

DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-7569-2025-1-33-42>

Нарушение функции ходьбы у больных с опухолями головного мозга и динамика ее восстановления в раннем послеоперационном периоде

С.Н. Кауркин^{1,2}, С.Д. Листратов¹, И.В. Григорьев¹, Д.В. Скворцов^{1,2}, И.В. Сенько¹, Г.Е. Иванова^{1,2}¹ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 10;²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1**Контакты:** Сергей Николаевич Кауркин kaurkins@bk.ru

Введение. Опухоли головного мозга (ОГМ) являются одной из наиболее актуальных проблем в современной нейрохирургии. Хирургическое лечение ОГМ считают максимально успешным методом. В раннем послеоперационном периоде у пациентов развивается неврологический и функциональный дефицит. Дефицит функции ходьбы снижает качество жизни пациентов, их независимость, повышает риск падений. Реабилитационные мероприятия, реализуемые мультидисциплинарной командой в послеоперационном периоде, направлены на улучшение функционирования пациента.

Цель исследования – изучить функциональные и клинические составляющие функции ходьбы у пациентов с ОГМ в раннем послеоперационном периоде.

Материалы и методы. Десять пациентов с ОГМ прошли послеоперационную раннюю реабилитацию. До и после операции и после реабилитационного лечения проведена диагностика функции ходьбы с помощью комплекса анализа движений и оценки по клиническим шкалам.

Результаты. Выявлено улучшение согласно клиническим шкалам Бартел и Ривермид в виде достижения самостоятельности и независимости. Тесты, помогающие оценить безопасность ходьбы, продемонстрировали улучшение показателей – от высокого риска падения после операции до безопасной ходьбы после реабилитации. Объективная диагностика функции ходьбы показала, что основные параметры демонстрируют синдромокомплекс, характерный для медленной ходьбы. Обнаружен специфичный для обследованной группы функциональный феномен – избыточная активность мышц при значительно меньшей скорости ходьбы.

Заключение. Оценка пред- и послеоперационного функционального состояния ходьбы пациентов важна с точки зрения построения стратегии лечения пациента и подбора индивидуальной программы медицинской реабилитации. Использование клинических шкал и объективной диагностики позволяет обнаружить скрытый двигательный дефицит. Обследование и реабилитация нивелируют высокий послеоперационный риск падений.

Ключевые слова: опухоль головного мозга, ранняя реабилитация, нарушение походки, объективная диагностика, риск падений

Для цитирования: Кауркин С.Н., Листратов С.Д., Григорьев И.В. и др. Нарушение функции ходьбы у больных с опухолями головного мозга и динамика ее восстановления в раннем послеоперационном периоде. Нейрохирургия 2025;27(1):33–42.

DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-7569-2025-1-33-42>

Impaired walking function in patients with brain tumors and dynamics of its recovery in the early postoperative period

S.N. Kaurkin^{1,2}, S.D. Listratov¹, I.V. Grigoriev¹, D.V. Skvortsov^{1,2}, I.V. Senko¹, G.E. Ivanova^{1,2}¹Federal Center for Brain and Neurotechnologies, Federal Medical and Biological Agency of Russia; Bld. 10, 1 Ostrovityanova St., Moscow 117513, Russia;²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia

Contacts: Sergey Nikolaevich Kaurkin *kaurkins@bk.ru*

Background. Brain tumors (BT) are one of the most pressing problems in modern neurosurgery. Surgical treatment of BT is the most successful method. In the early postoperative period, patients have neurological and functional deficits. Lack of walking function reduces the quality of life of patients, independence, and increases the risk of falls. Rehabilitation activities of the multidisciplinary team in the postoperative period are aimed at improving the functioning of the patient. **Aim.** To study the functional and clinical components of walking function in patients with a brain tumor in the early postoperative period.

Materials and methods. Ten patients with BT underwent postoperative early rehabilitation. Before and after the operation, after rehabilitation treatment, the diagnosis of walking function was performed using a complex of motion analysis and evaluation according to clinical scales.

Results. An improvement has been achieved on the Bartel and Rivermead clinical scales in the form of independence and independence. Tests responsible for walking safety demonstrated an improvement in performance from a high risk of falling after surgery to safe walking after rehabilitation. Objective diagnosis of walking function showed that the main parameters demonstrate a syndrome complex characteristic of slow walking. A functional phenomenon specific to the examined group was found – excessive muscle activity at a significantly lower walking speed.

Conclusion. Assessment of the pre- and postoperative functional state of patients' walking is important from the point of view of building a patient's treatment strategy and selecting an individual medical rehabilitation program. The use of clinical scales and objective diagnostics makes it possible to detect hidden motor deficits. Examination and rehabilitation eliminate the high postoperative risk of falls.

Keywords: brain tumor, early rehabilitation, gait disorders, objective diagnosis, risk of falls

For citation: Kaurkin S.N., Listratov S.D., Grigoriev I.V. et al. Impaired walking function in patients with brain tumors and dynamics of its recovery in the early postoperative period. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2025;27(1):33–42. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-7569-2025-1-33-42>

ВВЕДЕНИЕ

Опухоли головного мозга (ОГМ) являются одной из наиболее актуальных проблем в современной нейрохирургии [1]. По статистике, в популяции пациентов США у 70 % лиц обнаруживают доброкачественные, а у 30 % — злокачественные опухоли [2, 3]. Менингиомы составляют 53,3 % всех доброкачественных опухолей центральной нервной системы, среди злокачественных образований в 80 % случаев обнаруживают глиомы [4, 5].

Пациенты, у которых выявляют ОГМ, нуждаются в различных видах лечения. К методам лечения пациентов с первичными ОГМ в настоящее время относят хирургическое лечение, радиотерапию, противоопухолевую лекарственную терапию. Благодаря совершенствованию проводимого комплекса лечебных процедур результаты выживаемости пациентов с ОГМ улучшаются [6].

Целью хирургического лечения является максимально безопасное удаление опухоли с сохранением предоперационного неврологического статуса, однако это не всегда возможно [7, 8].

