerve Schwannoma: A Systematic Review and Case Illustration. *World Neurosurg.* 2017;(104):883–899. Doi: 10.1016/j.wneu.2017.04.146. PMID: 28465275.
15. *Chen B. H.* Neurinoma of the abducens nerve. *Neurosurgery.* 1981;9(1):64–66. Doi: 10.1097/00006123-198107000-00011. PMID: 7279175.
16. *Tung H., Chen T., Weiss M. H.* Sixth nerve schwannomas. Report of two cases. *J Neurosurg.* 1991;75(4):638–641. Doi: 10.3171/jns.1991.75.4.0638. PMID: 1885983.
17. *Shibao S., Hayashi S., Yoshida K.* Dumbbell-shaped abducens schwannoma: case report. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2014;54(4):331–336. Doi: 10.2176/nmc.cr2012-0304. PMID: 24201095; PMCID: PMC4533476.

### Сведения об авторах

*Вадим Николаевич Шиманский* – доктор медицинских наук, профессор Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Иван Олегович Кугушев* – аспирант Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Анна Борисовна Кадашева* – доктор медицинских наук, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Сергей Владимирович Танышин* – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Владимир Кириллович Пощатов* – доктор медицинских наук, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Кирилл Викторович Шевченко* – кандидат медицинских наук, научный сотрудник Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Василий Витальевич Карнаухов* – кандидат медицинских наук, научный сотрудник Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Мария Владимировна Колычева* – кандидат медицинских наук, Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Татьяна Юрьевна Безбородова* – аспирант Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия);

*Лариса Алексеевна Сиднева* – аспирант Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко (Москва, Россия).

### Information about the authors

*Vadim N. Shimansky* – Dr. of Sci. (Med.), Full Professor, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Ivan O. Kugushev* – Postgraduate Student, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Anna B. Kadasheva* – Dr. of Sci. (Med.), N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Sergey V. Tanyashin* – Dr. of Sci. (Med.), Chief Researcher, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Vladimir K. Poshataev* – Dr. of Sci. (Med.), N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Kirill V. Shevchenko* – Cand. of Sci. (Med.), Junior Researcher, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Vasily V. Karnaukhov* – Cand. of Sci. (Med.), Researcher, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Mariya V. Kolycheva* – Cand. of Sci. (Med.), Researcher, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Tatiana Yu. Bezbordova* – Postgraduate Student, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia);

*Larisa A. Sidneva* – Postgraduate Student, N. N. Burdenko National medical research center of neurosurgery (Moscow, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

EDN: GJTSKC

УДК (616.711-002)

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_161



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСЕРВАТИВНОГО И ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНОГО НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО СПОНДИЛОДИСЦИТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Роман Владиславович Рыбас<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-0001-7510-6991

**Гиа Гарегинович Шагинян<sup>1, 2</sup>**

orcid.org/0000-0001-6636-4817

**Михаил Давидович Маглаперидзе<sup>2</sup>**

orcid.org/0009-0006-4987-0682

**Геннадий Сергеевич Ариянц<sup>2</sup>**

✉ rec011rar@yandex.ru, orcid.org/0009-005-8367-934X

<sup>1</sup> Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» – Пензенский институт усовершенствования врачей (ул. Стасова, д. 8А, г. Пенза, Российской Федерации, 440060)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 125993)

### Резюме

Частота спондилодисцита составляет 1,0–2,5 случая на 100 000 населения, или 4–8 % в общей структуре остеомиелита. В некоторых исследованиях данные об общей заболеваемости варьируются от 2,2 до 11,3 случая на 100 000 населения и выше.

Цель исследования – показать значимость комплексного подхода к лечению воспалительных заболеваний позвоночника. Проведен сравнительный анализ актуальных научных статей. Летальность при спондилодисците вследствие неадекватного лечения достигает 20 % случаев. Для того, чтобы избежать неадекватного лечения, требуется создание единого протокола по ведению пациентов из данной группы.

**Ключевые слова:** спондилодисцит, спондилит, дисцит, воспалительное заболевание позвоночника

**Для цитирования:** Рыбас Р. В., Шагинян Г. Г., Маглаперидзе М. Д., Ариянц Г. С. Сравнительный анализ консервативного и оперативного лечения гнойного неспецифического спондилодисцита (обзор литературы) // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 3. С. 161–168. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_161.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSERVATIVE AND SURGICAL TREATMENT OF PURULENT NONSPECIFIC SPONDYLODISCITIS (LITERATURE REVIEW)

**Roman V. Rybas<sup>1</sup>**

orcid.org/0000-0001-7510-6991

**Guia G. Shahinian<sup>1, 2</sup>**

orcid.org/0000-0001-6636-4817

**Michail D. Maglaperidze<sup>2</sup>**

orcid.org/0009-0006-4987-0682

**Gennadiy S. Ariyants<sup>2</sup>**

✉ rec011rar@yandex.ru, orcid.org/0009-005-8367-934X

<sup>1</sup> Penza Institute of Advanced Medical Training – branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (8A Stasova street, Penza, Russian Federation, 440060)

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (2/1 Barrikadnaya street 1, Moscow, Russian Federation, 125993)

### Abstract

The incidence of spondylodiscitis is 1.0–2.5 cases per 100 000 population, accounting for 4–8 % of the total incidence of osteomyelitis. In some studies, the overall incidence ranges from 2.2 to 11.3 cases per 100 000 and higher.

**The aim** of the study – to demonstrate the significance of a comprehensive approach to the treatment of inflammatory diseases of the spine.

A comparative analysis of relevant scientific articles was performed. Lethality in spondylodiscitis due to inadequate treatment reaches 20% of cases. In order to avoid inadequate treatment it is necessary to create a unified protocol for the management of patients from this group.

**Keywords:** spondylodiscitis, spondylitis, discitis, inflammatory spine disease

**For citation:** Rybas R. V., Shahinian G. G., Maglaperidze M. D., Ariyants G. S. Comparative analysis of conservative and surgical treatment of purulent nonspecific spondylodiscitis (literature review). Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(3):161–168. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_3\_161.

## Консервативное лечение гнойного неспецифического спондилодистита

Консервативное лечение гнойного неспецифического спондилодистита достигает эффективности в 72–85,7 % случаев. Микробиологическое выявление патогена является обязательным условием и основой для начала специфической длительной антибактериальной терапии с учетом чувствительности и дополнительной внешней иммобилизации [1, 2].

До получения результатов микробиологического исследования можно начать эмпирическую терапию антибактериальными препаратами, спектр действия которых охватывает наиболее распространенные микроорганизмы, такие как *S. aureus* и грамотрицательные палочки. В схему лечения должны быть включены антибактериальные препараты, активные в отношении MRSA (золотистого стафилококка) [3–5]. Эмпирическая antimикробная терапия должна проводиться против грамположительных микроорганизмов (стафилококк, включая MRSA и стрептококк) и грамотрицательных бацилл (наиболее часто – кишечная палочка). Соответственно, рекомендуемое лечение должно включать в себя ванкомицин и цефалоспорины третьего или четвертого поколения. Решение о прекращении антибактериальной терапии принимается с учетом улучшения клинической картины и постепенного снижения специфических маркеров воспаления, таких как скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и С-реактивный белок (СРБ). По мнению некоторых авторов, для оценки эффективно-

сти проводимой консервативной терапии единственным биологическим маркером воспаления, необходимым для мониторинга, является СРБ. Еженедельное снижение уровня СРБ на 50 % является хорошим показателем улучшения [6–8].

