

DOI: 10.17650/2222-1468-2022-12-1-26-34



# Хирургическое лечение пациентов с церебральными метастазами в моторной области

Д.М. Белов<sup>1</sup>, В.Б. Карахан<sup>1</sup>, А.Х. Бекашев<sup>1</sup>, Н.В. Севян<sup>1,2</sup>, В.А. Алешин<sup>1</sup>, А.А. Митрофанов<sup>1</sup>,  
Е.В. Прозоренко<sup>2</sup>, Д.В. Сашин<sup>1</sup>, Н.В. Гаранина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 15478 Москва, Каширское шоссе, 24;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России; Россия, 119991 Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4

**Контакты:** Дмитрий Михайлович Белов [dmbelov@mail.ru](mailto:dmbelov@mail.ru)

**Введение.** Хирургический этап играет большую роль в комплексном лечении пациентов с церебральными метастазами злокачественных опухолей. В целом все усилия при хирургическом вмешательстве должны быть направлены на восстановление функционального статуса, поскольку выраженная неврологическая симптоматика может лишить больных возможности продолжить комплексное лечение, что негативно повлияет на общую выживаемость. Наиболее тяжелая группа пациентов – это больные с двигательным дефицитом, что, как правило, отмечается при метастазах в моторную область головного мозга. Такие пациенты в плане комплексного лечения получают различные методы лечения – лекарственные, лучевые, хирургические. Однако в плане восстановления двигательной функции, на наш взгляд, наиболее эффективным является хирургический метод.

**Цель исследования** – оценить эффективность хирургического удаления метастазов из моторной области головного мозга по динамике восстановления двигательной функции и регресса пароксизмальной симптоматики.

**Материалы и методы.** Было проанализировано хирургическое лечение 18 пациентов с метастазами в моторной области. Локализацию опухоли верифицировали с помощью магнитно-резонансной томографии до операции и нейронавигационной системы Brainlab во время операции. Магнитно-резонансная трактография позволяла оценить расположение и степень компрессии волокон кортико-спинального тракта. Функциональное мониторирование в ходе хирургического вмешательства не проводилось. Операции выполнялись с использованием микроскопа ZEISS OPMI PENTERO 800.

**Результаты.** Восстановление двигательной функции после операции отмечено в 17 (94,5 %) случаях. Оно было полным или частичным. При метастазах солидной, солидно-некротической и солидно-кистозной структуры регресс пирамидной симптоматики развивался постепенно, начиная с 4-х суток после операции. Как правило, с 3-х суток после хирургического вмешательства пациентам начинали проводить реабилитационную терапию (лечебную физкультуру, массаж, электромиостимуляцию), что ускоряло процесс восстановления. Максимальный эффект возник на 15-е сутки после операции. Более быстрое восстановление двигательной функции отмечалось у пациентов с большими кистозными метастазами, которым проводилась операция в объеме имплантации резервуара Оммаи. Восстановление начиналось уже через несколько часов после выхода из наркоза. Регресс пароксизмальной симптоматики отмечен во всех случаях, хотя больные продолжали принимать антиконвульсанты. Период наблюдения составил 12 мес.

**Заключение.** Хирургическое удаление церебральных метастазов в моторной области позволяет добиться полного или частичного регресса неврологической симптоматики. При этом наблюдается короткий восстановительный период: от нескольких часов до 14 сут. Появляется возможность отменить глюкокортикоиды на 7–10-е сутки после операции. Создаются условия для продолжения комплексного лечения пациентов, ранее считавшихся инкурабельными.

**Ключевые слова:** церебральные метастазы, структурная организация метастазов, моторная область коры, пирамидная симптоматика

**Для цитирования:** Белов Д.М., Карахан В.Б., Бекашев А.Х. и др. Хирургическое лечение пациентов с церебральными метастазами в моторной области. Опухоли головы и шеи 2022;12(1):26–34. DOI: 10.17650/2222-1468-2022-12-1-26-34.

## Surgical treatment of patients with cerebral metastases in the motor area

D.M. Belov<sup>1</sup>, V.B. Karakhan<sup>1</sup>, A.Kh. Bekyashev<sup>1</sup>, N.V. Sevyan<sup>1,2</sup>, V.A. Aleshin<sup>1</sup>, A.A. Mitrofanov<sup>1</sup>, E.V. Prozorenko<sup>2</sup>, D.V. Sashin<sup>1</sup>, N.V. Garanina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115478, Russia;

<sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of Russia, Bld. 4, 2 Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow 119991, Russia

**Contacts:** Dmitry Mikhailovich Belov [dmbelov@mail.ru](mailto:dmbelov@mail.ru)

**Introduction.** The surgical stage takes an important place in the complex treatment of patients with cerebral metastases of malignant tumors. In general, all efforts during surgical intervention should be aimed at restoring a good functional status, since severe neurological symptoms can deprive patients of the opportunity to continue complex treatment, which will negatively affect overall survival. The most pronounced neurological symptoms are observed in patients with metastases in the motor area. In this article, we tried to substantiate the need for surgery of cerebral metastases in patients with severe motor deficits, evaluate the results of surgical treatment and also to develop optimal surgical removal techniques.