Клиническая картина и уровень активности пациента в послеоперационном периоде — важный фактор, влияющий на реабилитационные мероприятия. Согласно последним данным, в ранней реабилитации в послеоперационном периоде нуждаются около 15–17 % пациентов [9]. Существуют убедительные доказательства положительного влияния процедур ранней реабилитации у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК) на 1-м этапе меди-

цинской реабилитации [10], однако литературы по реабилитации пациентов с ОГМ в раннем послеоперационном периоде недостаточно [11, 12]. Реабилитационные мероприятия в послеоперационном периоде направлены на улучшение функционирования (двигательного, психологического, когнитивного), а также профилактику побочных эффектов и патологических состояний, таких как инфекционно-трофические осложнения, вегетативно-метаболические, эмоционально-когнитивные.

Наилучшие результаты получены при ранней реабилитации с применением мультидисциплинарного подхода [13]. В исследованиях, описывающих эффективность реабилитации пациентов с ОГМ, показано, что восстановительное лечение, следующее сразу за оперативным лечением, демонстрирует улучшение функциональных показателей (показателя функциональной независимости), и это улучшение сохраняется после выписки из стационара. Достигнутые изменения функционального состояния обширнее, чем у пациентов после ОНМК и черепно-мозговой травмы, и возникают независимо от типа и локализации опухоли [14].

У многих пациентов неврологический дефицит развивается не только после оперативного лечения, но и до хирургического вмешательства [15]. На предоперационном этапе у 22 % пациентов с ОГМ отмечается моторный дефицит [16]. Неврологический дефицит влияет на функциональное состояние и двигательные способности пациентов. Одним из важнейших навыков является ходьба. Она имеет колоссальное значение

для поддержания качества жизни пациентов, их независимости, оказывает влияние на многие аспекты, такие как восприятие себя самостоятельным в обществе, выполнение трудовых и семейных функций [17]. У пациентов с ОГМ возникают аномалии походки в виде апраксии походки и снижения скорости ходьбы [18]. Нарушения моторики, чувствительности и равновесия создают трудности при передвижении, что приводит к повышенному риску падений [19, 20]. Существует множество исследований, описывающих результаты реабилитации на амбулаторном этапе [21–23], однако работ по изучению патологии походки на стационарном этапе у пациентов с ОГМ немного.

Цель исследования — изучить функциональные и клинические составляющие функции ходьбы у пациентов с ОГМ в раннем послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: экспериментальное нерандомизированное продольное пилотное исследование.

Условия проведения. Исследование проведено в период с 2022 по 2023 г. в лаборатории научно-исследовательского центра медицинской реабилитации ФЦМН ФМБА России.

Критерии соответствия. Критерии включения: наличие впервые выявленной полушарной ОГМ; возраст от 18 до 75 лет; функциональная готовность пациента к вертикализации; адекватная реакция на пробу с ортостазом; возможность держать вертикальную стойку в течение не менее 1 мин; способность к ходьбе без посторонних вспомогательных предметов; ясное сознание с уровнем бодрствования, достаточным для усвоения и выполнения инструкций при проведении исследования и тренировок; отсутствие когнитивных нарушений, препятствующих пониманию поставленных исследователем задач; отсутствие сенсомоторной афазии грубой степени; отсутствие декомпенсированной соматической патологии, ишемических изменений по данным электрокардиограммы, сердечной недостаточности (II класс и выше по Killip); отсутствие заболевай центральной и периферической нервной системы помимо ОГМ в анамнезе, сопровождающихся неврологическим дефицитом (последствия травм, ОНМК, полинейропатии и т. п.); отсутствие ортопедической патологии (суставные деформации и контрактуры, выраженный болевой синдром, ампутации конечностей, операции на суставах нижних конечностей с использованием металлоконструкций и др.); согласие пациента на проведение объективной диагностики функции ходьбы.

Критерии исключения: летальный исход; нахождение в нейрохирургическом отделении после операции менее 9 дней; отказ пациента от проведения лечебных и диагностических мероприятий; неадекватная реакция сердечно-сосудистой системы на пробу с полуротастазом; появление у пациента ограничивающих фак-

торов и факторов риска проведения реабилитационных мероприятий, исключающих возможность проведения медицинской реабилитации; грубые когнитивные расстройства; психоэмоциональное возбуждение; признаки истерии; псевдобульбарный синдром (насищенный смех, плач); тромбоз вен нижней конечности без признаков реканализации либо артериальный тромбоз.

Описание медицинского вмешательства. Сформированы 2 группы: группа контроля, состоящая из 20 испытуемых (отсутствие в анамнезе ОНМК, травм головного мозга, оперативных вмешательств на головном мозге, позвоночнике и нижних конечностях, отсутствие двигательного дефицита), и основная группа, включающая 10 пациентов с впервые выявленными ОГМ, которые получили полный объем специализированной помощи: оперативное и медикаментозное лечение, реабилитационные мероприятия, выполняемые специалистами мультидисциплинарной команды отделения ранней медицинской реабилитации, и объективную диагностику алгоритма ходьбы до и после операции, после реабилитационных мероприятий. Группы набирали по результатам изучения историй болезни в отделении нейрохирургии ФЦМН ФМБА России и подбора пациентов с подходящим по классификации (тип опухоли, расположение) заболеванием.

Объекты (участники) исследования. Группа контроля: 20 практически здоровых лиц (10 женщин и 10 мужчин, средний возраст $28,8 \pm 3,7$ года (23–35 лет)), не имеющих в анамнезе травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной систем. Эта группа включена в исследование для обнаружения всех возможных деталей функционального состояния как до хирургического лечения, так и после проведения реабилитации.

Группа пациентов, прошедших послеоперационную раннюю реабилитацию, состояла из 10 пациентов: 4 мужчины и 6 женщин, средний возраст $46,3 \pm 13,7$ года (22–65 лет), средний рост $168,6 \pm 10$ см (157–184 см), средний вес $78,1 \pm 20,3$ кг (48–107 кг), у 2 пациентов опухоль располагалась в правом полушарии, у 8 — в левом, у 3 пациентов опухоль располагалась рядом с моторной зоной.

В группе пациентов, прошедших послеоперационную раннюю реабилитацию, перед оперативным вмешательством имелись следующие симптомы: головная боль (60 %), судорожные приступы (30 %), общая слабость (20 %), гипестезии (20 %), трудности со зрением (20 %), головокружение (10 %), нарушение походки (10 %), нарушение речи (10 %). Жалоб не было у 20 % пациентов.

