

DOI: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2025-055>

Результаты хирургического лечения больных раком тела и хвоста поджелудочной железы с инвазией магистральных вен

М.Г. Абгарян, А.Г. Котельников, С.Н. Бердников, Д.В. Подлужный, А.Е. Калинин, О.А. Егенов, Н.Е. Кудашкин

ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 23

Контакты: Абгарян Микаэл Грантович abgaryan.mikael@gmail.com

Цель исследования: Показать безопасность и удовлетворительные результаты хирургического лечения больных протоковым раком тела и хвоста поджелудочной железы с инвазией магистральных вен в объеме дистальной субтотальной резекции поджелудочной железы с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен.

Материал и методы: Дистальную субтотальную резекцию поджелудочной железы с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен провели 29 больным протоковым раком тела и хвоста поджелудочной железы. У 15 (51,7%) пациентов выполнили пристеночную резекцию магистральных вен протяженностью от 1,0 до 3,0 см с использованием пристеночного шва, у 14 (48,3%) — циркулярную резекцию протяженностью от 1,5 до 5,0 см. При циркулярной резекции у 11 человек сформировали анастомоз «конец-в-конец», у 2 выполнили пластику с помощью синтетического протеза Gore-Tex и у 1 — аутовенозную пластику. Пережатие портальной вены во время операции длилось от 10 до 16 минут при формировании прямого анастомоза «конец-в-конец» и от 12 до 27 мин при использовании протеза. Ввиду поражения опухолью соседних органов провели резекцию печени у 1 (3,5%) больного, клиновидную резекцию стенки желудка — у 3 (10,3%), адреналэктомию — у 2 (6,9%), резекцию тонкой кишки — у 2 (6,9%), однократно выполнили резекцию диафрагмы, нефрэктомия и гемиколэктомию. Длительность операций варьировала от 2 до 6,5 часов, объем кровопотери — от 300 мл до 5,6 л.

Результаты: У 89,6% больных провели операции в объеме R0, у 6,9% — в объеме R1, у 3,5% — в объеме R2. По данным патогистологического исследования материала, удаленного во время операции, ретроперитонеальная инвазия верифицирована у 69,0% пациентов, периневральная — у 65,5%, инвазия верхней брыжеечной и/или воротной вен — у 55,2%. Осложнения возникли у 51,7% больных, частота осложнений III и выше классов по классификации Clavien–Dindo составила 34,5%. Все осложнения купированы консервативным путем. Летальных исходов не было.

Отдаленные результаты лечения: Одно- и трехлетняя общая выживаемость больных составили соответственно 74,6% и 14,9% (медиана 14,6 мес.), выживаемость без признаков прогрессирования заболевания — 31,0% и 15,5%, соответственно (медиана 8,0 мес.). Сравнение показателей 26 больных, оперированных в объеме R0, и 3 пациентов, оперированных в объеме R+, не выявило статистически значимых различий.

Вывод: Дистальная субтотальная резекция поджелудочной железы с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен относительно безопасна и дает возможность увеличить продолжительность и качество жизни больных протоковым раком тела и хвоста поджелудочной железы.

Ключевые слова: рак поджелудочной железы, резекция верхней брыжеечной и/или воротной вен

Для цитирования: Абгарян М.Г., Котельников А.Г., Бердников С.Н. и соавт. Результаты хирургического лечения больных раком тела и хвоста поджелудочной железы с инвазией магистральных вен. Злокачественные опухоли 2025;15(3):40–45. DOI: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2025-055>

Surgical outcomes in patients with pancreatic body and tail cancer invading the main veins

M. G. Abgaryan, A. G. Kotelnikov, S. N. Berdnikov, D. V. Podluzhny, A. E. Kalinin, O. A. Egenov, N. E. Kudashkin

N. N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 23 Kashirskoe Shosse, Moscow 115478, Russia

Contacts: Abgaryan Mikael Grantovich abgaryan.mikael@gmail.com

The aim of the study was to demonstrate the safety and satisfactory outcomes of surgical treatment in patients with ductal cancer of the body and tail of the pancreas with invasion of the main veins using distal subtotal resection of the pancreas with resection of the superior mesenteric and/or portal veins.