**The study object** – to assess the effectiveness of surgical removal of metastases in the motor cortex by evaluating the dynamics of motor function recovery and regression of paroxysmal symptoms.

**Materials and methods.** An analysis of the surgical treatment of 18 patients with metastases in the motor area was carried out. Tumor localization was verified using magnetic resonance imaging, before surgery, neuronavigation system Brainlab during surgery. Magnetic resonance tractography made it possible to assess the localization and degree of compression of the fibers of the cortico-spinal tract. Functional monitoring was not performed during the operation. The operations were performed using a ZEISS OPMI PENTERO 800 microscope.

**Results.** Recovery of motor function after surgery was noted in 17 (94.5 %) cases. It was complete or partial. With metastases of a solid, solid-necrotic, solid-cystic structure, regression of pyramidal symptoms developed gradually, starting from 4 days after surgery. As a rule, rehabilitation therapy (therapeutic exercise, massage, electromyostimulation) is carried out on patients from 3 days after surgery, which accelerated the recovery process. The maximum effect developed on the 15<sup>th</sup> day after the operation. Faster recovery of motor function was observed in patients with large cystic metastases who underwent surgery in the volume of Ommaya reservoir implantation. They began to recover motor function a few hours after awakening. Regression of paroxysmal symptoms was noted in all cases. Although the patients continued to take anticonvulsants. The observation period was 6 months.

**Conclusion.** Surgical removal of cerebral metastases in the motor area allows achieving complete or partial regression of neurological symptoms. At the same time, the recovery period is short – from several hours to 14 days. It becomes possible to cancel glucocorticoids 7–10 days after the operation. Conditions are being created for the continuation of complex treatment of patients previously considered incurable.

**Key words:** cerebral metastases, structural organization of metastases, motor cortex, pyramidal symptoms

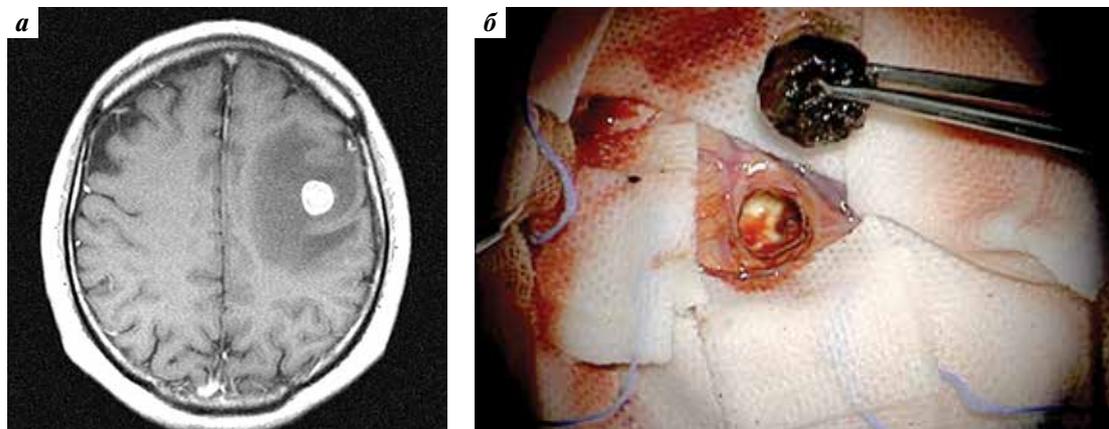
**For citation:** Belov D.M., Karakhan V.B., Bekyashev A.Kh. et al. Surgical treatment of patients with cerebral metastases in the motor area. *Opukholi golovy i shei = Head and Neck Tumors* 2022;12(1):26–34. (In Russ.). DOI: 10.17650/2222-1468-2022-12-1-26-34.

### Введение

Хирургический этап играет большую роль в комплексном лечении пациентов с церебральными метастазами злокачественных опухолей. Операция позволяет быстро устранить масс-эффект и, как следствие, в короткие сроки достичь регресса неврологической симптоматики [1–5]. В целом при хирургическом вмешательстве все усилия должны быть направлены на восстановление функционального статуса пациентов, поскольку выраженная неврологическая симптоматика может лишить их возможности продолжения комплексного лечения, что негативно повлияет на общую выживаемость [6–8]. Наиболее выраженные неврологические симптомы обусловлены двигательными нарушениями, что является следствием масс-эф-

фекта в результате прямого воздействия на кортико-спинальный тракт метастаза или перифокального отека.

Традиционно моторной корой считается область в лобной доле, расположенная в задней части прецентральной извилины, непосредственно перед центральной бороздой. Примечательно, что даже небольшие метастатические поражения в моторной области (диаметром <1,5 см) могут приводить к значительному двигательному дефициту [1, 4] (рис. 1). Однако метастазы, в отличие от глиом, в большинстве случаев растут экспансивно, отодвигая, а не разрушая двигательные волокна [9–11]. При устранении механического воздействия на эти волокна восстановление функционального статуса пациентов возможно в полном объеме.