Согласно клинической картине общемозговая симптоматика выявлена у 5 (50 %) пациентов, у 1 (10 %) пациента наблюдалась пирамидная симптоматика в виде пареза до 4 баллов по шкале оценки мышечной силы

(Medical Research Council Weakness Scale), у 2 (20 %) пациентов выявлены различные нарушения зрения в виде гемианопсии, у 3 (30 %) — нарушения чувствительности, у 3 (30 %) — эпилепсия, у 1 (10 %) пациента с крупной островковой глиомой — эфферентно-моторная афазия легкой степени, у 2 (20 %) — психические нарушения. Сочетание 2 и более синдромов выявлено у 5 (50 %) пациентов.

Методы исследования. Методика оценки функции ходьбы. Диагностику функции ходьбы выполняли с помощью комплекса анализа движений «Стэдис» («Нейрософт», Россия).

Комплекс состоит из автономных инерционных сенсоров. Каждый сенсор «Нейросенс» имеет калиброванный модуль бесплатформенной навигации, позволяющий определять повороты сенсора в пространстве с высокой точностью и ряд других биомеханических параметров. Сенсоры содержат Wi-Fi-модуль сопряжения с компьютером, автономный источник питания и 2 канала регистрации электромиограммы (ЭМГ). Нейросенсоры по беспроводному интерфейсу через Wi-Fi-роутер соединены с рабочим программным обеспечением, которое осуществляет автоматическую регистрацию и последующую обработку данных с формированием стандартного протокола исследования. Общая схема работы комплекса изображена на рис. 1. Система имеет собственную нейронную сеть для определения цикла шага с высокой точностью.

Для регистрации оцениваемых параметров использовали 7 инерционных сенсоров (рис. 2). Каждый сенсор осуществляет регистрацию кинематических параметров и содержит 2 канала ЭМГ-регистрации. Сенсоры размещаются на крестце, наружной поверхности средней трети бедра, наружной лодыжке и подъеме стопы на обеих нижних конечностях. ЭМГ регистрировалась

с крупных мышечных групп, ответственных за двигательный акт: четырехглавой мышцы бедра и суммарной активности двуглавой и полусухожильной мышц,



Рис. 2. Процесс биомеханической диагностики функции ходьбы. Показаны инерционные сенсоры «Нейросенс» на бедре, голени и стопе (еще 1 сенсор находится сзади на крестце). К сенсорам на голени и бедре подключены соответствующие ЭМГ-электроды для регистрации функциональной электромиограммы

Fig. 2. Process of biomechanical diagnosis of walking function. Neurosens inertial sensors on the thigh, calf and foot are shown (1 other sensor is located on the back on the sacrum). Sensors on the calf and hip are connected to the corresponding EMG electrodes for functional electromyogram registration

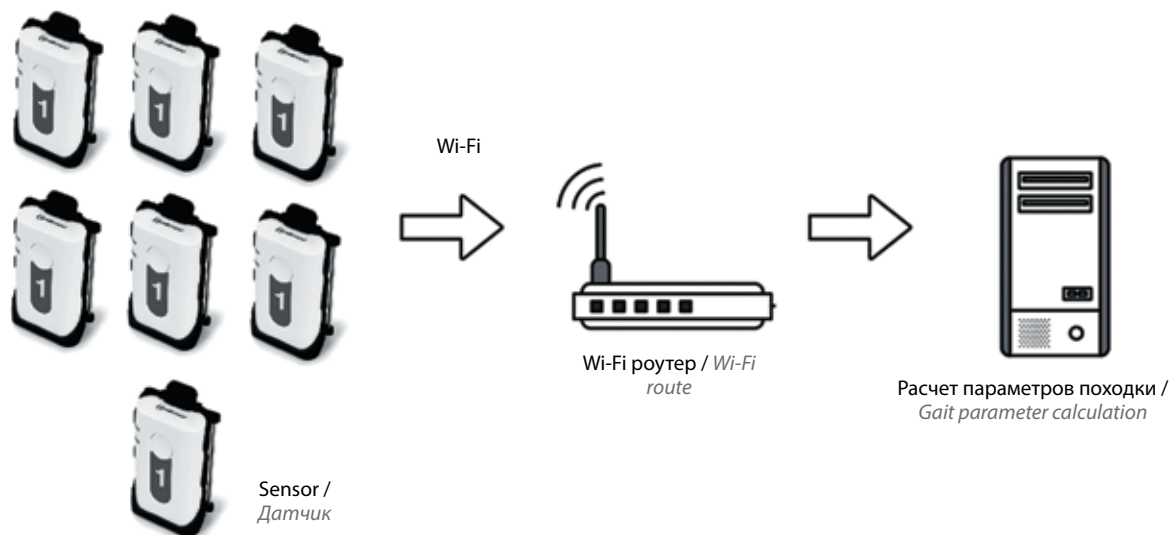


Рис. 1. Общая схема комплекса «Стэдис» («Нейрософт», Россия) для исследования функции ходьбы

Fig. 1. General diagram of the Steadys complex («Neurosoft», Russia) for walking function analysis

передней большеберцовой мышцы и суммарной активности наружной и внутренней головок трехглавой. Для фиксации датчиков на пациенте использовали специальные эластичные манжеты. Для регистрации ЭМГ использовали одноразовые поверхностные электроды Mederen.

Для анализа использовали значения длины цикла шага (см) (расстояние, которое преодолевает нога от постановки стопы на опору до следующей постановки ее на опору), скорости ходьбы (км/ч), длительности периода двойной опоры (в % от времени цикла шага), амплитуды движений (сгибание-разгибание) во время ходьбы для тазобедренного, коленного и голеностопного суставов (в градусах) и анализировали максимальную развиваемую амплитуду за цикл шага в мкВ для передней большеберцовой мышцы (*tibialis anterior*), икроножных мышц (*gastrocnemius*), прямой мышцы бедра (*rectus femoris*), полусухожильной и полуперепончатой мышц бедра (*semimembranosus and semitendinosus*).

Программное обеспечение определяло циклы шага для обеих нижних конечностей и в соответствии с ними рассчитывало другие параметры в автоматическом режиме. Конечность, соответствующая стороне опухоли, обозначалась как контралатеральная, а противоположная — как ипсилатеральная.

