

EDN: NRSGNE

УДК 616.831-006

DOI: 10.56618/2071-2693_2026_18_1_41



ВЛИЯНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ ТРИ ГОДА И БОЛЕЕ У ПАЦИЕНТОВ С ГЛИОБЛАСТОМОЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Вера Васильевна Орехова^{1,2}

✉ Orekhova.V.V@mail.ru, orcid.org/0000-0002-6684-1975, SPIN-код: 1691-0267

Алексей Юрьевич Улитин^{1,3}

ulitinaleks@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8343-4917, SPIN-код: 7709-9500

Марина Витальевна Мацко⁴

marinamatsko@mail.ru, orcid.org/0000-0003-1564-0943, SPIN-код: 2014-2268

Софья Сергеевна Скляр³

s.sklyar2017@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-3284-9688, SPIN-код: 4679-3548

Глеб Алексеевич Машевский⁵

aniket@list.ru, SPIN-код: 5671-5880

¹ 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)

² Государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И. И. Джанелидзе» (ул. Будапештская, д. 3, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 192242)

³ 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)

⁴ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) им. Н. П. Напалкова» (ул. Ленинградская, д. 68А, пос. Песочный, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197758)

⁵ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет „ЛЭТИ“ им. В. И. Ульянова (Ленина)» (ул. Профессора Попова, д. 5, лит. Ф, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197022)

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Доля пациентов с глиобластомой, достигающих трехлетнего рубежа выживаемости, оценивается в 7–8 %. Вопрос о факторах, влияющих на прогноз при данном заболевании, остается предметом исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Мы изучили данные 91 пациента с глиобластомой в возрасте от 32 до 75 лет, которые перенесли операцию в период с 2009 по 2020 г. Диагноз устанавливался в соответствии с классификацией опухолей центральной нервной системы Всемирной организации здравоохранения 2021 г. В анализ вошли такие показатели, как объем выполненного оперативного вмешательства, функциональный статус пациента по шкале Карновского, локализация опухоли, проведение лучевой терапии (ЛТ) и (или) химиотерапии и их эффективность, а также данные молекулярно-генетического исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Согласно данным исследования, 23,1 % пациентов с глиобластомой (n=21) прожили более трех лет. К значимым факторам, улучшающим выживаемость, отнесены молодой возраст (p=0,000010), число нейрохирургических вмешательств (p=0,0001), комбинированная терапия «ЛТ + Темозоломид» в первой линии (p=0,04), более шести циклов Темозоломида (p=0,00106), положительный ответ на лечение в первой (p=0,00010) и второй линиях (p=0,0089), а также применение второй линии ЛТ (p=0,0000). Отдельно подтверждено, что низкая экспрессия β-тубулина повышает общую выживаемость при использовании в первой линии схемы «ЛТ + Темозоломид» (p=0,001).

© Орехова В. В., Улитин А. Ю., Мацко М. В., Скляр С. С., Машевский Г. А., 2026

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, в первую очередь, длительная выживаемость больных в нашем исследовании ассоциирована с молодым возрастом, проведением адъювантного лечения, низким уровнем экспрессии β -тубулина от первой операции и числом проведенных хирургических вмешательств.

Ключевые слова: глиобластома, генетические и молекулярные маркеры глиобластом, β -тубулин, общая выживаемость, методы лечения

Для цитирования: Орехова В. В., Улитин А. Ю., Мацко М. В., Скляр С. С., Машевский Г. А. Влияние клинических и молекулярно-генетических факторов на продолжительность жизни три года и более у пациентов с глиобластомой: результаты собственного исследования // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2026. Т. XVIII, № 1. С. 41–49. DOI: 10.56618/2071-2693_2026_18_1_41.

THE EFFECT OF CLINICAL AND MOLECULAR GENETIC FACTORS ON LIFE EXPECTANCY OF 3 YEARS OR MORE IN PATIENTS WITH GLIOBLASTOMA: THE RESULTS OF OUR OWN RESEARCH

Vera V. Orekhova^{1,2}

✉Orekhova.VV@mail.ru, rocid.org/0000-0002-6684-1975, SPIN-code: 1691-0267

Alexey Yu. Ulitin^{1,3}

ulitinaleks@mail.ru, orcid.org/0000-0002-8343-4917, SPIN-code: 7709-9500

Marina V. Matsko⁴

marinamatsko@mail.ru, orcid.org/0000-0003-1564-0943, SPIN-code: 2014-2268

Sofia S. Sklyar³

s.sklyar2017@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-3284-9688, SPIN-code: 4679-3548