**Рис. 1.** Метастаз меланомы в области прецентральной извилины слева: а – магнитно-резонансная томография головного мозга (аксиальная проекция, режим T1 с контрастным усилением); б – удаленный метастаз (макропрепарат). Материал нейрохирургического отделения Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России

**Fig. 1.** Metastasis from melanoma in the precentral gyrus on the left: a – contrast-enhanced T1-weighted magnetic resonance image of the brain (sagittal view); б – removed metastasis (gross specimen). Material of the Department of Neurosurgery, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Health of Russia

М. Rossetto и соавт. проанализировали результаты хирургического лечения пациентов с метастазами в моторной области и показали, что состояние 90 % больных улучшилось или оставалось стабильным после операции [12]. Однако клиническое наблюдение было коротким (в течение 1 мес), что не позволяет точно оценить послеоперационные результаты.

В своем исследовании мы проанализировали результаты хирургического лечения 18 пациентов с церебральными метастазами в моторной области. Период наблюдения составил 12 мес.

**Цель исследования** – оценить эффективность хирургического удаления метастазов из моторной области головного мозга по динамике восстановления двигательной функции и регресса пароксизмальной симптоматики.

### Материалы и методы

В нейрохирургическом отделении Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России с 2006 по 2020 г. были прооперированы 879 пациентов с церебральными метастазами рака легкого, молочной железы, почки, женской репродуктивной системы, колоректального рака, меланомы и сарком. Метастатическое поражение моторной области наблюдалось в 18 случаях. В общей популяции больных этот показатель намного выше, поскольку далеко не все пациенты могут обратиться за специализированной помощью. К тому же в связи с выраженным двигательным дефицитом большинство больных признаются инкурабельными.

Наиболее распространенными неврологическими симптомами у пациентов были двигательная слабость и судороги. Распределение пациентов с церебральными метастазами в моторной области в зависимости

от данной симптоматики до операции представлена в табл. 1.

Локализация опухоли была верифицирована с помощью анатомических ориентиров в ходе предоперационной магнитно-резонансной томографии (МРТ). Во время операции использовалась нейронавигационная система Brainlab. Магнитно-резонансная трактография позволила оценить расположение и степень компрессии волокон кортико-спинального тракта. Функциональное мониторирование в ходе операции не проводилось. Операции выполнялись с использованием микроскопа ZEISS OPMI PENTERO 800.

### Результаты

Во всех случаях магнитно-резонансная трактография, выполненная в предоперационном периоде, подтверждала данные экспансивного роста метастазов, при котором метастаз или окружающий его перифокальный отек сдавливает волокна кортико-спинального тракта (рис. 2).

Кортико-спинальный тракт не проходил через метастаз ни в одном случае. Это подтверждают данные морфологического исследования, согласно которым граница метастаза и глиальной ткани четко прослеживается (рис. 3). Иногда наблюдается инвазия опухолевых клеток в перифокальную глиальную ткань, но она не приводит к деструкции двигательных волокон, как в случае глиальных опухолей (рис. 4).

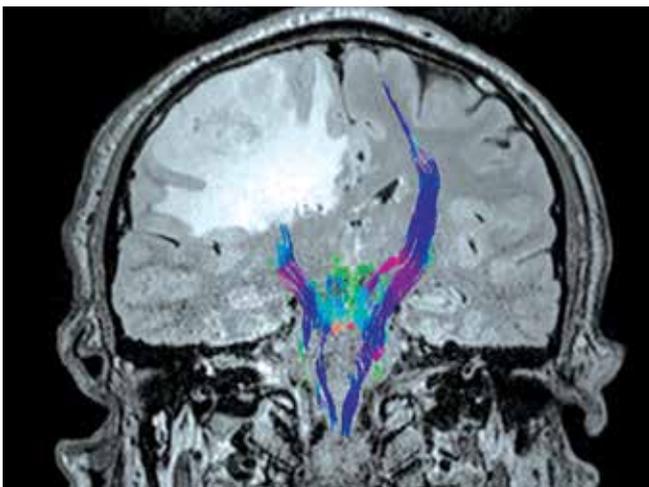
Метастазы имели разную структуру: солидную, солидно-некротическую, солидную с кровоизлиянием, солидно-кистозную, кистозную (рис. 5).

Наиболее технически простым является удаление метастазов солидной структуры, поскольку они оформлены, отличаются по консистенции и цвету от перифокальной мозговой ткани и имеют с ней четкую

**Таблица 1.** Распределение пациентов с церебральными метастазами в моторной области в зависимости от неврологической симптоматики до операции

**Table 1.** Distribution of patients with cerebral metastases in the motor cortex depending on their preoperative neurological symptoms