Диагностику функции ходьбы с помощью комплекса «Стэдис» выполняли во время ходьбы пациента по прямой ровной поверхности с удобной пациенту скоростью без дополнительных средств опоры. Исследование в среднем занимало от 15 до 20 мин. Максимальное количество исследований функции ходьбы — 3 раза: за 18–24 ч до операции, через $2,5 \pm 0,5$ дня после операции и по истечении недельного курса реабилитации — $11,6 \pm 3,5$ дня.

Методика клинической оценки. Функциональные возможности пациентов, прошедших курс реабилитации, оценивали с помощью клинических шкал: индекс динамической походки (Dynamic Gait Index, DGI), тест «встань и иди» (Timed Up and Go Test, TUG), индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index, HAI) модифицированная шкала Рэнкина (Modified Rankin Scale), индекс мобильности Ривермид (Rivermead Mobility Index), индекс ограничения жизнедеятельности Бартел (Barthel Index), шкала реабилитационной маршрутизации.

Также оценивали результаты достижения описанных и измеренных нарушений здоровья и возможностей пациента в доменах Международной классификации функционирования ограничений жизнедеятельности и здоровья «Активность и участие»: функция стереотипа походки (d770), преодоление препятствий (d4551) и ходьба на короткие расстояния (d4500).

Методы лечения. Всем пациентам выполнено оперативное вмешательство в виде краниотомии с микрохирургическим удалением опухоли под контролем

нейрофизиологического мониторинга. В послеоперационном периоде все пациенты находились в отделении реанимации и интенсивной терапии в течение суток и после контрольных исследований (компьютерной томографии головного мозга и ультразвукового исследования сосудов нижних конечностей) переводились в структурное отделение.

По данным гистологического исследования у 2 пациентов были выявлены менингиомы, у 8 — глиомы различной степени злокачественности. У всех пациентов были супратенториальные опухоли. У пациентов с менингиомами в 1 случае опухоль располагалась конвекситально, в другом — в области бугорка турецкого седла. У пациентов с глиомами в 4 (50 %) случаях опухоль располагалась изолированно в 1 доле (островковой, затылочной, височной и лобной), в 2 (25 %) случаях глиома поражала 2 доли (теменную и височную, затылочную и височную), в 2 (25 %) случаях образование распространялось на 3 доли головного мозга (лобную, височную, островковую).

В послеоперационном периоде пациенты получали лекарственную терапию: нестероидными противовоспалительными препаратами (90 % пациентов), кортикостероидами (70 %), антиконвульсантами (60 %), ингибиторами протонной помпы (50 %), противорвотными средствами (40 %), сердечными гликозидами (30 %), антикоагулянтами (20 %).

Пациенты, прошедшие послеоперационную раннюю реабилитацию (в раннем послеоперационном периоде), отмечали 1 или несколько жалоб: головная боль (60 %), нарушение речи (40 %), общая слабость (30 %), нарушение походки (20 %), трудности со зрением (10 %), головокружение (10 %). Жалоб не было у 20 % пациентов. После оперативного вмешательства жалобы на судорожные приступы и гипестезии отсутствовали.

Медицинская реабилитация. Всем пациентам основной группы исследования проводили индивидуально подобранные реабилитационные мероприятия на протяжении $11,6 \pm 3,5$ дня (от 10 до 21 дня) с продолжительностью занятий от 1 до 3 ч.

Использовали следующие методики: дыхательные упражнения, амплитудная гимнастика, индивидуальные занятия лечебной физкультурой, ходьба по прямой при помощи поручней, ходьба по лестнице, механотерапия на аппаратах с электроприводом. Все реабилитационные мероприятия проводили с контролем артериального давления, частоты сердечных сокращений и SpO_2 до появления признаков переутомления и усталости пациентов.

Статистический анализ. Обработка полученных результатов проведена с помощью стандартных методов описательной вариационной статистики с расчетом средних значений и среднеквадратичного отклонения. Использовали программный пакет Statistica-12 (Tibico, StatSoft, США). Вычисляли медиану и квартили

Таблица 1. Результаты исследования динамики состояния по клиническим шкалам и доменам МКФ

Table 1. Dynamics of patients' condition per clinical scales and domains of the ICF

Период Period	Шкала Карновского, баллы Karnofsky scale, score	Функциональные шкалы Functional scales			Шкалы самооценки Self-evaluation scales		Шкалы маршрутизации Routing scales		Домены МКФ ICF domains		
		DGI	HAI	TUG	Бартел Barthel	Ривермид Rivermead	Рэнкин Rankin	ШРМ RRS	d770	d4551	d4500
До операции Prior to surgery	90 [90; 100]	24	0	—	90 [90; 95]	12 [7; 14]	2,5 [2; 3]	2,5 [2; 3]	0	0	0
После операции After surgery	90 [80; 90]	23 [14; 24]	2 [1; 5]*	11 [7; 18]	90 [90; 95]	12 [7; 14]	3 [3; 3]	3 [3; 3]	0,5 [0; 3]	0,5 [0; 3]*	1 [0; 3]*
После реабили- тации After rehabilitation	90 [90; 100]	24 [22; 24]	1 [1; 2]*	10,5 [8; 14]	95 [90; 95]	14 [12; 14]	3 [2; 3]	3 [2; 3]	0 [0; 1]	0 [0; 1]	0 [0; 1]

*Достоверно с вероятностью $p < 0,05$ (по сравнению с таким же показателем до операции).

Примечание. МКФ — международная классификация функционирования ограничений жизнедеятельности и здоровья; ШРМ — шкала реабилитационной маршрутизации; DGI — индекс динамической походки (Dynamic Gait Index); HAI — индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index); TUG — тест «встань и иди» (Timed Up and Go Test).

*Significant with probability $p < 0.05$ (compared to the same characteristic prior to surgery).

Note. ICF — International Classification of Functioning, Disability and Health; RSS — Rehabilitation Routing Scale; DGI — Dynamic Gait Index; HAI — Hauser Ambulation Index; TUG — Timed Up and Go Test.