Gleb A. Mashevsky⁵

aniket@list.ru, SPIN-код: 5671-5880

¹ North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov (41 Kirochnaya street, St. Petersburg, Russian Federation, 191015)

² Saint-Petersburg Institute of Emergency Care n. a. I. I. Dzhanlidze (3 Budapestskaya street, St. Petersburg, Russian Federation, 192242)

³ Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (12 Mayakovskogo street, St. Petersburg, Russian Federation, 191025)

⁴ Napalkov Saint-Petersburg Clinical Scientific and Practical Center for Specialised Types of Medical Care (Oncological) (68A Leningradskaya str., village Pesochny, St. Petersburg, Russian Federation, 197758)

⁵ St. Petersburg State Electrotechnical University “LETI” named after V. I. Ulyanov (Lenin) (5 Professora Popova street, St. Petersburg, Russian Federation, 197022)

Abstract

INTRODUCTION. The proportion of patients with glioblastoma who reach the three-year survival threshold is estimated to be 7–8 %. The factors that influence the prognosis of this disease remain a subject of research.

MATERIALS AND METHODS. We studied the data of 91 patients with glioblastoma aged between 32 and 75 who underwent surgery between 2009 and 2020. The diagnosis was made according to the 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System. The analysis included the volume of surgical intervention performed, the patient's functional status according to the Karnovsky scale, the location of the tumor, the use of RT and/or CT, and their effectiveness, as well as data from a molecular genetic study.

RESULTS. According to the study, 23.1 % of patients with glioblastoma (n=21) lived for more than three years. Significant factors that improve survival include: young age (p=0.00010), the number of neurosurgical interventions (p=0.0001), combination therapy with LT+TMZ in the first line (p=0.04), more than 6 cycles of TMZ (p=0.00106), positive response to treatment in the first (p=0.00010) and the second line (p=0.0089), as well as the use of the second LT line (p=0.0000). It has been separately confirmed that low β -tubulin expression increases overall survival when used in the first line of the LT+ TMZ regimen (p=0.001).

CONCLUSION. Thus, in our study, long-term survival of patients was primarily associated with young age, adjuvant treatment, low β -tubulin expression from the first surgery, and the number of surgical interventions performed.

Keywords: glioblastoma, genetic and molecular markers of glioblastomas, β -tubulin, overall survival, treatment methods

For citation: Orekhova V. V., Ulitin A. Yu., Matsko M. V., Sklyar S. S., Mashevsky G. A. The effect of clinical and molecular genetic factors on life expectancy of 3 years or more in patients with glioblastoma: the results of our own research. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2026;XVIII(1):41–49. (In Russ.). DOI: 10.56618/2071-2693_2026_18_1_41.

Введение

Глиобластома (ГБ), являясь самой агрессивной глиальной опухолью центральной нервной системы, ассоциируется с одним из наихудших прогнозов по пятилетней выживаемости [1]. На протяжении последних 15 лет накапливаются данные о важности прогностических и пре-

диктивных маркеров при этих опухолях. При этом пациенты, проживающие три года и более (долгоживущие), остаются редкой категорией.

Цель исследования – выявление факторов, ассоциированных с длительной выживаемостью (более трех лет) у пациентов с глиобластомой.

Таблица 1. Характеристика больных с ГБ в исследуемых группах**Table 1. Characteristics of patients with GB in the study groups**