L. Bernard et al. опубликовали результаты многоцентрового рандомизированного контролируемого исследования, показавшего, что антибактериальная терапия при спондилодистите в течение 6 недель дает такой же результат, что и лечение антибиотиками в течение 12 недель при сроке наблюдения пациентов в течение 1 года. На сегодняшний день это единственная работа с рандомизированным исследованием антибактериальной терапии у пациентов с воспалительными заболеваниями позвоночника. Однако в ней не было установлено, в каком случае пациенты нуждаются в более длительной антибактериальной терапии [3].

Другие исследования показывают, что, по крайней мере, 8 недель лечения антибиотиками могут дать успешные результаты [9].

Рекомендации Американского общества инфекционных заболеваний (IDSA) предлагают пероральную терапию в случае хорошей биодоступности при приеме внутрь в качестве возможной альтернативы внутривенной терапии. Для этой цели подходят фторхинолоны, рифампицин, линезолид, тетрациклины и метронидазол [3, 8] (таблица).

Также при консервативной терапии назначается постельный режим, антикоагулянты в течение 3–4 недель. Впоследствии – иммоби-

## Рекомендации по лечению антибиотиками (согласно IDSA)

## Recommendations for antibiotic treatment (according to IDSA)

Патоген	Лечение первой линии	Альтернативное лечение
Стафилококки, чувствительные к оксациллину	Флуклоксациллин 1,5–2 г (3–4 р./сут.); Цефазолин 1–2 г (3 р./сут.); Цефтриаксон 2 г (1 р./сут.)	Ванкомицин внутривенно 15–20 мг/кг (2 р. в сутки) (контролировать уровень в сыворотке); Далтромицин 6–8 мг/кг в/в (1 р./сут.); Линезолид 600 мг перорально/в/в (2 р. в день); Левофлоксацин перорально 500–750 мг (1 р. в день) и Рифампин перорально 600 мг/день или Клиндамицин внутривенно 600–900 мг (3 р. в день)
<i>Staphylococci</i> , оксациллинрезистентные	Ванкомицин внутривенно 15–20 мг/кг (2 р./сут.) (контролировать уровень в сыворотке)	Далтромицин 6–8 мг/кг в/в (1 р./сут.); Линезолид 600 мг перорально/внутривенно (2 р./сут.); Левофлоксацин перорально 500–750 мг (1 р./сут.) и Рифампин перорально 600 мг/сут.
<i>Enterococcus spp.</i> , чувствительный к пенициллину	Пенициллин G 20–24 млн МЕ внутривенно непрерывно в течение 24 ч или в 6 частичных дозах; Ампициллин 12 г внутривенно непрерывно в течение 24 ч или в 6 частичных дозах	Ванкомицин 15–20 мг/кг внутривенно (2 р./сут.) (контролировать уровень в сыворотке); Далтромицин 6 мг/кг внутривенно (1 р./сут.); Линезолид 600 мг перорально или внутривенно (2 р. в день)
<i>Enterococcus spp.</i> , устойчивый к пенициллину	Ванкомицин внутривенно 15–20 мг/кг (2 р./сут.) (контролировать уровень в сыворотке)	Далтромицин 6 мг/кг внутривенно (1 р./сут.); Линезолид 600 мг перорально или в/в (2 р./сут.)
<i>β-Hemolytic streptococci</i>	Пенициллин G 20–24 млн МЕ внутривенно непрерывно в течение 24 ч или в 6 частичных дозах; Цефтриаксон 2 г внутривенно (1 р. в день)	Ванкомицин 15–20 мг/кг внутривенно (2 р./сут.) (контролировать уровень в сыворотке)
<i>Enterobacteriaceae</i>	Цефепим 2 г внутривенно (2 р./сут.); Эртапенем 1 г внутривенно (1 р./сут.)	Ципрофлоксацин 500–750 мг перорально (2 р./сут.); Ципрофлоксацин 400 мг внутривенно (2 р./сут.)

лизация ортезом от 1 до 3 месяцев. При отсутствии нестабильности позвоночника, требующей хирургического лечения, ношение жесткого (для шейного отдела позвоночника и зоны грудопоясничного перехода) или полужесткого (для поясничного уровня) корсета может уменьшить механическую боль, способствовать и ранней вертикализации, и реабилитации. На сегодняшний день стандартом консервативного лечения является назначение антибактериальной терапии согласно данным микробиологического исследования на чувствительность к антибиотикам [1, 4].

### Хирургическое лечение

В проекте Национальных клинических рекомендаций по инфекционным поражениям позвоночника показаниями к хирургическому лечению инфекционных спондилитов являются:

1) прогрессирование заболевания на фоне антибиотикотерапии;

2) появление/прогрессирование или сохранение неврологических нарушений при доказанном сдавлении спинного мозга эпидуральным абсцессом, секвестрами и т. д.;

3) хроническое течение спондилита, сопровождающееся клиническими жалобами (болями в спине, свищами, температурой, лабораторной активностью и (или) формированием нестабильности позвоночника, деформацией).

Противопоказания к оперативному лечению: абсолютные – крайне тяжелое соматическое состояние, угрожающее жизни пациента; относительные – субкомпенсированные показатели соматического статуса (септическое состояние, за исключением гнойных затеков и абсцессов, требующих неотложной операции); тяжелые сопутствующие заболевания и соматические состояния, при которых операция со-

пряжена с высоким риском летального исхода (ASA IV ст., APACHE >16 баллов) [1].

Эпидуральный абсцесс, осложненный неврологической симптоматикой, требует срочного оперативного вмешательства [4, 10].

При наличии неврологического дефицита декомпрессия и инструментальная фиксация позвоночника могут быть выполнены в рамках одной и той же операции, даже в условиях острого гнойного процесса. Но если деформация и боль не сопровождаются неврологическими нарушениями, по мнению ряда авторов, инструментальная коррекция деформации может быть отложена до тех пор, пока инфекция не будет купирована антибактериальной терапией, после чего может быть выполнена коррекция нестабильности и деформации сегмента позвоночника [4].

Радикальная санация, или дренирование очага спондилодисцита, является обязательным этапом хирургического лечения и включает в себя иссечение всех инфицированных и некротизированных костных тканей и пораженных межпозвонковых дисков, а также удаление или дренирование паравертебральных абсцессов [11, 12].

Передний доступ классически считается предпочтительным, поскольку передние структуры позвоночника являются наиболее уязвимыми и поражаются при спондилодисците наиболее часто. Инфекционный процесс преимущественно затрагивает обильно васкуляризованное тело позвонка и прилегающие межпозвонковые диски (переднюю и (или) среднюю опорные колонны позвоночника), при этом задние элементы вовлекаются только в 5 % случаев. Исходя из этого, передний хирургический доступ чаще используется для прямого доступа к очагу инфекции и радикальной санации [1, 11].

В зависимости от преимущественной локализации процесса, выбор доступа (передний или задний) для санации очага воспаления определяется в результате предоперационного планирования на основании результатов обследования [9]. Однако санация и передний спондилодез костным аутотрансплантатом нередко не обеспечивают надежной стабилизации пораженного сегмента позвоночни-

ка и могут быть достаточны только в случае отсутствия нестабильности сегмента и значительной деформации позвоночника и в дальнейшем требуют нескольких недель постельного режима, за которыми следует несколько месяцев фиксацией корсетом. Частота спондилодеза при данном методе может достигать 90–100 % [11, 12].