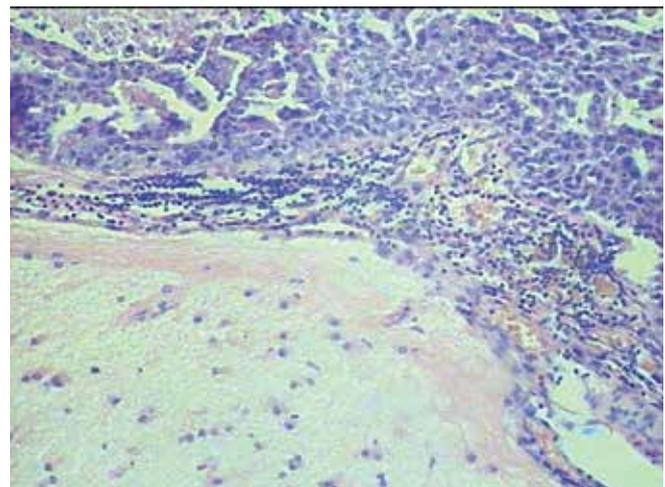
Гистологическая форма первичной опухоли Histological type of the primary tumor	Пирамидная симптоматика, n Pyramidal symptoms, n		Пароксизмальная симптоматика, n Paroxysmal symptoms, n	
	Гемипарез Hemiparesis	Гемиплегия Hemiplegia	Генерализованные приступы Generalized seizures	Фокальные приступы Focal seizures
Рак молочной железы (n = 6) Breast cancer (n = 6)	4	2	1	3
Рак легкого (n = 5) Lung cancer (n = 5)	3	2	1	2
Колоректальный рак (n = 2) Colorectal cancer (n = 2)	2	—	—	1
Почечноклеточный рак (n = 1) Renal cell carcinoma (n = 1)	1	—	—	1
Меланома (n = 4) Melanoma (n = 4)	2	2	—	2



**Рис. 2.** Магнитно-резонансная трактография головного мозга  
Fig. 2. Magnetic resonance tractography image of the brain

границу. Перифокальная мозговая ткань представлена бесструктурной зоной размягченного мозгового вещества с различной степенью васкуляризации. Ангиоматоз наиболее выражен на границе этой ткани (толщиной 1–2 мм) и опухолевого узла. Кортикотомия осуществлялась в глубине прецентральной борозды с учетом кратчайшего расстояния до границы опухоли. Поскольку волокна кортико-спинального тракта плотно окружают метастазы, удаление проводилось по их краю, без захвата перифокальной мозговой ткани. Они выделялись блоком при помощи биполярной коагуляции и вакуумного аспиратора. Метастазы солидной формы наблюдались у 5 пациентов. Во всех случаях они были удалены единым блоком.

При метастазах солидно-кистозной структуры с помощью нейронавигационной системы Brainlab или

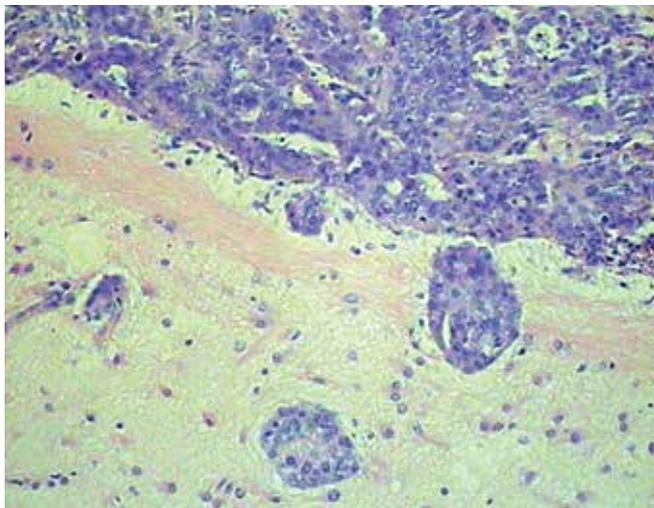


**Рис. 3.** Морфологическое исследование операционного материала (метастаз рака молочной железы с перифокальной тканью). Граница метастаза и глиальной ткани. Окраска гематоксилином и эозином. ×20

**Fig. 3.** Morphological examination of a surgical sample (metastasis from breast cancer with perifocal tissue). Border of metastasis and glial tissue. Hematoxylin and eosin staining. ×20

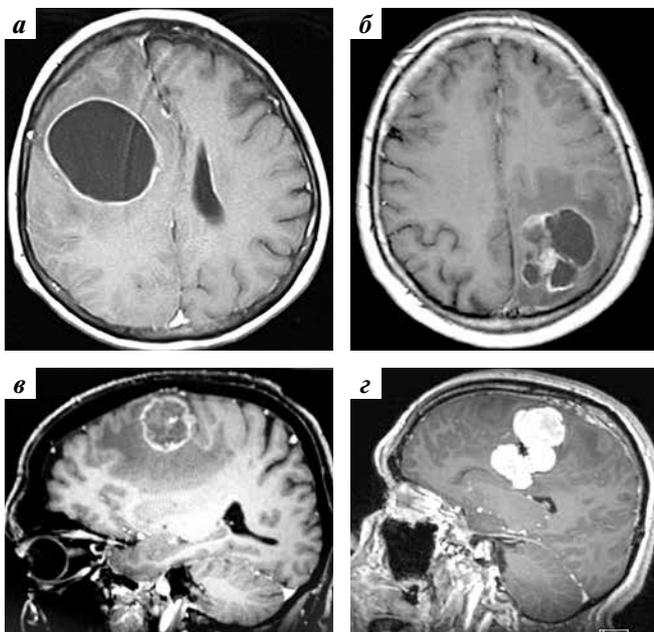
ультразвукового датчика определялась проекция кистозной части метастаза на кору, выполнялась пункционная аспирация кистозного содержимого, а затем блоковое удаление солидной части метастаза и стенки кисты. Метастазы солидно-кистозной структуры отмечались в 3 случаях.