Клиническая характеристика	Группа 1 (n=70)	Группа 2 (n=21)	p
Пол, n (%): мужской женский	27 (38,6) 43 (61,4)	13 (61,9) 8 (38,1)	p>0,10
Возраст, лет, n (%): 32–44 (молодой) 45–59 (средний) 60–74 (пожилой) 75–90 (старческий)	6 (8,6) 36 (51,4) 24 (34,3) 4 (5,7)	9 (42,8) 11 (52,4) 1 (4,8)	p=0,000010
Возраст (средний)	57,6 vs 46,5 года		
Индекс Карновского до операции, n (%): 90–100 % 70–80 % 60 % и менее	6 (8,6) 52 (74,3) 12 (17,1)	4 (19) 14 (66,7) 3 (14,3)	
Объем поражения, n (%): одна доля две доли три доли одна доля и базальные структуры две доли и базальные структуры только базальные структуры	40 (57,1) 18 (25,7) 1 (1,4) 6 (8,6) 4 (5,7) 1 (1,4)	12 (57,1) 3 (14,3) 1 (4,8) 1 (4,8) 1 (4,8) 3 (14,3)	
Локализация (гемисферы), n (%): правая гемисфера левая гемисфера базальные отделы базальные + полушарные отделы билатеральное поражение	30 (42,9) 29 (41,4%) 1 (1,4%) 10 (14,3) 0	6 (28,6) 10 (47,6) 1 (4,8) 3 (14,3) 1 (4,8)	
Локализация (доли), n (%): лобная доля височная доля теменная доля затылочная доля базальные отделы комбинированное поражение нет данных	12 (17,1) 16 (22,9) 7 (10) 1 (1,4) 2 (2,9) 29 (41,4) 3 (4,3)	2 (9,5) 4 (19) 3 (14,3) 0 3 (14,3) 4 (19) 5 (23,8)	
Степень резекции, n (%): тотально субтотально частично открытая биопсия стереотаксическая биопсия нет данных	15 (21,4) 19 (27,1) 22 (31,4) 10 (14,3) 2 (2,9) 2 (2,9)	6 (28,6) 7 (33,3) 3 (14,3) 4 (19) 1 (4,8) 0	
Число операций, n (%): одна две три	30 (42,9) 36 (51,4) 4 (5,7)	9 (42,9) 7 (33,3) 5 (23,9)	p=0,0001

Примечание: здесь и далее группа 1 – пациенты с продолжительностью жизни менее трех лет; группа 2 – пациенты с продолжительностью жизни более трех лет.

Материалы и методы

Ретроспективное исследование было проведено на базе 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). В него включили пациентов старше 18 лет с первичной глиобластомой GIV (по классификации Всемирной организации здравоохранения 2021 г.) на основе анализа медицинской документации и результатов лечения за период 2009–2020 гг. На первом этапе всем пациентам выполняли нейрохирургическое вмешательство различной степени радикальности – от максимально возможного до стереотаксической биопсии. В послеоперационном периоде проводили лучевую терапию (ЛТ) (в монорежиме или в комбинации с Темозоломидом) с последующим курсом химиотерапии (ХТ) по индивидуальным схемам. При возникновении рецидива или прогрессировании заболевания выполняли повторную резекцию с последующим назначением терапии второй и третьей линии (ЛТ/ХТ).

Иммуногистохимический анализ проводили с использованием антител к GFAP

(poly, DakoCytomation), Ki-67 (MIB-1, DakoCytomation), Syn (27G12, DakoCytomation) и NB (NB84A, Leica). Молекулярно-генетическое исследование (экспрессия мРНК генов *MGMT*, *VEGF*, *PDGFRA*, β -tubulin III, *ERCC-1*, *TOP2A*) выполняли с помощью полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. Эффективность терапии оценивали по критериям RANO 2.0 на основе динамики по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ). Статистическую обработку данных (пакет Statistica 10.0) проводили с использованием непараметрических критериев: χ^2 , Фишера (для качественных показателей), Манна – Уитни, медианного теста (для количественных) и метода Каплана – Мейера (для анализа выживаемости).

Результаты исследования и их обсуждение

В исследование был включен 91 пациент, и сформировано две группы больных. Полная характеристика групп приведена в табл. 1.

Результаты анализа показали, что возраст является значимым фактором, влияющим на продолжительность жизни более трех лет. У пациентов молодого возраста (от 32 до 44 лет) этот показатель был достоверно выше ($p=0,000010$). Ме-