Если дефект костной ткани, возникший в результате хирургического лечения, приводит к потере целостности передних опорных структур позвоночника, что сопряжено с потенциальной нестабильностью, особенно при многосегментарном поражении, необходима реконструкция передней колонны позвоночника для поддержания сагиттального профиля, предотвращения дальнейшей деформации и достижения межтелового спондилодеза. Для реконструкции переднего отдела позвоночника может применяться костный аутотрансплант, в первую очередь, аутотрансплантат гребня подвздошной кости. Также могут быть использованы реберный аутотрансплантат и аутотрансплантат из малоберцовой кости [4, 6]. Отдаленные результаты показали, что применение костного аутотрансплантата, даже при наличии задней фиксации, может сопровождаться возникновением псевдоартроза, коллапсом трансплантата и его миграцией. Эффективный альтернативой структурному костному аутотрансплантату является аллотрансплантат, такой как титановый сетчатый имплант Mesh или PEEK-кейдж, доступные в различных размерах по диаметру и высоте. Каркас аллотрансплантата обеспечивает реконструкцию дефекта передней части позвоночника, а заполнение имплантата аутокостью обеспечивает формирование спондилодеза [13].

Применение задней транспедикулярной фиксации обеспечивает коррекцию деформации позвоночника, возникновение спондилодеза и не увеличивает риск послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений, благодаря отсутствию непосредственного контакта с очагом инфекции [4, 8].

Абсцедирование является частым осложнением спондилодисцита, достигая 30 % [14]. A. Patel et al. сообщили, что при наличии эпидурального абсцесса консервативное лечение в 40 % неэф-

фективно (ухудшение неврологической симптоматики или прогрессирование боли), и требуется хирургическое вмешательство.

Ламинэктомия является самым неблагоприятным в прогностическом отношении вмешательством, приводящим к нестабильности позвоночного столба, и должна дополняться одномоментной или отсроченной задней транспедикулярной фиксацией и, при необходимости, реконструкцией передних опорных структур позвоночника [3, 12, 15].

### Малоинвазивные методы лечения гнойного спондилодисцита

Минимально инвазивная хирургия (MIS) является эффективной альтернативой методом открытой хирургии у пациентов со спондилодисцитом, обеспечивая сопоставимый функциональный результат, имея преимущество во время реабилитационного периода и более низкой частоте осложнений [8, 13]. В исследовании E. Pola et al. сообщается об основных существующих в настоящее время мини-инвазивных методах хирургического лечения спондилодисцита.

*Чрескожная пункционная аспирация и дренирование межпозвонкового диска.* Выполняется путем прямого чрескожного доступа к диску. После промывания полости инфицированного диска большим количеством физиологического раствора в диск устанавливаются дренажная трубка и эпидуральный катетер. Затем в течение трех недель проводятся аспирация и введение антибиотика непосредственно через эпидуральный катетер в течение двух недель.

*Чрескожная транспедикулярная дисектомия и дренирование* могут быть выполнены под местной анестезией в комбинации с внутривенной седацией. В положении лежа и под рентгеноскопическим контролем осуществляется пункция диска через ножку нижележащего по отношению к пораженному межпозвонковому диску позвонка. Выполняются дисектомия, забор материала для микробиологической диагностики, промывание физиологическим раствором и раствором антибиотика, устанавливается дренаж. Данная методика эффективна при раннем спондилодисците, а также предотвращает дальнейшее развитие осложнений.

*Чрескожная эндоскопическая дисектомия и дренирование.* Этот хирургический метод основан на использовании эндоскопа и имплантации дренажной трубы, подключенной к системе всасывания с отрицательным давлением. В ряде случаев может быть использован двусторонний подход.

Метод XLIF (Extreme Lateral Interbody Fusion) эффективен при поражении передней и средней колонн позвоночника, особенно для пациентов с множественными сопутствующими заболеваниями. Основными преимуществами метода XLIF являются отсутствие необходимости мобилизации крупных кровеносных сосудов, уменьшение травматизации тканей, кровопотери и времени операции.

*Чрескожная транспедикулярная фиксация* является безопасной и эффективной процедурой для лечения неосложненного спондилодисцита нижних отделов грудной клетки и поясничного отдела позвоночника. Применение перкутанных систем фиксации связано с меньшими временем операции, кровопотерей, постоперационной болью, продолжительностью пребывания и частотой раневой инфекции, чем открытая транспедикулярная фиксация.

*Торакоскопическая малоинвазивная хирургия* при спондилодисците грудного отдела позвоночника сочетает радикальную санацию, декомпрессию позвоночного канала и передний корпородез с помощью минимально инвазивного подхода [13–15].

Малоинвазивная хирургия в лечении спондилодисцита применяется все шире. Однако, когда требуется обширная реконструкция позвоночника и задняя декомпрессия, по-прежнему необходимы стандартные открытые хирургические подходы. Более того, малоинвазивные процедуры не показаны в экстренных случаях, когда возникает неврологический дефицит [12].

### Рекомендации по хирургическому лечению

Четкие общепринятые рекомендации хирургического лечения отсутствуют, и тактика определяется особенностями конкретного клинического случая, опытом и предпочтением оперирующего хирурга. Хирургия показана

на в случае неврологического дефицита, нестабильности или (и) деформации позвоночника, выраженного стойкого болевого синдрома, сепсиса, компрессии нервальных структур, неэффективности консервативного лечения. Целями операции являются санация очага воспаления, идентификация возбудителя инфекции, стабилизация пораженного сегмента позвоночника. Существует множество хирургических подходов. Варианты хирургического лечения включают в себя передний, задний и комбинированный доступы, выполняемые в виде одномоментной или двухэтапной процедуры, выбор подхода и процедуры должен быть адаптирован к патологии пациента и клиническому статусу [7, 10, 16]. Стандартная процедура включает в себя санацию очага воспаления и инструментальную фиксацию, которая обеспечивает скорейшую активизацию в послеоперационном периоде и, в дальнейшем, предотвращение псевдоартроза и кифотической деформации [17]. При хирургическом лечении спондилодисцита санация очага проводится как самостоятельная операция или как этап реконструктивной операции. Может выполняться открыто, малоинвазивно, эндоскопически.

Восстановление стабильности позвоночника может быть достигнуто:

1) реконструкцией передней колонны позвоночника с использованием аутотрансплантов (ребенок крыла подвздошной кости, ребра, большеберцовая кость) или аллотрансплантов. В условиях радикальной санации очага спондилодисцита оптимальные результаты обеспечивает сочетание опорных аллотрансплантов и костных аутотрансплантов;

2) задней инструментальной фиксацией;

3) сочетанием данных методов [1].

При наличии эпидурального абсцесса хирургическое вмешательство показано даже при отсутствии неврологических нарушений. Компрессия спинного мозга требует неотложного хирургического вмешательства. При проведении операции через 24–36 ч результаты достоверно хуже. Задняя декомпрессия выполняется только в случаях изолированных эпидуральных абсцессов, при отсутствии вовлечения тел позвонков или дисков из-за риска нестабильности позвоночника, так как при изо-

лированной задней декомпрессии частота повторных операций достигает 43 %. Одномоментная инструментальная стабилизация связана с меньшим количеством осложнений и повторных операций [11].