Наиболее технически сложным является удаление крупных метастазов кистозной и солидно-кистозной структуры. В отличие от гладкостенных кист, образуемых астроцитомами или ангиоретикулемами, стенки которых в большинстве случаев лишены опухолевых элементов и могут оставаться на месте при условии опорожнения кистозной полости и резекции опухолевого узла,



**Рис. 4.** Морфологическое исследование операционного материала (метастаз рака молочной железы с перифокальной тканью). Инвазия опухолевых клеток в перифокальную глиальную ткань. Окраска гематоксилином и эозином.  $\times 40$

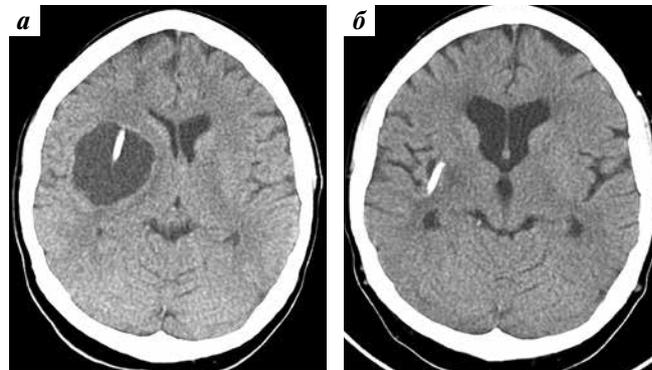
**Fig. 4.** Morphological examination of a surgical sample (metastasis from breast cancer with peritumoral tissue). Tumor invasion to peritumoral glial tissue. Hematoxylin and eosin staining.  $\times 40$



**Рис. 5.** Магнитно-резонансная томография головного мозга (режим T1 с контрастным усилением). Церебральные метастазы: а – кистозные (аксиальная проекция); б – солидно-кистозные (аксиальная проекция); в – солидно-некротические (сагиттальная проекция); г – солидные с кровоизлиянием (сагиттальная проекция)

**Fig. 5.** Contrast-enhanced T1-weighted magnetic resonance images of the brain. Cerebral metastases: a – cystic (axial view); б – solid-cystic (axial view); в – solid-necrotic (sagittal view); г – solid with hemorrhage (sagittal view)

при кистозных церебральных метастазах необходимо постараться удалить все стенки кисты. Поскольку они рыхлые, плохо отделяются от прилежащего мозгового вещества и в ходе операции часто разрываются, воз-



**Рис. 6.** Компьютерная томография после имплантации резервуара Оммаи в кистозный компонент метастаза: а – в 1-е сутки; б – через 2 нед

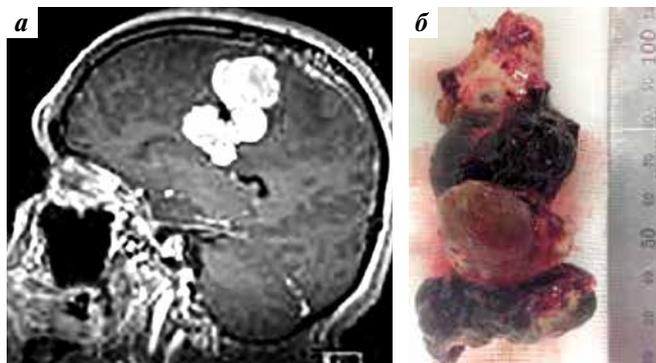
**Fig. 6.** Computed tomography after placement of the Ommaya reservoir into the cystic component of metastasis: а – on day 1; б – after 2 weeks

никает риск того, что участок стенки кисты может привести к быстрому рецидиву метастаза.

Пациенты с крупными церебральными метастазами кистозной и солидно-кистозной структуры представляют довольно сложную группу. Практически у всех больных выражена неврологическая симптоматика, а наличие больших кистозных компонентов служит поводом для отказа от проведения химиолучевой терапии. При метастазах такой структуры применялась методика имплантации в кистозный компонент опухоли резервуара Оммаи (рис. 6). Данная процедура выполнена 4 пациентам.

Наиболее васкуляризированными являются метастазы меланомы и почечноклеточного рака, поэтому для них характерны очаги кровоизлияния. Так, если при метастазах рака молочной железы и акденокарциномы легкого кровоизлияния встречаются не более чем в 1 % случаев, то при церебральных метастазах меланомы и почечноклеточного рака – в 60–80 % случаев. Очаги гематомы могут располагаться как в структуре метастаза, так и перитуморально. По срокам образования они делятся на подострые и хронические. Поскольку, по данным нейрохирургического отделения Национального медицинского исследовательского центра онкологии им Н.Н. Блохина, опухолевые клетки в гематоме обнаруживаются у 30 % пациентов, во всех случаях при хирургии церебральных метастазов соблюдался принцип удаления единым блоком. Метастазы солидной структуры с кровоизлиянием наблюдались в 4 случаях (рис. 7).