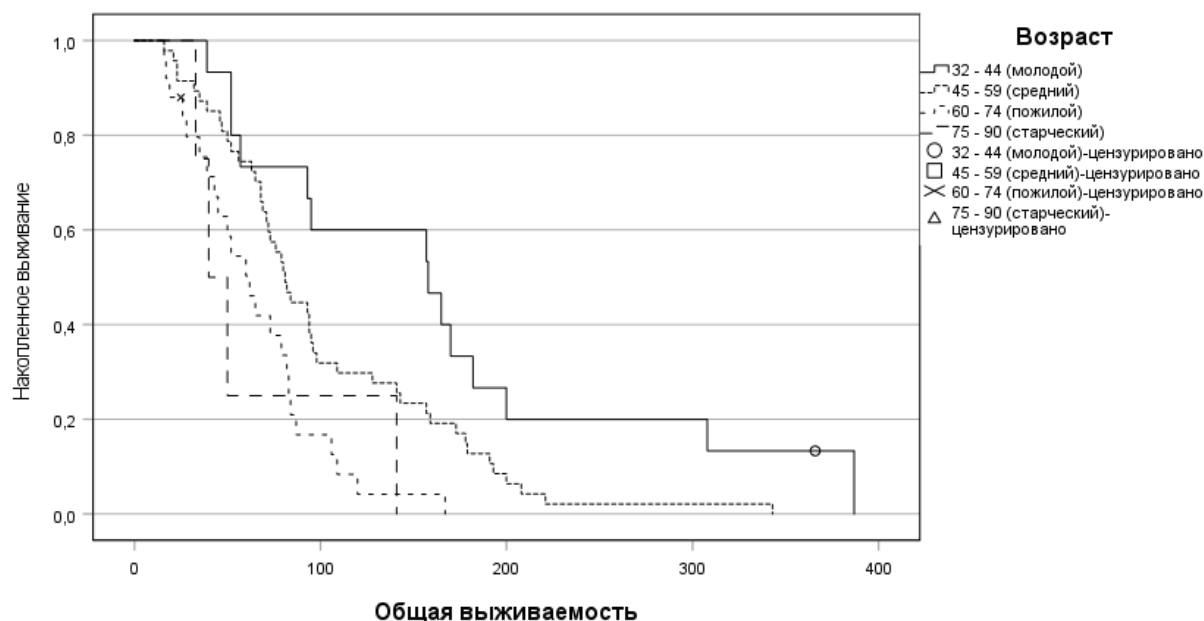


Рис. 1. Общая выживаемость пациентов с глиобластомой в зависимости от возраста
Fig. 1. Survival rate of patients with glioblastoma depending on age

диана общей выживаемости в группе пациентов молодого и среднего возраста варьировала от 82 до 225 недель, что существенно превышало аналогичный показатель в группе у пациентов пожилого возраста (от 50 до 79 недель) (рис. 1).

По данным тестов Краскела – Уоллиса ($p=0,0432$) и медианного теста ($p=0,0394$), у пациентов, имеющих поражение одной доли головного мозга, отмечается увеличение сроков первого безрецидивного периода (БРП) (рис. 2).

Также была выявлена тенденция к увеличению продолжительности жизни в тех случаях, когда пациентам выполнялось 2 и более операций ($p=0,0001$) (рис. 3).

В табл. 2 систематизирована и наглядно представлена вся информация о проводимом пациентам лечении после хирургического удаления опухоли.

Статистический анализ выявил значимое влияние еще ряда факторов на выживаемость.

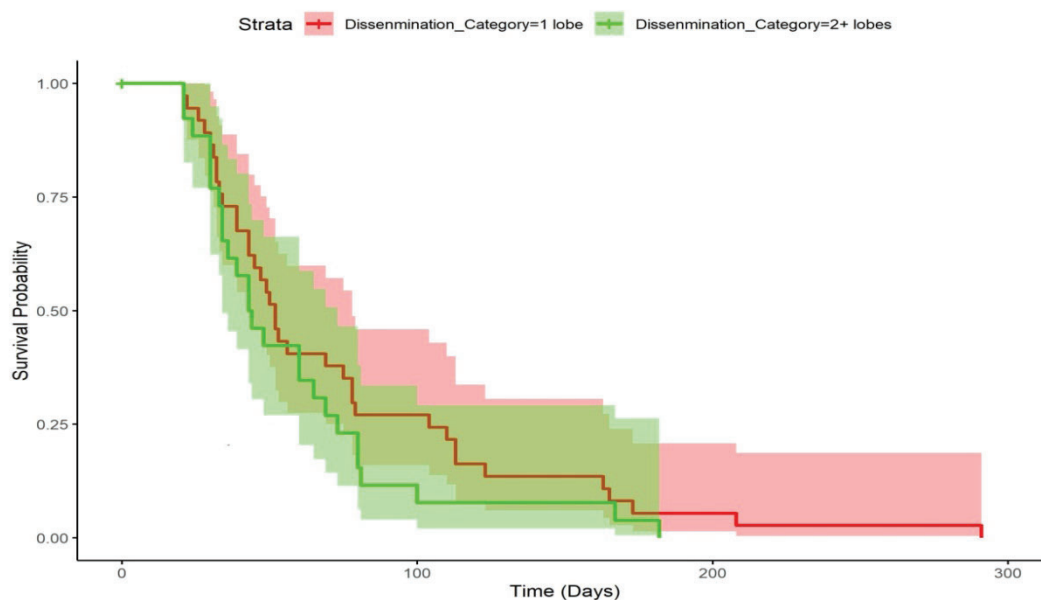


Рис. 2. Влияние объема поражения головного мозга на длительность первого БРП у пациентов с глиобластомой
Fig. 2. The effect of the volume of brain damage on the duration of the first PD in patients with glioblastoma