### Сравнение результатов консервативного и хирургического лечения

Рекомендации по лечению спондилодисцита по-прежнему противоречивы. Однако хирургическое вмешательство, вероятно, связано с большей вероятностью улучшения неврологического статуса, чем консервативное лечение. Активная хирургическая тактика при осложненных формах спондилодисцита позволяет добиться частичного или полного регресса неврологических нарушений в 62,2 % наблюдений. Ранние сроки диагностики и специализированного стационарного лечения спондилодисцита позволяют добиться хороших и удовлетворительных результатов хирургического лечения в большинстве случаев (79,46 %) [4].

В систематическом обзоре J. Rutges et al. обобщены результаты 25 исследований, включавших в себя данные 2407 пациентов с гнойным спондилодисцитом. Во всех исследованиях описывался исход консервативного или хирургического лечения. Было обнаружено только два рандомизированных контролируемых исследований и три проспективных исследования. Не выявлено долгосрочного положительного эффекта от хирургического лечения по сравнению с консервативным лечением. Однако большинство хирургических вмешательств было выполнено в случаях с осложнениями и неэффективности консервативной терапии, и эти группы трудно сравнивать [14, 18].

В исследовании J. Pluemer et al. показано, что хирургическое лечение при спондилодисците не имеет большего риска рецидива и летальности и обладает преимуществом по улучшению показателей качества жизни и уменьшению боли по сравнению с консервативным лечением. Кроме того, хирургия с применением инструментальной фиксации продемонстрировала более низкие показатели повторных операций и летальности при лечении пациентов со спондилодисцитом [9]. Также есть указания на то, что хирургическое лечение неосложнен-

ного спондилодисцита может привести к более быстрому выздоровлению, более быстрой мобилизации и улучшению краткосрочных результатов и качества жизни по сравнению с консервативным лечением. Однако это подтверждается лишь низким уровнем рекомендаций без существенных клинических различий после 9 месяцев [14].

## Заключение

Лечение спондилодисцита является сложной задачей, которая не решена окончательно, многие аспекты лечения до сих пор являются предметом дискуссий [13, 14].

Несмотря на современные диагностические возможности, не существует стандартизованных рекомендаций по лечению спондилодисцита из-за неоднородности пациентов и множества вариантов предлагаемого лечения, не подтвержденных проспективными рандомизированными контролируемыми исследованиями, что оставляет уровень доказательности этих рекомендаций по лечению достаточно низким [5]. Выработке консенсуса по стандартизации лечения препятствуют различные результаты исследований по уровню доказательности (в основном III/IV уровня).

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

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

## Литература / References

- Инфекционные поражения позвоночника: Проект национальных клинических рекомендаций / А. Ю. Мушкин [и др.] // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16, № 4. С. 63–76. [Mushkin A. Yu., Vishnevsky A. A., Peretsmanas E. O., Bazarov A. Yu., Basankin I. V. Infectious Lesions of the Spine: Draft National Clinical Guidelines. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2019;16(4):63–76. (In Russ.). Doi: <https://doi.org/10.14531/ss2019.4.63-76>.]
- Marchionni E., Marconi L., Ruinato D., Zamparini E., Gasbarrini A., Viale P. Spondylodiscitis: is really all well defined?. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2019; 23(2 Suppl):201–209. Doi: [https://doi.org/10.26355/eurrev\\_201904\\_17494](https://doi.org/10.26355/eurrev_201904_17494).
- Boody B. S., Tarazona D. A., Vaccaro A. R. Evaluation and Management of Pyogenic and Tubercular Spine Infections. Curr Rev Musculoskelet Med. 2018;11(4):643–652. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9523-y>.
- Homagk L., Marmelstein D., Homagk N., Hofmann G. O. SponDT (Spondylodiscitis Diagnosis and Treatment): spondylodiscitis scoring system. J Orthop Surg Res. 2019;14(1):100. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1134-9>.
- Barber S. M., Sofoluke N., Reardon T., Telfeian A., Konakondla S. Treatment of Refractory Multilevel Thoracic Spondylodiscitis Using Ultra-Minimally Invasive Endoscopic Approach for Debridement and Drainage: A Technical Note, Intraoperative Video, and Literature Review. World Neurosurg. 2022;167:e456–e463. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.08.034>.
- Cabrera J. P., Camino-Willhuber G., Muthu S., Guiroy A., Valacco M., Pola E. Percutaneous Versus Open Pedicle Screw Fixation for Pyogenic Spondylodiscitis of the Thoracic and Lumbar Spine: Systematic Review and Meta-Analysis. Clin Spine Surg. 2023;36(1):24–33. Doi: <https://doi.org/10.1097/BSD.00000000000001325>.
- Margaryan D., Renz N., Bervar M., Zahn R., Onken J., Putzier M. et al. Spinal implant-associated infections: a prospective multicentre cohort study. Int J Antimicrob Agents. 2020;56(4). Article 106116. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.106116>.
- Schatlo B., Rohde V., Abboud T., Janssen I., Melich P., Meyer B., Shiban E. J. The Role of Discectomy in Reducing Infectious Complications after Surgery for Lumbar Spondylodiscitis. Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg. 2023;84(1):3–7. Doi: <https://doi.org/10.1055/a-1832-9092>.
- Palmowski Y., Burger J., Kienzle A., Trampuz A. Antibiotic treatment of postoperative spinal implant infections. Journal of Spine Surgery. 2020;6(4):785–792. Doi: <https://doi.org/10.21037/jss-20-456>.
- Aljawadi A., Jahangir N., Jeelani A., Ferguson Z., Niazi N., Arnall F., Pillai A. Management of Pyogenic Spinal Infection, review of literature. J Orthop. 2019;16(6):508–512. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.08.014>.
- Arztebl. Int. 2017;(114):875–882. Doi: <https://doi.org/10.3238/ärztebl.2017.0875>.
- Li H. K., Rombach I., Zambellas R. Oral versus Intravenous Antibiotics for Bone and Joint Infection. OVIVA Trial Collaborators. N Engl J Med. 2019;380(5):425–436. Doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1710926>.
- Kim W. J., Park C., Sarraf K. Management of vertebral osteomyelitis in adults. Br J Hosp Med (Lond). 2023;84(1):1–5. Doi: <https://doi.org/10.12968/hmed.2022.0362>.
- Taylor D. G., Buchholz A. L., Sure D. R. Presentation and outcomes after medical and surgical treatment versus medical treatment alone of spontaneous infectious spondylodiscitis: a systematic literature review and meta-analysis. Glob Spine J. 2018;(8):49S–58S. Doi: <https://doi.org/10.1177/2192568218799058>.
- Pola E., Pambianco V., Autore G., Cipolloni V., Fantoni M. Minimally invasive surgery for the treatment of thoraco lumbar pyogenic spondylodiscitis: indications and outcomes. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2019;23(2 Suppl):94–100. Doi: [https://doi.org/10.26355/eurrev\\_201904\\_17479](https://doi.org/10.26355/eurrev_201904_17479).
- Slowinski J., Lucasti C., Maraschiello M., Kluczynski M. A., Kowalski J., Hamill C. Minimally invasive spine surgery as treatment for persistent infectious lumbar spondylodiscitis: a systematic review and meta-analysis. J Spine Surg. 2022;8(1):1–8. Doi: <https://doi.org/10.21037/jss-21-50>.
- Kim D., Davis D. D., Menger R. P. Spine Sagittal Balance. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [cité 14 nov 2021]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534858/>.
- Pluemer J., Freyvert Y., Pratt N., Robinson J. E., Cooke J. A., Tataryn Z. L., Godolias P., Dahir Z. A., Oskouian R. J., Chapman J. R. An Assessment of the Safety of Surgery and Hardware Placement in de-novo Spinal Infections. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature. Global Spine J. 2023;13(5):1418–1428. Doi: <https://doi.org/10.1177/21925682221145603>.