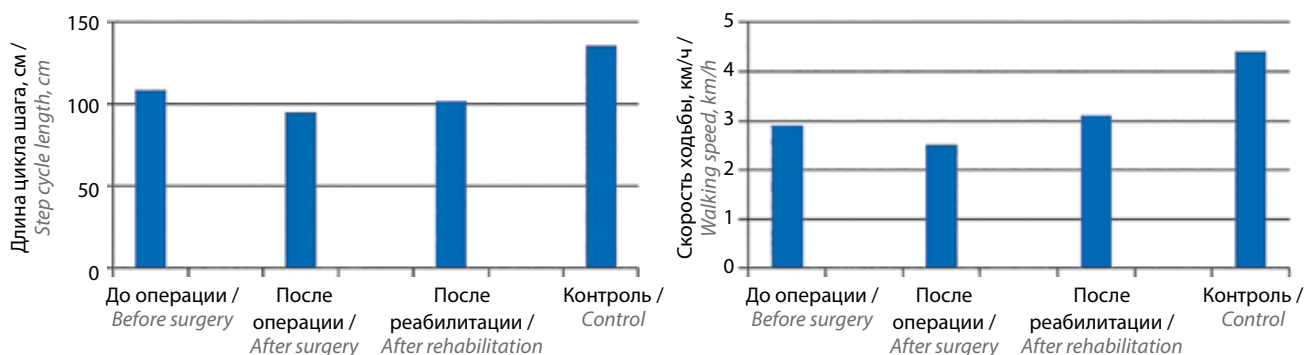


Рис. 3. Диаграммы динамики длины цикла шага и скорости ходьбы. Все значения имеют достоверные отличия от группы контроля, а скорость ходьбы после реабилитации — с показателем после операции

Fig. 3. Diagrams of the dynamics of step cycle length and walking speed. All values differ significantly from the control group, and walking speed after rehabilitation significantly differs from its value prior to surgery

(25-й, 75-й процентиля). Оценку достоверности различий выполняли с помощью критерия Вилкоксона — Манна—Уитни, приняв в качестве уровня статистической значимости $p < 0,05$. Проводили сравнительную оценку аналогичных параметров, полученных с контралатеральной и ипсилатеральной сторон, с показателями группы контроля.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты группы пациентов, прошедших послеоперационную раннюю реабилитацию, представлены в табл. 1 и на диаграммах (рис. 3–5).

Выявлено достоверное снижение функциональных возможностей, оцениваемых с помощью индекса HAI, как после оперативного вмешательства, так и после реабилитации по сравнению с показателями до операции. После оперативного вмешательства достоверно

значимо возросла проблематика активности в доменах «Ходьба на короткие расстояния» и «Преодоление препятствий».

Длина цикла шага, скорость ходьбы были достоверно меньше, чем в контрольной группе, во всех 3 измерениях (см. рис. 3). После хирургического лечения оба показателя снизились и вернулись к прежним значениям после курса реабилитации. Однако ни в одном измерении они не достигли нормативного значения. Все изменения происходили в диапазоне существенно ниже нормативного.

Показатель периода двойной опоры был достоверно выше результатов контрольной группы для обеих нижних конечностей во всех 3 измерениях (см. рис. 4).

После хирургического лечения показатель возрос (ухудшение) и после реабилитационного курса вернулся к прежнему значению. Но все 3 измерения

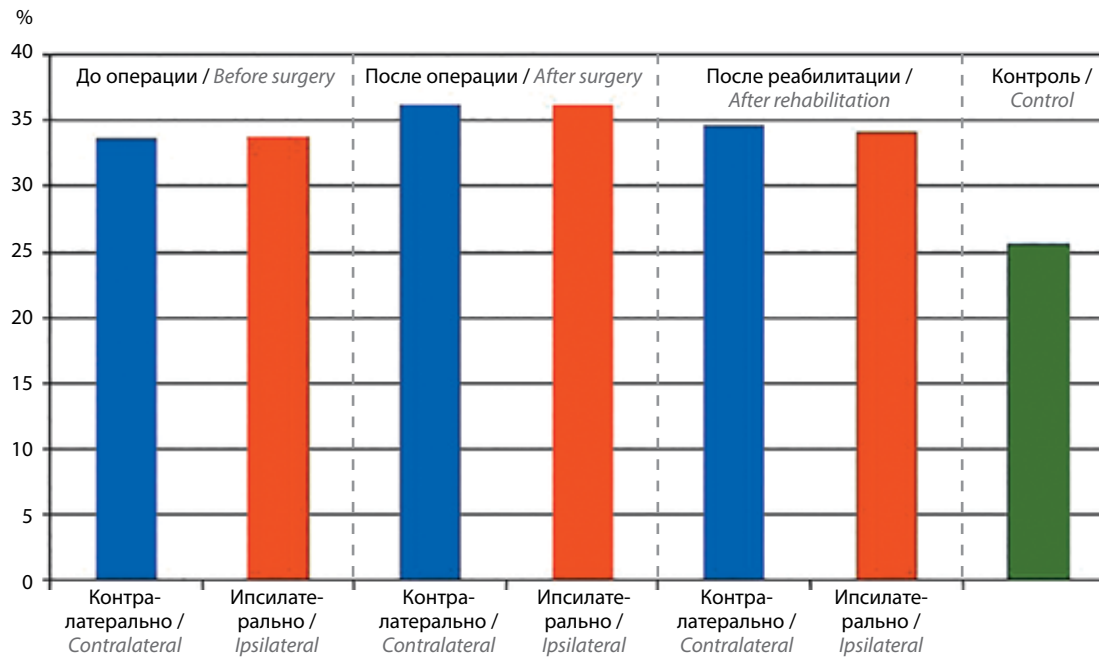


Рис. 4. Диаграмма значений периода двойной опоры цикла шага (в %). Все значения имеют достоверные отличия от группы контроля
Fig. 4. Diagram of double support period of the step cycle (in %). All values differ significantly from the control group

дали показатели существенно выше, чем у здоровых взрослых.

Амплитуда движений голеностопного сустава была достоверно меньше результата контрольной группы для обеих нижних конечностей во всех 3 измерениях (см. рис. 5). Амплитуда движений тазобедренного сустава ипсилатеральной конечности во всех 3 измерениях и контралатеральной конечности после хирургического лечения была достоверно меньше результата контрольной группы.

При исследовании функции мышц при ходьбе установлено достоверное увеличение биэлектрической активности мышц по сравнению с показателями контрольной группы, кроме передней большеберцовой мышцы и четырехглавой мышцы бедра, во всех 3 измерениях.

ОБСУЖДЕНИЕ

Пациенты, перенесшие оперативное вмешательство и получившие реабилитационные процедуры, не продемонстрировали отрицательных результатов и реакции на индивидуально подобранную восстановительную программу и диагностику функции ходьбы.