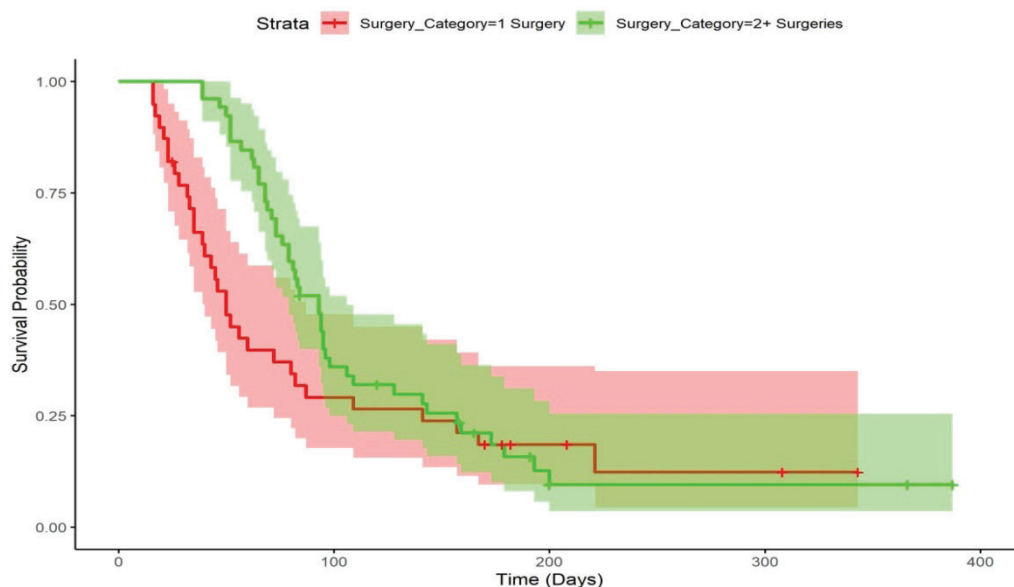


Рис. 3. Влияние числа оперативных вмешательств на выживаемость три года и более у пациентов с глиобластомой
Fig. 3. The effect of the number of surgical interventions on 3-year or longer survival in patients with glioblastoma

Таблица 2. Лечение, проводимое пациентам после хирургического вмешательства

Table 2. Treatment provided to patients after surgery

Проводимое лечение (ЛТ и ХТ)	Группа 1 (n=70)	Группа 2 (n=21)	P
Лучевая терапия, первая линия, n (%): проводилась без ТМЗ проводилась с ТМЗ не проводилась	40 (57,1) 23 (32,9) 7 (10)	9 (42,9) 12 (57,1) 0	p=0,045
Химиотерапия, первая линия, n (%): ТМЗ 2–5 циклов ТМЗ 6–15 циклов ПХТ PCV 2–6 циклов другая без терапии	22 (31,4) 22 (31,4) 6 (8,6) 2 (2,9) 18 (25,7)	3 (14,3) 15 (71,4) 1 (4,8) 2 (9,5) 0	p=0,00106
Ответ на терапию первой линии, n (%): объективный ответ (полный/частичный/стабилизация) продолженный рост нет остатка опухоли	32 (45,7) 25 (35,7) 13 (18,6)	15 (71,4) 2 (9,5) 4 (19)	p=0,00010
Терапия второй линии, n (%): не проводилась лучевая терапия второй линии кибер-нож не достигнут БРП начата/планируется	60 (85,7) 5 (7,1) 3 (4,3) 1 (1,4) 1 (1,4)	4 (19) 10 (47,6) 3 (14,3) 3 (14,3) 1 (4,8)	p=0,0000
Химиотерапия второй линии, n (%): ТМЗ до 3 циклов ТМЗ 3 и > циклов Бевацизумаб + Иринотекан/ТМЗ до 2 циклов Бевацизумаб + Иринотекан/ТМЗ >3 циклов схема с платиной PCV(CV) не проводилась не достигнут БРП другая терапия начата/планируется	7 (10) 9 (12,9) 1 (1,4) 8 (11,4) 1 (1,4) 6 (8,6) 36 (51,4) 1 (1,4) 1 (1,4) 0	0 8 (38) 0 6 (28,6) 0 1 (4,8) 0 3 (14,3) 0 3 (14,3)	p<0,025
Ответ на терапию второй линии, n (%): полный ответ частичный ответ стабилизация продолженный рост нет остатка опухоли второй операции не было терапия только начата не проводилась нет данных	1 (1,4) 3 (4,3) 14 (20) 18 (25,7) 2 (2,9) 1 (1,4) 0 31 (44,3) 0	1 (4,8) 5 (23,8) 5 (23,8) 0 3 (14,3) 4 (19) 2 (9,5) 0 1 (4,8)	