19. Abreu P. G. P., Lourenço J. A., Romero C., Almeida G. N., Pappamikail L., Lopes M. F., Brito M., Teles P., Correia J. P. Endoscopic treatment of spondylodiscitis: systematic

review. Eur Spine J. 2022;31(7):1765–1774. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07142-w>.

### Сведения об авторах

**Роман Владиславович Рыбас** – врач-нейрохирург, заведующий Нейрохирургическим отделением Пензенской областной клинической больницы им. Н. Н. Бурденко (г. Пенза, Россия); ассистент кафедры нейрохирургии Пензенского института усовершенствования врачей – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» (г. Пенза, Россия);

**Гия Гарегинович Шагинян** – доктор медицинских наук, академик Российской академии естественных наук, академик Российской академии медико-технических наук, заведующий кафедрой нейрохирургии Пензенского института усовершенствования врачей – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профес-

сионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» (г. Пенза, Россия); заведующий кафедрой сочетанных и комбинированных повреждений, профессор кафедры нейрохирургии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования (Москва, Россия);

**Михаил Давидович Маглаперидзе** – врач-нейрохирург Городской клинической больницы им. Ф. И. Иноzemцева (Москва, Россия); ассистент кафедры сочетанных и комбинированных повреждений Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования (Москва, Россия);

**Геннадий Сергеевич Ариянц** – лаборант кафедры сочетанных и комбинированных повреждений Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования (Москва, Россия).

### Information about the authors

**Roman V. Rybas** – Neurosurgeon, Head at the Neurosurgical Department, Penza Regional Clinical Hospital named after N. N. Burdenko (Penza, Russia); assistant at the Department of Neurosurgery, Penza Institute of Advanced Medical Training Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education “Russian medical academy of continuing professional education” (Penza, Russia);

**Guia G. Shaginyan** – Dr. of Sci. (Med.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Academician of the Russian Academy of Medical and Technical Sciences, Head at the Department of Neurosurgery, Penza Institute of Advanced Medical Training Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education “Russian medical academy of continuing professional education” (Penza, Russia); Head at the Department of Neurosurgery, Penza Institute

of Advanced Medical Training Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education “Russian medical academy of continuing professional education” (Penza, Russia); Head at the Department of Combined and Combined Injuries, Professor at the Department of Neurosurgery Russian medical academy of continuing professional education (Moscow, Russia);

**Mikhail D. Maglaperidze** – Neurosurgeon, F. I. Inozemtsev City Clinical Hospital (Moscow, Russia); Assistant at the Department of Combined and Combined Injuries, Russian medical academy of continuing professional education (Moscow, Russia);

**Gennady S. Ariyants** – Laboratory Assistant at the Department of Combined and Combined Injuries, Russian medical academy of continuing professional education (Moscow, Russia).

Принята к публикации 26.08.2024

Accepted 26.08.2024

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

При направлении статьи в редакцию рекомендуется руководствоваться следующими правилами, составленными с учетом «Единых требований к рукописям, предоставляемым в биомедицинские журналы» (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals), разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors).

Редакция журнала при принятии решений и разрешении возможных конфликтов придерживается признанных международных правил, регулирующих этические взаимоотношения между всеми участниками публикационного процесса – авторами, редакторами, рецензентами, издателем и учредителем.

Положения, перечисленные в этом разделе, основаны на рекомендациях Committee on Publication Ethics (COPE), Publication Ethics and Publication Malpractice Statement издательства Elsevier, Декларации Ассоциации научных редакторов и издателей «Этические принципы научных публикаций».

Журнал публикует только результаты исследований, проведенных с соблюдением норм биомедицинской этики и соответствующих стандартам GCP (Good Clinical Practice).

При первичном направлении рукописи в редакцию в копии электронного письма должны быть указаны все авторы данной статьи. Обратную связь с редакцией будет поддерживать ответственный автор, обозначенный в статье.

Представление в редакцию ранее опубликованных (целиком или частично) статей и статей, уже рассматриваемых для публикации в другом журнале, не допускается.

Все статьи, в том числе подготовленные аспирантами и соискателями ученой степени кандидата или доктора наук по результатам собственных исследований, принимаются к печати в порядке общей очереди.

Статьи, не соответствующие требованиям редакции, к рассмотрению не принимаются.

Все поступающие статьи рецензируются (двойное слепое рецензирование, см. раздел «Рецензирование» сайта журнала).

Редакция оставляет за собой право на редактирование статей, представленных к публикации.

### I. Положение об информированном согласии

В своей работе журнал «Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова» опирается на положения Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации в ред. 2013 г. (WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects) и стремится обеспечить соблюдение этических норм и правил сбора данных для исследований, которые проводятся с участием людей. Перед началом проведения исследования ученый должен ознакомиться с положениями об информированном согласии Хельсинкской декларации и проводить исследование в строгом соответствии с принципами, изложенными ниже.

«1. Участие в качестве субъектов исследования лиц, способных дать информированное согласие, должно быть добровольным. Несмотря на то, что в ряде случаев может быть уместной консультация с родственниками или лидерами социальной группы, ни одно лицо, способное дать информированное согласие, не может быть включено в исследование, если оно не дало своего собственного добровольного согласия. В медицинском исследовании с участием в качестве субъектов исследования лиц, способных дать информированное согласие, каждый потенциальный субъект должен получить достаточную информацию о целях, методах, источниках финансирования, любых возможных конфликтах интересов, принадлежности к каким-либо организациям, ожидаемой пользе и потенциальных рисках, о неудобствах, которые могут возникнуть вследствие участия в исследовании, условиях, действующих после окончания исследования, а также о любых иных значимых аспектах исследования. Потенциальный субъект исследования должен быть проинформирован о своем праве отказаться от участия в исследовании

или отозвать свое согласие на участие в любой момент без каких-либо неблагоприятных для себя последствий. Особое внимание должно уделяться специфическим информационным потребностям каждого потенциального субъекта, а также методам, используемым для предоставления информации.

2. Убедившись, что потенциальный субъект понял предоставленную ему информацию, врач или иное лицо, имеющее соответствующую квалификацию, должны получить добровольное информированное согласие субъекта на участие в исследовании, предпочтительно в письменной форме. Если согласие не может быть выражено в письменной форме, должно быть надлежащим образом оформлено и засвидетельствовано устное согласие. Всем субъектам медицинского исследования должна быть предоставлена возможность получения информации об общих выводах и результатах исследования.

3. При получении информированного согласия на участие в исследовании врач должен проявлять особую осмотрительность в тех случаях, когда потенциальный субъект находится в зависимом по отношению к врачу положении, или может дать согласие под давлением. В таких случаях информированное согласие должно быть получено лицом, имеющим соответствующую квалификацию и полностью независимым от такого рода отношений.

4. Если потенциальным субъектом исследования является лицо, не способное дать информированное согласие, врач должен получить информированное согласие его законного представителя. Такие лица не должны включаться в исследования, которые не несут для них вероятной пользы, кроме случаев, когда такое исследование проводится в целях улучшения оказания медицинской помощи группе людей, представителем которой является потенциальный субъект, не может быть заменено исследованием на лицах, способных дать информированное согласие, а также связано только с минимальными рисками и неудобствами.