Улучшение состояния пациентов по функциональным шкалам (Бартел, Ривермид) позволяет им быть самостоятельными и независимыми как в бытовой сфере (ходьба по квартире, лестнице, выход на улицу, посещение магазина), так и в трудовой и общественной деятельности, что подтверждается данными литературы [14].

После оперативного вмешательства показатели шкал, позволяющих оценить безопасность ходьбы

(DGI и HAI), способность поддерживать равновесие и необходимость использования дополнительных средств опоры при передвижении, свидетельствуют о высоком риске падений [24]. По данным литературы, 55 % пациентов хирургического профиля имеют средний и высокий уровни риска падений [25]. Падения пациентов с неврологическим дефицитом приводят к тяжким последствиям в виде переломов трубчатых костей, ребер, черепно-мозговых травм, повреждения внутренних органов [26]. В результате проведения индивидуально подобранной программы медицинской реабилитации и медикаментозного лечения происходит статистически значимое улучшение ходьбы, риск падений нивелируется.

Несмотря на различия в видах опухолей и их локализации, функционально, по изменению параметров ходьбы обследованные пациенты представляли однородную группу с относительно небольшой степенью нарушений. Объективная диагностика функции ходьбы показала, что основные параметры демонстрируют синдромокомплекс, характерный для медленной ходьбы: наблюдается снижение скорости ходьбы, длины цикла шага, увеличение периода двойной опоры, снижение амплитуд движений в тазобедренном и коленном суставах. У этой группы пациентов отсутствует асимметрия параметров, характерная, например, для гемипареза после церебрального инсульта [27]. Схожая картина диагностических результатов описана в работе S. Krajewski и соавт. [28], где при отборе в исследование у пациентов отмечалась сниженная функция ходьбы. Однако мы обнаружили то, что никак не согласуется с медленной ходьбой, — увеличение

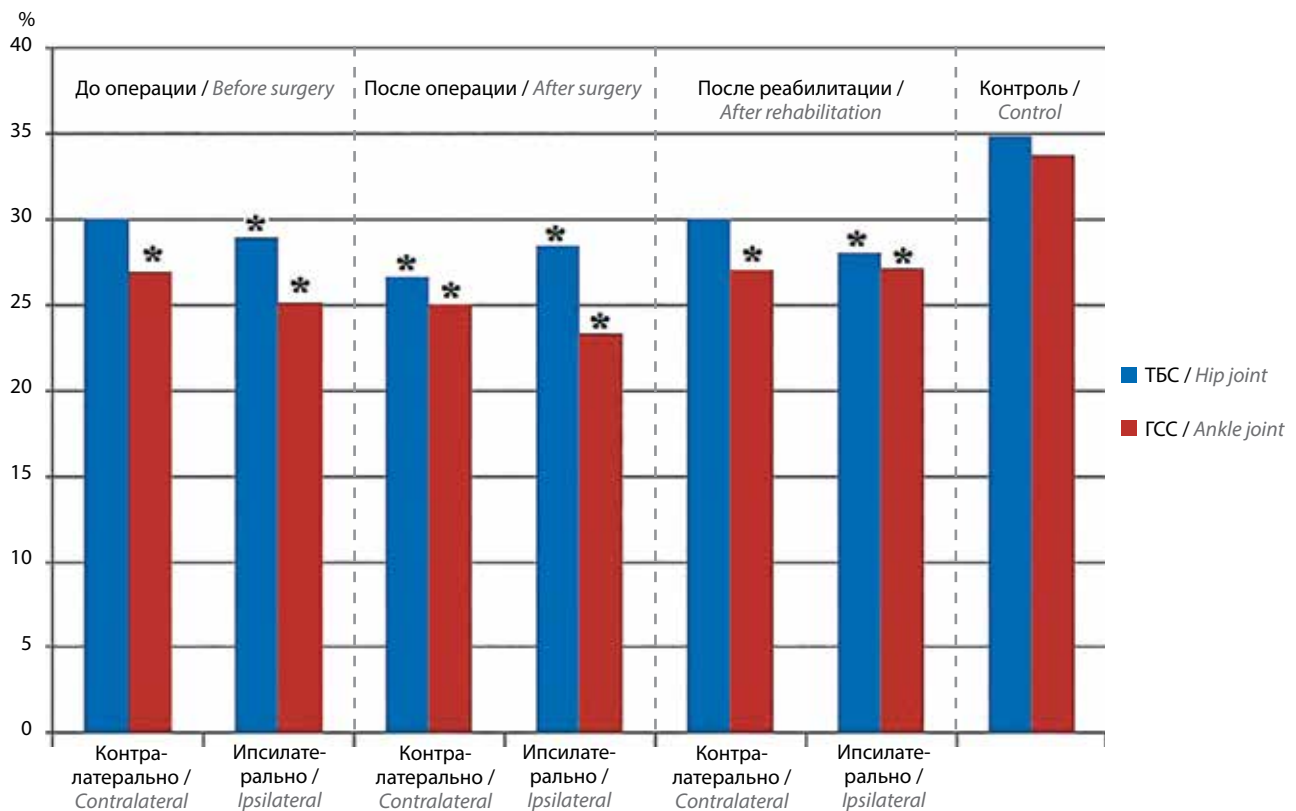


Рис. 5. Диаграмма динамики амплитуд в тазобедренном (ТБС) и голеностопном (ГСС) суставах (в %). *Достоверные отличия с таким же параметром в группе контроля

Fig. 5. Diagram of dynamics of hip and ankle joint amplitudes (in %). *Significant differences from the same parameter in the control group

ЭМГ-активности мышц. Для медленной ходьбы здорового человека характерно снижение этой активности [29]. В данном случае даже медленная ходьба протекает в условиях повышения мышечной активности. Соответственно, мы обнаружили специфичный для обследованной группы функциональный феномен — избыточную активность мышц при значительно меньшей скорости ходьбы. Таким образом, даже потенциальные энергетические затраты на передвижение у этой группы пациентов значительно выше, чем у здоровых лиц.

После оперативного лечения отмечается еще большее снижение функциональных показателей ходьбы. Однако короткого курса реабилитации оказывается достаточно для их возвращения к дооперационным показателям, что вполне согласуется с данными другого исследования [28]. Это позволяет предположить, что последующее непрерывное восстановительное лечение необходимо и будет эффективным.