Примечание: ПХТ – полихимиотерапия; PCV(CV) – схема «Прокарбазин + Ломустин + Винкристин / Ломустин + Винкристин».

На общую выживаемость положительно повлияли:

1) программа первой линии терапии. Наибольшая выживаемость отмечена при комбинации ЛТ с ТМЗ ($p=0,045$) с последующей адъювантной ХТ ТМЗ в интенсивном режиме (6–15 циклов), что обеспечивало медиану выживаемости 112–168 недель ($p=0,00106$). Наличие объективного ответа на терапию первой линии также повышало выживаемость (98–145 недель, $p=0,00010$);

2) проведение последующих линий терапии. Проведение второй линии ЛТ и наличие объективного ответа на проводимое лечение ($p=0,0089$) увеличивало общую выживаемость (ОВ) пациентов от 130 до 234 недель ($p=0,0000$);

3) для пациентов с низкой экспрессией *MGMT* проведение 3 и более циклов ТМЗ также ассоциировалось с ростом ОВ от 135 до 173 недель ($p<0,025$);

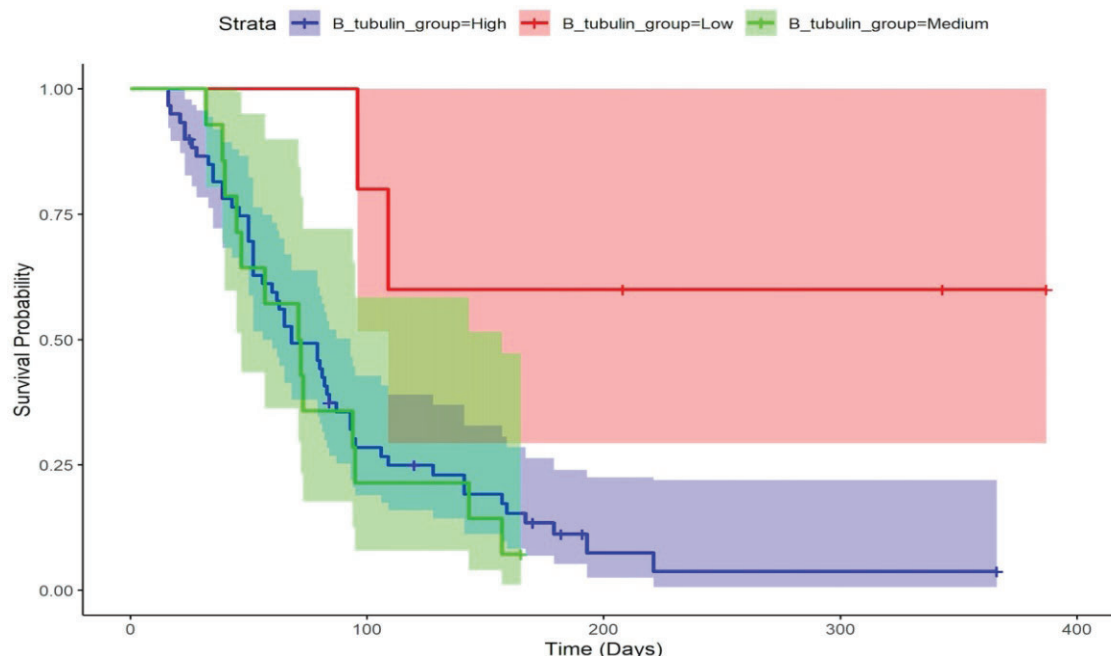


Рис. 4. Зависимость общей выживаемости пациентов от уровня экспрессии гена β -тубулина
Fig. 4. Dependence of the overall survival of patients on the expression level of the β -tubulin gene

4) число линий лечения. С увеличением числа линий химиотерапии общая выживаемость возрастала (от 126 недель, $p=0,0001$).