Главным условием хирургического вмешательства в моторной области является сохранение поверхностных мозговых вен данной области, а именно верхней латеральной и медиальной центральной мозговой вены. Топография латеральной центральной мозговой вены вариабельна: она может быть представлена как одним стволом, так и несколькими венозными ветвями. Повреждение данной вены ведет к гемиплегии



**Рис. 7.** Метастаз с очагом хронической гематомы в структуре опухоли: а – магнитно-резонансная томография головного мозга (сагиттальная проекция, режим T1 с контрастным усилением); б – макропрепарат (удаленный метастаз меланомы) (сверху вниз: кора с опухолевой инфильтрацией, метастаз, очаг хронической гематомы, метастаз)

**Fig. 7.** Metastasis with a focus of chronic hematoma in the tumor: а – contrast-enhanced T1-weighted magnetic resonance image of the brain (sagittal view); б – gross specimen (removed melanoma metastasis) (from top to bottom: cortex with tumor infiltration, metastasis, focus of chronic hematoma, metastasis)

с отсутствием мышечного тонуса и, как правило, шансов на восстановление практически нет.

Восстановление двигательной функции после операции отмечено в 17 (94,5 %) случаях. Оно было полным или частичным. При метастазах солидной, солидно-некротической, солидно-кистозной и солидной структуры с кровоизлиянием регресс пирамидной симптоматики развивался постепенно, начиная с 4-х суток после хирургического вмешательства. С этого же времени больным начинали проводить реабилитационную терапию: лечебную физкультуру, массаж, электромио-

стимуляцию. Максимальный эффект развивался после 10 сеансов (примерно на 15-е сутки после операции).

Более быстрое восстановление двигательной функции отмечалось у пациентов с большими кистозными метастазами, которым проводилась операция в объеме имплантации резервуара Оммайа: через несколько часов после выхода из наркоза. Оно достигало максимума после полного опорожнения кистозной части метастаза при помощи пункции резервуара в послеоперационном периоде – обычно на 5–7-е сутки после операции. Регресс пароксизмальной симптоматики отмечен во всех случаях, хотя больные продолжали принимать антиконвульсанты. Период наблюдения составил 12 мес. Динамика восстановления двигательной функции и регресс пароксизмальной симптоматики представлены в табл. 2.

Таким образом, после удаления метастазов из моторной области пациенты возвращались к комплексному лечению на 7–16-е сутки после операции с умеренно выраженной неврологической симптоматикой или без нее. Нарастание пирамидной симптоматики, вплоть до плевгии, отмечалось в 1 (5,5 %) случае после удаления метастаза аденокарциномы легкого и было связано с особенностями топографии латеральной центральной мозговой вены, которая имела рассыпной тип строения и была инфильтрирована опухолью.

Также мы проанализировали результаты хирургического лечения 4 пациентов с рецидивом метастазов в моторной области и радионекрозом, поскольку в этих ситуациях трудно ожидать восстановления двигательной функции после операции (табл. 3).

**Таблица 2.** Динамика регресса пирамидной и пароксизмальной симптоматики в послеоперационном периоде

**Table 2.** Dynamics of regression of pyramidal and paroxysmal symptoms in the postoperative period

Структура метастазов Structure of metastases	Динамика пирамидной симптоматики, n Dynamics of pyramidal symptoms, n			Динамика пароксизмальной симптоматики, n Dynamics of paroxysmal symptoms, n	
	Полный регресс Complete regression	Частичный регресс Partial regression	Нарастание Progressive disease	Полный регресс Complete regression	Частичный регресс Partial regression
Солидная (n = 5) Solid (n = 5)	3	1	1	3	–
Солидно-кистозная (n = 3) Solid-cystic (n = 3)	2	1	–	2	–
Кистозная (n = 4) Cystic (n = 4)	3	1	–	1	–
Солидно-некротическая (n = 2) Solid-necrotic (n = 2)	2	–	–	2	–
Солидная с кровоизлиянием (n = 4) Solid with hemorrhage (n = 4)	3	1	–	3	–

Таблица 3. Результаты хирургического лечения пациентов с рецидивом метастазов в моторной области и радионекрозом

Table 3. Outcomes of surgical treatment in patients with recurrent metastases in the motor cortex and radionecrosis

Гистологическая форма первичной опухоли Histological type of the primary tumor	Пирамидная симптоматика, n Pyramidal symptoms, n		Пароксизмальная симптоматики, n Paroxysmal symptoms, n	
	Гемипарез Hemiparesis	Гемиплегия Hemiplegia	Генерализованные приступы Generalized seizures	Фокальные приступы Focal seizures
Рецидив церебрального метастаза аденокарциномы легкого (n = 2) Recurrent cerebral metastasis from lung adenocarcinoma (n = 2)	1	1	—	1
Радионекроз после стереотаксической лучевой терапии на церебральный метастаз рака молочной железы (n = 2) Radionecrosis after stereotactic radiation therapy for cerebral metastasis from breast cancer (n = 2)	1	1	—	—

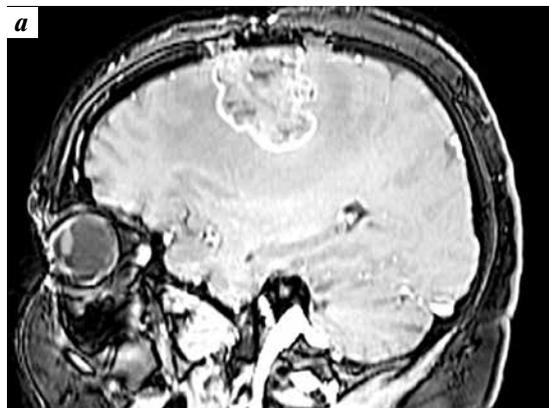


Рис. 8. Рецидив метастаза рака молочной железы в области прецентральной извилины: а – магнитно-резонансная томография головного мозга (сагиттальная проекция, режим T1 с контрастным усилением); б – солидная часть метастаза с пораженным участком твердой мозговой оболочки (макропрепарат)