Следует отметить тот факт, что полученные изменения не диагностировали с помощью классических клинических функциональных шкал, и пациенты не имели жалоб на состояние функции ходьбы. Расхождение данных функционального, биомеханического исследования и данных, полученных посредством клинических шкал, было отмечено в предшествующих

работах с участием ортопедических больных и пациентов в раннем восстановительном периоде после инсульта [27, 30]. Суммируя эти данные, можно сделать вывод, что клинические шкалы и объективное инструментальное исследование функции ходьбы дают различную информацию и обладают разной «зоной ответственности». По-видимому, для клиницистов этот факт еще не стал очевидным. Однако в отношении функции ходьбы опубликованные результаты и данные этого исследования позволяют сделать такое обобщение.

Важным элементом также является подход к лечению: качественное высокотехнологичное оперативное и медикаментозное лечение, комплексная предоперационная диагностика, индивидуально подобранная программа реабилитации и мультидисциплинарный подход [31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка предоперационного функционального состояния ходьбы у пациентов важна с точки зрения построения стратегии лечения и подбора индивидуальной программы медицинской реабилитации, тем более что привычные клиницисту инструменты в виде клинических шкал при оценке функции ходьбы дают иные результаты по сравнению с объективным инструментальным обследованием.

Даже на коротком промежутке времени после хирургического лечения обнаруживается снижение функции ходьбы с последующим ее не полным восстановлением до дооперационного состояния. Функциональное состояние больных с ОГМ характеризуется симметричным снижением большинства функциональных параметров ходьбы в сочетании с избыточной мышечной активностью. Данная симптоматика остается постоянной в течение всего периода наблюдения в исследовании — около 2 нед.

Проведение процедур ранней медицинской реабилитации позволяет улучшить функциональные исходы оперативного лечения ОГМ. Оценка ходьбы с помощью клинических шкал и метода объективной диагностики дает возможность выявлять скрытую патологию походки, высокий риск падений и с помощью мультидисциплинарного реабилитационного подхода восстанавливать утраченную функцию.

В дальнейшем мы планируем проведение исследования с большим числом пациентов и оценкой в зависимости от типа опухоли.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Балканов А.С., Савкова Р.Ф., Дударова Р.Г. и др. Некоторые показатели заболеваемости опухолями ЦНС жителей Московской области с 1998 по 2003 г. Нейрохирургия 2007;3:83–6. Balkanov A.S., Savkova R.F., Dudarova R.G. et al. Some indicators of the incidence of CNS tumors residents of the Moscow region from 1998 to 2003. *Neirokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2007;(3):83–6. (In Russ.).
2. Aldape K., Brindle K.M., Chesler L. et al. Challenges to curing primary brain tumours. *Nat Rev Clin Oncol* 2019;16(8):509–20. DOI: 10.1038/s41571-019-0177-5.
3. Quick brain tumor facts. Available at: <https://braintumor.org/brain-tumor-information/brain-tumor-facts> (access date 18.05.2020).
4. Golub D., Hyde J., Dogra S. et al. Intraoperative MRI versus 5-ALA in highgrade glioma resection: a network metaanalysis. *J Neurosurg* 2020;134(2):484–98. DOI: 10.3171/2019.12.JNS191203
5. Huntoon K., Toland A.M.S., Dahiya S. Meningioma: a review of clinicopathological and molecular aspects. *Front Oncol* 2020;10:579599. DOI: 10.3389/fonc.2020.579599
6. Ostrom Q.T., Cote D.J., Ascha M. et al. Adult glioma incidence and survival by race or ethnicity in the United States from 2000 to 2014. *JAMA Oncol* 2018;4(9):1254–62. DOI: 10.1001/jamaoncol.2018.1789
7. Thakkar P., Greenwald B.D., Patel P. Rehabilitation of adult patients with primary brain tumors: a narrative review. *Brain Sci* 2020;10(8):492. DOI: 10.3390/brainsci10080492
8. Первичные опухоли центральной нервной системы. Клинические рекомендации Минздрава России. 2020. Primary tumors of the central nervous system. Clinical recommendations, Russian Ministry of Health. 2020. (In Russ.).
9. Krajewski S., Furtak J., Zawadka-Kunikowska M. et al. Rehabilitation outcomes for patients with motor deficits after initial and repeat brain tumor surgery. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(17):10871. DOI: 10.3390/ijerph191710871
10. Saunders D.H., Sanderson M., Hayes S. et al. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;3(3):CD003316. DOI: 10.1002/14651858.CD003316.pub7
11. Khan F., Amatya B., Ng L. et al. Multidisciplinary rehabilitation after primary brain tumour treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;1:CD009509. DOI: 10.1002/14651858.CD009509.pub2
12. Park J., Park Y.G. Brain tumor rehabilitation: symptoms, complications, and treatment strategy. *Brain Neurorehabil* 2022;15(3):e25. DOI: 10.12786/bn.2022.15.e25
13. Bartolo M., Intiso D., Zucchella C. Neurorehabilitation in brain tumours: evidences and suggestions for spreading of knowledge and research implementation. *Curr Opin Oncol* 2023;35(6):543–9. DOI: 10.1097/CCO.0000000000000999
14. Fu J., Parsons H., Shin K. et al. Comparison of functional outcomes in low- and high-grade astrocytoma rehabilitation inpatients. *Am J Phys Med Rehabil* 2010;89(3):205–12. DOI: 10.1097/PHM.0b013e3181ca2306
15. Natsume K., Sakakima H., Kawamura K. et al. Factors influencing the improvement of activities of daily living during inpatient rehabilitation in newly diagnosed patients with glioblastoma multiforme. *J Clin Med* 2022;11(2):417. DOI: 10.3390/jcm11020417
16. Ijzerman-Korevaar M., Snijders T.J., de Graeff A. et al. Prevalence of symptoms in glioma patients throughout the disease trajectory: a systematic review. *J Neurooncol* 2018;140(3):485–96. DOI: 10.1007/s11060-018-03015-9
17. Schmid A., Duncan P.W., Studenski S. Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke* 2007;38(7):2096–100. DOI: 10.1161/STROKEAHA.106.475921
18. Dulaney C.R., McDonald A.M., Wallace A.S., Fiveash J. Gait speed and survival in patients with brain metastases. *J Pain Symptom Manag* 2017;54(1):105–9. DOI: 10.1016/j.jpainsymman.2017.03.013
19. Diccini S., de Pinho P.G., da Silva F.O. Assessment of risk and incidence of falls in neurosurgical inpatients. *Rev Lat Am Enfermagem* 2008;16(4):752–7. DOI: 10.1590/s0104-11692008000400016
20. Hamilton M.G. Commentary: falls and fear of falling in shunted idiopathic normal pressure hydrocephalus—the idiopathic normal pressure hydrocephalus comorbidity and risk factors associated with hydrocephalus study. *Neurosurgery* 2021;89(1):E18. DOI: 10.1093/neuros/nyab126
21. Shahpar S., Wong A.W.K., Keeshin S. et al. Functional outcomes of an interdisciplinary outpatient rehabilitation program for patients with malignant brain tumors. *PM R* 2018;10(9):926–33. DOI: 10.1016/j.pmrj.2018.03.002
22. Hojan K., Gerreth K. Can multidisciplinary inpatient and outpatient rehabilitation provide sufficient prevention of disability in patients with a brain tumor? A case-series report of two programs and a prospective, observational clinical trial. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(18):6488. DOI: 10.3390/ijerph17186488
23. McLarney M., Fergestrom N., Zheng J., Pezzin L.E. Rehabilitation after brain tumor resection: a national study of insurance claims data. *PM R* 2024;16(5):441–8. DOI: 10.1002/pmrj.13117
24. Alghadir A.H., Al-Eisa E.S., Anwer S., Sarkar B. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC Neurol* 2018;18(1):141. DOI: 10.1186/s12883-018-1146-9
25. Лапик С.В. Анализ факторов риска падений и аудит программы профилактики падений в многопрофильном стационаре. Медицинская наука и образование Урала 2021;2(106):132–5. DOI: 10.36361/1814-8999-2021-22-2-132-135
Lapik S.V. Analysis of fall risk factors and audit of the fall prevention program in a multidisciplinary hospital. *Meditinskaya*