5. Если потенциальный субъект, признанный не способным дать информированное согласие, способен, тем не менее, выразить собственное отношение к участию в исследова-

нии, врач должен запросить его мнение в дополнение к согласию его законного представителя. Несогласие потенциального субъекта должно учитываться.

6. Исследования с участием субъектов, физически или психически не способных дать согласие, например, пациентов, находящихся в бессознательном состоянии, могут проводиться только при условии, что физическое или психическое состояние, препятствующее получению информированного согласия, является неотъемлемой характеристикой исследуемой группы. В таких случаях врач должен запрашивать информированное согласие у законного представителя. Если такой представитель не доступен и если включение пациента не может быть отсрочено, исследование может проводиться без получения информированного согласия при условии, что особые причины для включения субъектов в исследование в состоянии, препятствующем предоставлению информированного согласия, оговорены в протоколе исследования, а проведение исследования одобрено комитетом по этике. При первой возможности должно быть получено согласие субъекта или его законного представителя на продолжение участия в исследовании.

7. Врач должен предоставить пациенту полную информацию о том, какие из аспектов лечения относятся к проводимому исследованию. Отказ пациента участвовать в исследовании или решение о выходе из исследования не должны отражаться на его взаимоотношениях с врачом.

8. В медицинских исследованиях с использованием биологических материалов или данных, допускающих идентификацию лица, от которого они были получены, например, при исследованиях материалов либо данных, содержащихся в биобанках или аналогичных хранилищах, врач должен получить информированное согласие на получение, хранение и/или повторное использование таких материалов и данных. Могут иметь место исключения, когда получение согласия для такого исследования невозможно или нецелесообразно. В таких случаях исследование может проводиться только после рассмотрения и одобрения комитетом по этике».

## II. Положение о правах человека

При представлении результатов экспериментальных исследований с участием человека необходимо указать, соответствовали ли проведенные процедуры этическим нормам, прописанным в Хельсинкской декларации. Если исследование проводилось без учета принципов Декларации, необходимо обосновать выбранный подход к проведению исследования и гарантировать, что этический комитет организации, в которой проводилось исследование, одобрил выбранный подход.

## III. Оформление рукописи

**Рукопись.** Направляется в редакцию в электронном варианте через online-форму. Загружаемый в систему файл со статьей должен быть представлен в формате Microsoft Word (иметь расширение \*.doc, \*.docx, \*.rtf).

**Объем полного текста рукописи.** Оригинальная статья – не более 12 страниц (больший объем допускается в индивидуальном порядке, по решению редакции). Описание клинических случаев – не более 8 страниц. Обзор литературы – не более 17 страниц. Краткие сообщения и письма в редакцию – 3 страницы.

**Формат текста рукописи.** Статьи принимаются в форматах DOC, DOCX, RTF. Шрифт – Times New Roman, кегль 14, междусторочный интервал 1,5. Все страницы должны быть пронумерованы. Для выделения в тексте следует использовать курсив. Из текста необходимо удалить все повторяющиеся пробелы и лишние разрывы строк (в автоматическом режиме через сервис Microsoft Word «Найти и заменить»).

Файл с текстом статьи, загружаемый в форму для подачи рукописей, должен содержать всю информацию для публикации (в том числе рисунки и таблицы).

**Структура рукописи должна соответствовать шаблону:**

Код УДК

Название статьи (должно быть кратким, понятным и полностью соответствовать содержанию статьи).

Авторы статьи. При написании авторов указывается полностью фамилия, имя, отчество,

каждому автору добавляется цифровой индекс в верхнем регистре

Название учреждения. Необходимо привести официальное ПОЛНОЕ название учреждения (без сокращений) с указанием города и страны. Если в написании рукописи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо соотнести названия учреждений и ФИО авторов путем добавления цифровых индексов в верхнем регистре перед названиями учреждений и фамилиями соответствующих авторов.

Данные авторов. В соответствии с цифровым индексом авторов указывается ФИО полностью ORCID (подробнее: <http://orcid.org/>); SPIN-код (подробнее: [http://elibrary.ru/projects/science\\_index/author Tutorial.asp](http://elibrary.ru/projects/science_index/author Tutorial.asp)) + e-mail

Автор для корреспонденции (должен быть отмечен автор, ответственный за переписку). Фамилия, имя, отчество полностью; занимаемая должность; ученая степень, ученое звание; персональный международный идентификатор ORCID (подробнее: <http://orcid.org/>); персональный идентификатор в РИНЦ – SPIN-код (подробнее: [http://elibrary.ru/projects/science\\_index/author Tutorial.asp](http://elibrary.ru/projects/science_index/author Tutorial.asp)), адрес электронной почты).

Русскоязычная аннотация должна быть структурированной: введение, цель, материалы и методы, результаты, выводы. Резюме должно полностью соответствовать содержанию работы. Объем текста резюме должен быть в пределах 150–200 слов (250–750 знаков). В аннотации не должно быть общих слов. Рекомендуем обратиться к руководствам по написанию аннотаций, например: <http://authorservices.taylorandfrancis.com/abstracts-and-titles/> (англ.) или: <http://www.scieditor.ru/jour/article/view/19> (русс.)

**Ключевые слова.** Необходимо указать ключевые слова (от 4 до 10), способствующие индексированию статьи в поисковых системах. Ключевые слова должны попарно соответствовать на русском и английском языке.

Для цитирования. Иванов И. И., Петров И. И. .... Название статьи // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 1. С. 8–17. DOI: 10.56618/2071–2693

**Article title.** Англоязычное название должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

**Author names.** ФИО необходимо писать в соответствии с заграничным паспортом или также, как в ранее опубликованных в зарубежных журналах статьях, корректный формат: Andrey A. Andreev. Авторам, публикующимся впервые и не имеющим заграничного паспорта, следует воспользоваться стандартом транслитерации BGN/PCGN.

**Affiliation.** Необходимо указывать ОФИЦИАЛЬНОЕ АНГЛОЯЗЫЧНОЕ НАЗВАНИЕ УЧРЕЖДЕНИЯ с указанием города и страны. Наиболее полный список названий российских учреждений и их официальной англоязычной версии можно найти на сайте РУНЭБ: eLibrary.ru, либо <https://grid.ac/>

**Abstract.** Англоязычная версия резюме статьи должна по смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной и быть грамотной с точки зрения английского языка.

**Keywords.** Для выбора ключевых слов на английском следует использовать тезаурус Национальной медицинской библиотеки США – Medical Subject Headings (MeSH).

*For citation: Ivanov I. V., Petrov V. A. Article title. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov (Rossijskij nejrohirurgicheskij institut im. prof. A. L. Polenova). 2024;16(1):8–17. DOI: 10.56618/2071-2693*

**Полный текст (на русском и/или английском языках)** должен быть структурированным по разделам. Структура полного текста рукописи, посвященной описанию результатов оригинальных исследований, должна соответствовать формату IMRAD (Introduction, Methods, Results and Discussion – Введение, Материалы и методы, Результаты и Обсуждение) с выделением соответствующих разделов.