Среди изучаемых молекулярных маркеров (*VEGF*, *PDGFR- α* , *TP*, *C-kit*, *MGMT*) статистически значимое влияние на достижение трехлетнего порога выживаемости показал только низкий уровень экспрессии β -тубулина ($p=0,001$; рис. 4).

Наибольшая общая выживаемость (от 100 до 192 недель) наблюдалась в подгруппе пациентов, получавших комбинированную терапию (ЛТ + ТМЗ) первой линии на фоне низкой экспрессии β -тубулина. Для сравнения, в группе ЛТ без ТМЗ выживаемость не превышала 120 недель.

Заключение

Результаты исследования демонстрируют расхождение с рядом устоявшихся в литературе представлений. В нашей когорте такие факторы, как пол, статус по шкале Карновского и социально-демографические показатели, не влияли на выживаемость. Вопрос о влиянии радикальности резекции также остается неоднозначным: хотя тотальная циторедукция продлевала безрецидивный период, ее роль в обеспечении долгосрочной выживаемости не подтвердилась.

Наиболее значимым результатом работы является открытие нового прогностического маркера – экспрессии гена β -тубулина. Его низкий уровень в комбинации со стандартной терапией первой линии был ассоциирован с продолжительностью жизни более трех лет. Этот фактор ранее не рассматривался в качестве предиктора выживаемости при глиобластоме, что указывает на необходимость дальнейших исследований для валидации наших выводов и формирования более точной прогностической модели.