Fig. 8. Recurrent metastasis from breast cancer in the precentral gyrus: a – contrast-enhanced T1-weighted magnetic resonance images of the brain (sagittal view); б – solid portion of metastasis with an affected dura mater (gross specimen)

При рецидиве метастаза в моторной области помимо отсутствия четких анатомических ориентиров наблюдается ряд морфологических изменений, ухудшающих исход операции: опухолевые массы, как правило, не оформлены, их границы нечеткие, что затрудняет блоковое выделение метастаза и сохранение волокон кортико-спинального тракта (рис. 8). К тому же изменения коры (опухолевая инфильтрация, арахноидальные спайки коры и твердой мозговой оболочки) затрудняют выделение поверхностных мозговых вен. В нашем исследовании лишь у 1 пациента отмечена небольшая положительная динамика: регресс гемиплегии до пареза в руке (1 балл по 6-балльной шкале оценки мышечной силы, ощущение напряжения при попытке произвольного движения).

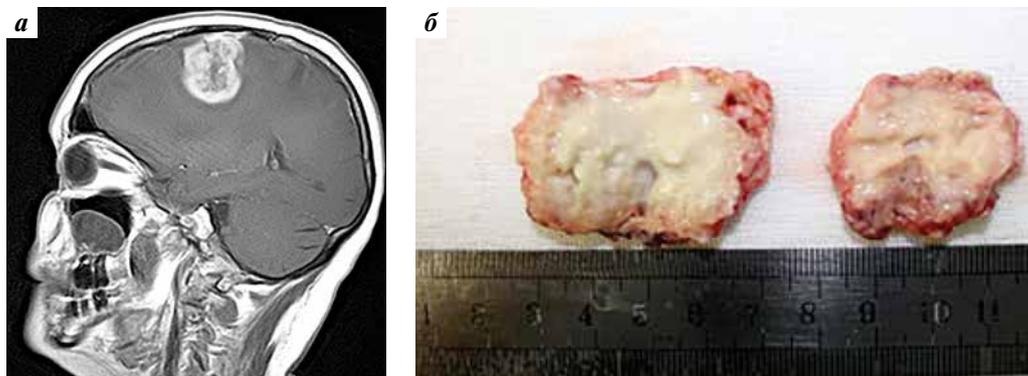
Одним из методов лечения церебральных метастазов является стереотаксическая лучевая радиохирургия/терапия. Нередким осложнением этого метода является радионекроз, который представлен некрозом

участка глиальной ткани и возникает как реакция на лучевое воздействие. Некроз, как правило, увеличивается в размерах, захватывая новые участки глиальной ткани (рис. 9). Иногда этот процесс сравнивают с инфильтративным ростом злокачественных глиом. Увеличение некроза приводит к разрушению волокон кортико-спинального тракта и, как следствие, – к малому шансу на восстановление двигательной функции после удаления очага радионекроза.

Таким образом, при рецидиве церебральных метастазов и при метастазах после проведения лучевых методов воздействия с формированием радионекроза восстановление двигательной функции маловероятно.

### Заключение

Хирургическое удаление церебральных метастазов в моторной области позволяет добиться полного или частичного регресса неврологической симптоматики.



**Рис. 9.** Очаг радионекроза в области прецентральной извилины: а – магнитно-резонансная томография головного мозга (сагиттальная проекция, режим T1 с контрастным усилением); б – макропрепарат (удаленный очаг радионекроза)

**Fig. 9.** Area of radionecrosis in the precentral gyrus: a – contrast-enhanced T1-weighted magnetic resonance image of the brain (sagittal view); б – gross specimen (removed area of radionecrosis)

Восстановительный период короткий: от нескольких часов до 14 сут. Также не требуются высокотехнологичные методы реабилитации: достаточно лечебной физкультуры, массажа и электромиостимуляции. Глюкокортикоиды можно отменить на 7–10-е сутки после операции.

Даже небольшие метастазы (<2 см) в моторной области могут вызывать выраженные двигательные нарушения, и хирургическое лечение может являться методом выбора как наиболее эффективный и быстрый метод восстановления двигательной функции.

Всем пациентам в послеоперационном периоде рекомендовано проведение различных вариантов

локальной лучевой терапии (SBRT, SABR, SRS, SRT), поскольку в ходе хирургического вмешательства отсутствует функциональная возможность захвата перифокальной мозговой ткани. При рецидиве церебральных метастазов и при метастазах после проведения лучевых методов воздействия с формированием радионекроза восстановление двигательной функции маловероятно.