### Иллюстративный материал

Иллюстративным материалом являются фотографии, рисунки, схемы, графики, диаграммы. Файлы иллюстративного материала должны позволять воспроизвести высокое ка-

чество изображения в электронной и печатной версиях журнала. Если иллюстративный материал ранее был опубликован в других изданиях, автор обязан предоставить в редакцию разрешение правообладателя на публикацию данного изображения в другом журнале, в противном случае это будет считаться plagiatом и к публикации принято не будет.

Количество иллюстраций должно соответствовать объему предоставляемой информации, избыточность иллюстраций может привести к возвращению авторам статьи для доработки на предмет сокращения.

Иллюстративный материал должен быть представлен в виде отдельных файлов и в обязательном порядке сопровождаться ссылками в надлежащих местах по тексту статьи. Ссылки приводятся в круглых скобках: (рис. 1).

**Фотографии** принимаются в форматах TIFF, JPG с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Если фотография малого размера (например, 3 × 4 см), при сканировании следует выбрать разрешение 1200 dpi. Глаза пациентов на фотографиях должны быть закрыты черным прямоугольником, в случае его отсутствия автор должен предоставить в редакцию письменное разрешение пациента на публикацию его фотографии.

**Рисунки, графики, схемы, диаграммы** принимаются в редактируемых форматах и должны быть выполнены средствами Microsoft Office Excel или Office Word. При невозможности представления в данных форматах необходимо связаться с редакцией.

Все **рисунки, графики, схемы, диаграммы** должны быть пронумерованы и иметь подрисуточные подписи на русском и английском языках. Все надписи на рисунках, графиках, схемах, диаграммах также должны быть переведены на английский язык. Фрагменты рисунка обозначаются строчными буквами русского алфавита – «а», «б» и т. д. Все сокращения, обозначения в виде кривых, букв, цифр и т. д., использованные на рисунке, должны быть расшифрованы в подрисуточной подписи.

**Таблицы** должны быть наглядными, иметь название на русском и английском языках и порядковый номер. Название столбцов должны соответствовать их содержанию. Данные

таблиц не должны повторять данные рисунков и текста и наоборот. Все сокращения расшифровываются в примечании к таблице. Необходимо указывать применявшийся для анализа статистический метод и соответствующее значение достоверности ( $p$ ). Вся информация, содержащаяся в таблице, включая ее название и примечание (если оно есть), должна быть переведена на английский язык. В случае размера таблиц больше, чем лист А4, они представляются в отдельном файле формата DOC, DOCX, RTF.

**Английский язык и транслитерация.** При публикации статьи часть или вся информация должна быть продублирована на английский язык или транслитерирована (имена собственные).

При транслитерации рекомендуется использовать стандарт BGN/PCGN (United States Board on Geographic Names / Permanent Committee on Geographical Names for British Official Use), рекомендованный международным издательством Oxford University Press как «British Standard». Для транслитерации текста в соответствии со стандартом BGN можно воспользоваться ссылкой: <http://www.transliteration.com/transliteration/en/russian/bgn-pcgn/>.

#### Единицы измерения и сокращения

Единицы измерения даются в Международной системе единиц (СИ). Если исследование проводилось на приборах, дающих показатели в других единицах, необходимо перевести их в систему СИ с указанием коэффициента пересчета или компьютерной программы в разделе «Материалы и методы».

Сокращения слов не допускаются, кроме общепринятых. Все аббревиатуры в тексте статьи должны быть полностью расшифрованы при первом упоминании (например: нервно-мышечные болезни (НМБ)).

Названия генов пишутся курсивом, названия белков – обычным шрифтом.

**Благодарности (Acknowledgements):** в этом разделе должны быть указаны ФИО людей, которые помогали в работе над статьей, но не являются авторами, а также информация о

финансировании, как научной работы, так и процесса публикации статьи (фонд, грант, коммерческая или государственная организация, государственное задание, частное лицо и др.). Указывать размер финансирования не требуется. Информация должна быть переведена на английский язык.

**Информация о конфликте интересов** (перевод этой информации также должен быть сделан). Авторы должны раскрыть потенциальные и явные конфликты интересов, связанные с рукописью. Наличие конфликта интересов для всех авторов следует указывать во всех статьях. Конфликт интересов подразумевает наличие каких-либо связей и/или личной заинтересованности, которые потенциально могут повлиять на результаты, интерпретацию полученных данных, объективное их восприятие, в частности финансовые отношения и сотрудничество с какими-либо организациями (например, получение гонораров, образовательных грантов, участие в экспертных советах, членство, трудовые отношения, консультационная работа, владение магазином в частной собственности или другие интересы) или нефинансовая заинтересованность (например, личные или профессиональные взаимоотношения, знакомства и пр.), касающиеся рассматриваемых в статье вопросов и/или материалов.

В случае отсутствия конфликта интересов в конце статьи следует указать следующее:

#### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

#### Соответствие нормам этики

Для оригинального исследования необходимо указать, соответствовал ли его протокол этическим принципам и решением какого комитета по этике исследование одобрено (с указанием номера документа, даты его подписания и официального наименования комитета).

Пациенты имеют право на сохранение конфиденциальности, которую нельзя раскрывать без их согласия. Позволяющая установить личность информация, включая имена и инициалы больных, номера больниц и историй болезни, не должна публиковаться в виде письмен-

ных описаний, фотографий и родословных, если только она не представляет большую научную ценность или если пациент (или его родитель/опекун) не предоставит письменное согласие на публикацию. В таком случае авторы должны сообщить пациентам, существует ли вероятность того, что материал, позволяющий установить их личность, после публикации будет доступен через Интернет. Для публикации результатов оригинальной работы авторы должны предоставить в редакцию письменное информированное согласие пациента (пациентов) на распространение информации и сообщить об этом в статье, разместив после списка литературы следующее указание:

#### **Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики**

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике <... указать название и учреждение, номер протокола, дата принятия/одобрения протокола исследования...>.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Если в исследование были включены пациенты детского возраста:

#### **Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики**

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике <... указать название и учреждение, номер протокола, дата принятия/одобрения протокола исследования...>.

Родители пациентов подписали информированное согласие на участие детей в исследовании.

Если статья включает обзор клинического случая:

**Соблюдение прав пациентов.** Пациент(ы) подписал(и) информированное согласие на публикацию своих данных.

Если пациент не достиг 18 лет:

**Соблюдение прав пациентов.** Родители пациента(ов) подписали информированное согласие на публикацию его(их) данных.

При использовании в исследовании лабораторных животных необходимо указать, соответствовал ли протокол исследования нормам проведения биомедицинских исследований с участием животных:

#### **Соблюдение правил биоэтики**

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике <название учреждения первого автора: указать название и учреждение, номер протокола, дата принятия/одобрения протокола исследования...>.

Исследование выполнено в соответствии с этическими нормами обращения с животными, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей.

#### **Список литературы (References)**

Нумерация в списке литературы осуществляется по мере цитирования, а не в алфавитном порядке. В тексте статьи библиографические ссылки даются цифрами в квадратных скобках: [1, 2, 3, 4, 5].

Ссылка должны даваться на первоисточники и не цитировать один обзор, где они упомянуты. Ссылки на неопубликованные работы, а также на данные, полученные из неофициальных интернет-источников, не допускаются.

Желательное количество цитируемых работ: в оригинальных статьях – **не более 15–20** источников, в обзорах литературы – **не более 40–45**.

**Внимание!** Тезисы, учебники, учебные пособия, материалы конференций могут быть включены в список литературы только в том случае, если они доступны, обнаруживаются поисковыми системами и имеют коды DOI, EDN.