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. Szklener K., Mazurek M., Wieteska M. et al. New Directions in the Therapy of Glioblastoma. *Cancers*. 2022;(14):5377. Doi: 10.3390/cancers14215377.
2. Stark A. M., Nabavi A., Mehdorn H. M., Blömer U. Glioblastoma multiforme – report of 267 cases treated at a single institution. *Surg Neurol*. 2005;63(2):162–169. Doi: 10.1016/j.surneu.2004.01.028.
3. Krex D., Klink B., Hartmann C. et al. Long-term survival with glioblastoma multiforme. *Brain*. 2007;130(Pt 10):2596–2606. Doi: 10.1093/brain/awm204.
4. Omidvari S., Nasrolahi H., Kani A. Long-term Survival of Six Patients with Glioblastoma Multiforme. Case Series and Review of the Literature. 2012;(3): 79–83.
5. Ostrom Q., Gittleman H., Xu J., Kromer C. et al. CBTRUS Statistical Report: primary brain and other Central Nervous System tumors diagnosed in the United States in 2009–2013. *Neuro Oncol*. 2016;18(suppl_5):v1–v75. Doi: 10.1093/neuonc/nov207.
6. Gilbert M., Wang M., Aldape K., Stupp R. et al. Dose-dense temozolomide for newly diagnosed glioblastoma: a randomized phase III clinical trial // *J Clin Oncol*. 2013;31(32):4085–4091. Doi: 10.1200/JCO.2013.49.6968.
7. Jieqiong W., Wanbin Ch., Yayun Zh., Pengbo Zh. Clinical features associated with the efficacy of chemotherapy in patients with glioblastoma (GBM): a surveillance, epidemiology, and end results (SEER) analysis. *BMC Cancer*. 2021;21(1):81. Doi: 10.1186/s12885-021-07800-0.
8. Ostrom Q., Rubin J., Lathia J., Berens M., Barnholtz-Sloan J. Females have the survival advantage in glioblastoma. *Neuro. Oncol*. 2018;20(4):576–577. Doi: 10.1093/neuonc/noy002.
9. Preston-Martin S., Mack W., Henderson B. E. Risk factors for gliomas and meningiomas in males in Los Angeles County. *Cancer Res*. 1989;49(21):6137–6143. PMID: 2790826.
10. Brounson R. C., Reif J. S., Chang J. C., Davis J. R. An analysis of occupational risks for brain cancer. *Am J Public Health*. 1990;80(2):169–172. Doi: 10.2105/ajph.80.2.169.
11. Marton E., Giordan E., Siddi F. et al. Over ten years overall survival in glioblastoma: A different disease?. *J. Neurol. Sci*. 2020;(408):116518. Doi: 10.1016/j.jns.2019.116518.
12. Горяйнов С. А., Гольдберг М. Ф., Голанов А. В. и др. Феномен длительной выживаемости пациентов с глиобластомами. Ч. I: Роль клинико-демографических факторов и мутации IDH1 (R 132 H) // Вопросы нейрохирургии: Журнал им. Н. Н. Бурденко. 2017. Т. 81, № 3. С. 5–16. [Goriaïnov S. A., Gol'dberg M. F., Golanov A. V. et al. The phenomenon of long-term survival in glioblastoma patients. Part I: The role of clinical and demographic factors and an IDH1 mutation (R 132 H). *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2017;81(3):5–16. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro20178135-16. EDN: YTVRXXF.
13. Tamimi A. F., Juweid M. Epidemiology and outcome of glioblastoma. *Glioblastom*; eds by S. Vleeschouwer. Chapter 8. Brisbane (AU): Codon Publications; 2017. PMID: 29251870.
14. Thakkar J. P., Dolecek T. A., Horbinski C., Ostrom Q. T. et al. Epidemiologic and molecular prognostic review of glioblastoma. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2014;23(10):1985–1996. Doi: 10.1158/1055-9965.EPI-14-0275.
15. Liu E. K., Yu S., Sulman E. P., Kurz S. C. Racial and socioeconomic disparities differentially affect overall and cause-specific survival in glioblastoma. *J Neurooncol*. 2020 ;149(1):55–64.
16. Zreik J., Moinuddin F. M., Yolcu Y. U., Alvi M. A., Chaichana K. L., Quinones-Hinojosa A. et al. Improved 3-year survival rates for glioblastoma multiforme are associated with trends in treatment: analysis of the national cancer database from 2004 to 2013. *J Neurooncol*. 2020;148(1):69–79.
17. Zheng T., Cantor K. P., Zhang Y., Keim S., Lynch C F. Occupational risk factors for brain cancer: a population-based case-control study in Iowa. *J Occup Environ Med*. 2001;(43):317–324. Doi: 10.1097/00043764-200104000-00005.
18. Krishnan G., Felini M., Carozza S. E., Mücke R., Chew T., Wrensch M. Occupation and adult gliomas in the San Francisco Bay Area. *J Occup Environ Med*. 2003;(45):639–647. Doi: 10.1097/01.jom.0000069245.06498.48.
19. Khuder S. A., Mutgi A. B., Schaub E. A. Meta-analyses of brain cancer and farming. *Am J Ind Med*. 1998;(34):252–260. Doi: 10.1002/(sici)1097-0274(199809)34:3<252::aid-ajim7>3.0.co;2-x.

Сведения об авторах

Вера Васильевна Орехова – врач-нейрохирург, онколог Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (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. Алмазов (Санкт-Петербург, Россия); профессор кафедры нейрохирургии им. проф. А. Л. Поленова Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова (Санкт-Петербург, Россия);

Марина Витальевна Мацко – доктор медицинских наук, врач-нейроонколог Санкт-Петербургского

клинического научно-практического центра специализированных видов медицинской помощи (онкологического) им. Н. П. Напалкова (Санкт-Петербург, Россия);

Софья Сергеевна Скляр – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории нейроонкологии, врач-нейрохирург, онколог 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);

Глеб Алексеевич Машевский – кандидат технических наук, доцент Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) (Санкт-Петербург, Россия).

Information about the authors

Vera V. Orekhova – Neurosurgeon, Oncologist, Saint-Petersburg Institute of Emergency Care n. a. I. I. Dzhanelidze (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, 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);

Marina V. Matsko – Dr. of Sci. (Med.), Neurooncologist, Napalkov Saint-Petersburg Clinical Scientific and Practical Center for Specialised Types of Medical Care (Oncological) (St. Petersburg, Russia);

Sofia S. Sklyar – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher at the Research Laboratory of Neurooncology, Neurosurgeon, Oncologist, Polenov Neurosurgery Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Gleb A. Mashevsky – Cand. of Sci. (Tech.), Associate Professor, St. Petersburg State Electrotechnical University “LETI” named after V. I. Ulyanov (Lenin) (St. Petersburg, Russia).

Поступила в редакцию 08.10.2025

Поступила после рецензирования 14.01.2026

Принята к публикации 20.03.2026

Received 08.10.2025

Revised 14.01.2026

Accepted 20.03.2026