Таким образом, хирургическое лечение метастазов в моторной области создает условия для продолжения комплексного лечения пациентов, которые ранее считались инкурабельными.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Белов Д.М., Карахан В.Б., Бекашев В.А. и др. Опыт хирургического лечения больных с церебральными метастазами злокачественных опухолей в нейрохирургическом отделении НМИЦ онкологии им Н.Н. Блохина. Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН 2018;29(1–2):28–32. [Belov D.M., Karakhan V.B., Bekashev V.A. et al. Experience of surgical treatment of patients with cerebral metastases of malignant tumors in the neurosurgical department of the N.N. Blokhin National Research Medical Center of Oncology. Vestnik RONC im. N.N. Blokhina RAMN = Bulletin of the N.N. Blokhin Russian Research Center of the Russian Academy of Medical Sciences 2018;29(1–2):28–32. (In Russ.)].
2. Белов Д.М., Карахан В.Б., Бекашев А.Х., Алешин В.А. Хирургический этап в комплексном лечении пациенток с церебральными метастазами рака молочной железы. Злокачественные опухоли 2014;(3):110–5. DOI: 10.18027/2224-5057-2014-3-110-115.
3. Kellogg R.G., Munoz L.F. Selective excision of cerebral metastases from the precentral gyrus. Surg Neurol Int 2013;4:66. DOI: 10.4103/2152-7806.11218926.
4. Metellus P., Bialecki E., Le Rhun E. Neurosurgical and radiosurgical decision making in brain metastasis patients in the area of targeted therapies? Chin Clin Oncol 2015;4(2):19. DOI: 10.3978/j.issn.2304-3865.2015.06.02.
5. Thon N., Kreth F.W., Tonn J.C. The role of surgery for brain metastases from solid tumors. Handb Clin Neurol 2018;149:113–21. DOI: 10.1016/B978-0-12-811161-1.00008-6.
6. Gaspar L., Scott C., Rotman M. et al. Recursive partitioning analysis (RPA) of prognostic factors in three Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) brain metastases trials. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1997;37(4):745–51. DOI: 10.1016/S0360-3016(96)00619-0.
7. Obermueller T., Schaeffner M., Gerhardt J. et al. Risks of postoperative paresis in motor eloquently and non-eloquently located brain metastases. BMC Cancer 2014;14:21. DOI: 10.1186/1471-2407-14-21.
8. Sanmillan J.L., Fernandez-Coello A., Fernandez-Conejero I. et al. Functional approach using intraoperative brain mapping and neurophysiological monitoring for the surgical treatment of brain metastases in the central region. J Neurosurg 2017;126(3):698–707. DOI: 10.3171/2016.2.JNS152855.
9. Kim S.H., Jung S., Kang S.S. et al. Evaluation of the postoperative motor function for metastatic brain tumors around the motor cortex. J Korean Neurosurg Soc 2001;30(1):25–7.
10. Stortebeker T.P. Metastatic tumors of the brain from a neurosurgical point of view; a follow-up study of 158 cases. J Neurosurg 1954;11:84–111. DOI: 10.3171/jns.1954.11.1.0084.
11. Yoo H., Kim Y.Z., Nam B.H. et al. Reduced local recurrence of a single brain metastasis through microscopic total resection. J Neurosurg 2009;110(4):730–6. DOI: 10.3171/2008.8.JNS08448.
12. Rossetto M., Ciccarino P., Lombardi G. et al. Surgery on motor area metastasis. Neurosurg Rev 2016;39(1):71–7; discussion 7–8. DOI: 10.1007/s10143-015-0648-9.

**Вклад авторов**

Д.М. Белов: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи, подготовка заключений по результатам исследований;

В.Б. Карахан, А.Х. Бекашев, В.А. Алешин: разработка дизайна исследования;

Н.В. Севян, Е.В. Прозоренко, А.А. Митрофанов: курация и ведение больных;

Д.В. Сашин, Н.В. Гаранина: анализ данных нейровизуализации.

**Authors' contribution**

D.M. Belov: development of research design, obtaining data for analysis, analysis of the data obtained, article writing, preparation of conclusions on the results of research;

V.B. Karakhan, A.Kh. Bekyashev, V.A. Aleshin: development of research design;

N.V. Sevyan, E.V. Prokhorenko, A.A. Mitrofanov: curation and management of patients;

D.V. Sashin, N.V. Garanina: analysis of neuroimaging data.

**ORCID авторов / ORCID of authors:**

Д.М. Белов / D.M. Belov: <https://orcid.org/0000-0003-1766-0032>

А.Х. Бекашев / A.Kh. Bekyashev: <https://orcid.org/0000-0002-4160-9598>

В.Б. Карахан / V.B. Karakhan: <https://orcid.org/0000-0001-6325-716X>

Н.В. Севян / N.V. Sevyan: <https://orcid.org/0000-0001-5841-7480>

Е.В. Прозоренко / E.V. Prozorenko: <https://orcid.org/0000-0001-8880-1758>

А.А. Митрофанов / A.A. Mitrofanov: <https://orcid.org/0000-0002-4125-7342>

В.А. Алешин / V.A. Aleshin: <https://orcid.org/0000-0003-1389-9038>

Д.В. Сашин / D.V. Sashin: <https://orcid.org/0000-0003-0431-2610>

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

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

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Financing.** The work was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

**Compliance with patient rights and principles of bioethics.** The patients gave written informed consent to the publication of their data.

**Статья поступила:** 02.12.2021. **Принята к публикации:** 26.12.2021.

**Article submitted:** 02.12.2021. **Accepted for publication:** 26.12.2021.