- nauka i obrazovaniye Urala = Medical Science and Education of the Urals 2021;2(106):132–5. (In Russ.). DOI: 10.36361/1814-8999-2021-22-2-132-135
26. Гераскина Л.А., Галаева А.А., Шейхова Р.Д. и др. Факторы риска падений у больных различных возрастных групп с хронической ишемией головного мозга. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2022;16(3):5–14. DOI: 10.54101/ACEN.2022.3.1
Geraskina L.A., Galaeva A.A., Sheikova R.D. et al. Risk factors for falls in patients of various age groups with chronic cerebral ischemia. *Annals of Clinical and Experimental Neurology* 2022;16(3):5–14. (In Russ.). DOI: 10.54101/ACEN.2022.3.1
27. Скворцов Д.В., Кауркин С.Н., Иванова Г.Е., Суворов А.Ю. Целевая тренировка функции ходьбы по параметрам периода опоры и одиночной опоры у больных в раннем восстановительном периоде церебрального инсульта. *Клиническая практика* 2023;14(1):31–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinpract112483>
- Skvortsov D.V., Kaurkin S.N., Ivanova G.E., Suvorov A.Y. Targeted training of the walking function according to the parameters of the support period and single support in patients in the early recovery period of cerebral stroke. *Klinicheskaya praktika = Clinical Practice* 2023;14(1):31–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinpract112483>
28. Krajewski S., Furtak J., Zawadka-Kunikowska M. et al. Functional state and rehabilitation of patients after primary brain tumor surgery for malignant and nonmalignant tumors: a prospective observational study. *Curr Oncol* 2023;30(5):5182–94. DOI: 10.3390/curroncol30050393
29. Winter D.A. The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological. Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press, 1992. 143 p.
30. Skvortsov D., Prizov A., Kaurkin S. et al. Gait analysis and knee kinematics before, and 6 and 18 months after corrective valgus osteotomy. *Knee* 2023;41:1–8. DOI: 10.1016/j.knee.2022.12.013
31. Khan F., Amatya B., Ng L. et al. Multidisciplinary rehabilitation after primary brain tumour treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015(8):CD009509. DOI: 10.1002/14651858.CD009509.pub3

Вклад авторов

С.Н. Кауркин: разработка концепции и дизайна исследования, обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи;

С.Д. Листратов: сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи;

И.В. Григорьев: сбор и обработка материала;

Д.В. Скворцов: написание текста статьи, научное редактирование текста статьи;

И.В. Сенько: разработка концепции и дизайна исследования, сбор материала, научное редактирование текста статьи;

Г.Е. Иванова: разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование текста статьи.

Authors' contributions

S.N. Kaurkin: research idea and design, obtaining data for analysis, statistical analysis, article writing;

S.D. Listratov: obtaining data for analysis, statistical analysis, article writing;

I.V. Grigoryev: obtaining data for analysis;

D.V. Skvortsov: article writing, scientific editing of the article;

I.V. Senko: research idea and design, obtaining data for analysis, scientific editing of the article;

G.E. Ivanova: research idea and design, scientific editing of the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

С.Н. Кауркин / S.N. Kaurkin: <https://orcid.org/0000-0001-5232-7740>

С.Д. Листратов / S.D. Listratov: <https://orcid.org/0009-0006-0622-0655>

И.В. Григорьев / I.V. Grigoryev: <https://orcid.org/0000-0002-1320-5772>

Д.В. Скворцов / D.V. Skvortsov: <https://orcid.org/0000-0002-2794-4912>

И.В. Сенько / I.V. Senko: <https://orcid.org/0000-0002-5743-8279>

Г.Е. Иванова / G.E. Ivanova: <https://orcid.org/0000-0003-3180-5525>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России (№ 01/19-02-24 от 19.02.2024). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и публикацию своих данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the local Ethics Committee of the Federal Center for Brain and Neurotechnology, FMBA of Russia (No. 01/19-02-24 dated 02.19.2024). All patients gave written informed consent to participate in the study and publication of their data.

Статья поступила: 19.02.2024. **Принята к публикации:** 19.11.2024. **Опубликована онлайн:** 15.04.2025.

Article submitted: 19.02.2024. **Accepted for publication:** 19.11.2024. **Published online:** 15.04.2025.