#### **НЕ ЦИТИРУЮТСЯ:**

- статистические сборники;
- диссертации, авторефераты диссертаций.

Источниками в списке литературы могут быть печатные (опубликованные, изданные полиграфическим способом) и электронные издания (книги, имеющие ISBN, или статьи из периодических журналов, имеющие ISSN).

#### **Примеры оформления**

Русскоязычные источники оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021 с указанием в конце источника индекса DOI (поиск DOI на сайте: <http://search.crossref.org/>), EDN-кода (имеется у каждого источника на сайте [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), либо ссылка на веб-версию (если нет DOI, EDN-кода у старых источников) с указанием даты обращения к источнику. **Внимание!** Все имена авторов русскоязычных источников пишем на транслите в системе «BSI», а

имена авторов иностранных источников – на английском. Название русскоязычных журналов на английском должно быть взято у издателя (как правило, на сайте журнала есть английская версия). Название статьи переводится на английский язык. Названия иностранных журналов и книги следует ставить в оригинале. Указывать всех авторов. Менять очередность авторов в изданных источниках не допускается. Сначала пишется фамилия автора, затем – инициалы.

При оформлении ссылки рекомендуется обращать внимание на пример ниже, учитывая все детали (интервалы, знаки препинания, заглавные буквы и пр.):

#### *Статья в журнале*

Олейник Е. А., Олейник А. А., Беляков Ю. В. и др. Количественное локационное отражение интенсивности болевого синдрома при шейном остеохондрозе // Российский нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова. 2022. Т. 14, № 2. С. 105–107. [Oleynik E. A., Oleynik A. A., Belyakov Yu. V., Oleynik A. D., Orlov A. Yu., Ivanova N. E. Quantitative location reflection of the intensity of pain syndrome in neck osteochondrosis. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2022;14(2):105–107. (In Russ.)]. EDN: NSPSRE Doi: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_1\_18.

#### *Монография*

Тиглиев Г. С., Олюшин В. Е., Кондратьев А. Н. Внутричерепные менингиомы. СПб.: Росс. нейрохирург. ин-т им. проф. А. Л. Поленова, 2001. [Tigliev G. S., Oljushin V. E., Kondrat'ev A. N. Vnutricherepnye meningiomy. SPb.: Russian neurosurgical institute prof. A. L. Polenova; 2001. (In Russ.)].

#### *Интернет-ресурс*

Кечеруков А. И., Алиев Ф. Ш., Барадулин А. Л. и др. Сравнительная оценка лигатурного и компрессионного анастомозов толстой кишки. URL: [http://www.proctolog.ru/articles/articles\\_01\\_32.htm](http://www.proctolog.ru/articles/articles_01_32.htm) (дата обращения: 12.08.2021). Kecherukov A. I., Aliyev F. Sh., Baradulin A. L. et al. Comparative evaluation of ligature and compression anastomoses of the colon.

colon. Available from: [http://www.proctolog.ru/articles/articles\\_01\\_32.htm](http://www.proctolog.ru/articles/articles_01_32.htm) [Accessed 12 September 2021].

Оформление иностранных источников осуществляется в соответствии с требованиями «Ванкуверского стиля» 2021 с указанием в конце источника индекса DOI (поиск DOI на сайте: <http://search.crossref.org/>), EDN-кода (имеется у каждого источника на сайте [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)), либо ссылка на веб-версию (если нет DOI, EDN-кода у старых источников) с указанием даты обращения к источнику.

#### *Статья в журнале:*

Zakondyrin D. E., Rostorguev E. E., Kavitskiy S. E., Kit O. I. Early results of decompression and stabilization interventions in the surgical treatment of metastatic vertebral tumors with epidural compression syndrome. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2023;15(1):18–23. Doi: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_1\_18.

#### *Монография:*

Fujimoto J. G., Brezinski M. E. Optical coherence tomography imaging. In: Biomedical photonics handbook; eds by T. Vodinh. New York: CRC Press; 2003, pp. 22–24.

#### *Интернет-ресурс:*

Kecherukov A. I., Aliyev F. Sh., Baradulin A. L. et al. Comparative evaluation of ligature and compression anastomoses of the colon. Available from: [http://www.proctolog.ru/articles/articles\\_01\\_32.htm](http://www.proctolog.ru/articles/articles_01_32.htm) [Accessed 12 September 2021].

*Автор несет полную ответственность за точность и достоверность данных, приведенных в рукописи статьи, присыпаемой в редакцию журнала.*

**Сведения об авторах.** В конце статьи необходимо указать сведения об авторах на русском и английском языках: ученая степень, ученое звание, почетное звание (если имеются) каждого автора; должность каждого автора, название учреждения(-ий), в котором(-ых) выполнена работа; город, страна.

**Сопроводительные документы.** При по-даче рукописи в редакцию журнала необходимо дополнительно загрузить файлы, содержа-щие сканированные изображения заполнен-ных и заверенных сопроводительных докумен-тов (в формате \*.pdf). К сопроводительным до-кументам относится сопроводительное пись-мо с места работы автора с печатью и подписью руководителя организации, а также подписи-ми всех соавторов (для каждой указанной в ру-кописи организации необходимо предоставить отдельное сопроводительное письмо). Сопро-водительное письмо должно содержать сведе-ния, что данный материал не был опубликован в других изданиях и не был направлен, при-нят к печати другим издательством/издающей организацией, конфликт интересов отсутству-ет. В статье отсутствуют сведения, не подлежа-щие опубликованию (нет сведений о гос. тайне и пр.). В конце письма указывается фраза: «На-стоящим подтверждаем передачу прав на пу-бликацию статьи „Название статьи“ ФИО ав-торов в неограниченном количестве экземпля-ров в журнале „Российский нейрохирургиче-ский журнал им. проф. А. Л. Поленова“, вклю-чая электронную версию журнала».

#### IV. Авторские права

Авторы, публикующие в данном журнале, соглашаются со следующим.

Авторы сохраняют за собой авторские пра-ва на работу и предоставляют журналу право первой публикации работы на условиях лицен-зии Creative Commons Attribution License, кото-рая позволяет другим распространять данную работу с обязательным сохранением ссылок на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

Авторы сохраняют право заключать отдель-ные контрактные договоренности, касающие-ся не-эксклюзивного распространения версии работы в опубликованном здесь виде (напри-мер, размещение ее в институтском хранили-ще, публикацию в книге), со ссылкой на ее ori-гинальную публикацию в этом журнале.

Авторы имеют право размещать их работу в сети Интернет (например, в институтском хранилище или на персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным жур-налом, так как это может привести к продук-тивному обсуждению и большему количеству ссылок на данную работу (См.: The Effect of Open Access).

РОССИЙСКИЙ  
НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
имени профессора А. Л. Поленова

RUSSIAN NEUROSURGICAL JOURNAL  
named after professor A. L. Polenov

Том XVI, № 3, 2024

ISSN 2071-2693



18+

Индекс журнала по каталогу агентства «Роспечать» — 8749

Интернет-версия журнала:  
<https://polenovjournal.elpub.ru/jour>

Технический редактор: Халтурина И. Л.

Подписано в печать 25.09.2024

Формат 60×90 1/8, бумага мелованная, печать офсетная, усл. печ. л. 22,1. Тираж 1000 экз.

ОТПЕЧАТАНО:  
Издательская группа ЭмбиАй  
107241, Москва, Черницынский пр., д. 3