Materials and methods: Distal subtotal resection of the pancreas with resection of the superior mesenteric and/or portal veins was performed in 29 patients with ductal cancer of the body and tail of the pancreas. Parietal resection of the main veins with a length of 1.0 to 3.0 cm using a parietal suture was performed in 15 (51.7%) patients, and circular resection with a length of 1.5 to 5.0 cm was carried out in 14 (48.3%) patients. In the circular resection subset, 11 people had an end-to-end anastomosis, 2 had plastic surgery using a Gore-Tex synthetic graft, and 1 underwent an autologous vein plastic surgery. Compression of the portal vein during surgery lasted from 10 to 16 minutes with the creation of a direct end-to-end anastomosis and from 12 to 27 minutes with the use of a graft. Damage from the tumor to neighboring organs required a liver resection in 1 (3.5%) patient, wedge resection of the stomach wall in 3 (10.3%) patients, adrenalectomy in 2 (6.9%) subjects, small intestine resection in 2 (6.9%) patients, one diaphragm resection, one nephrectomy, and one hemicolectomy. The duration of the operations ranged from 2 to 6.5 hours, and the volume of blood loss ranged from 300 mL to 5.6 L.

Results: R0 surgery was performed in 89.6% of patients, R1 in 6.9%, and R2 surgery in 3.5% of cases. Histopathological examination of the surgical material revealed retroperitoneal invasion in 69.0% of patients, perineural invasion in 65.5%, and invasion of the superior mesenteric and/or portal veins in 55.2% of cases. Complications occurred in 51.7% of patients, the incidence of Clavien–Dindo Grade III or higher complications was 34.5%. All complications were controlled with conservative treatment; there were no deaths.

Long-term treatment outcomes: The one- and three-year overall survival rates were 74.6% and 14.9%, respectively (median 14.6 months), the progression-free survival rates were 31.0% and 15.5%, respectively (median 8.0 months). A comparison of results in 26 patients who underwent R0 surgery and 3 patients who underwent R+ surgery did not reveal statistically significant differences.

Conclusion: Distal subtotal resection of the pancreas with resection of the superior mesenteric and/or portal veins is relatively safe and helps to improve the duration and quality of life of patients with ductal cancer of the body and tail of the pancreas.

Keywords: pancreatic cancer, resection of the superior mesenteric and/or portal veins

For citation: Abgaryan M.G., Kotelnikov A.G., Berdnikov S.N., et al. Surgical outcomes in patients with pancreatic body and tail cancer invading the main veins. *Zlokachestvennie opuholi = Malignant Tumors* 2025;15(3):40–45 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2025-055>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время дистальная субтотальная резекция поджелудочной железы (ДСРПЖ) с возможной спленэктомией является стандартом хирургического лечения больных протоковым раком тела и хвоста поджелудочной железы (ПЖ). Крупные международные многоцентровые исследования показали, что частота резекции воротной и/или верхней брыжеечной вен, вовлеченных в опухолевый процесс, при выполнении ДСРПЖ составляет только 8,2% [1]. Многие годы вопрос резектабельности магистральных вен, пораженных опухолью, оставался спорным, и только с развитием мультидисциплинарного подхода и совершенствованием хирургической техники этот вариант оперативного вмешательства стал неотъемлемой частью радикального лечения больных раком тела и хвоста ПЖ. Опубликованные в 2024 г. результаты последнего крупного международного многоцентрового исследования GAPASURG, основанного анализе данных 2924 больных РПЖ, перенесших ДСРПЖ, показали, что частота выполнения резекций магистральных вен в разных странах значительно варьирует от 1,9% в Швеции до 9,2% в Германии [1]. По данным Xu et al. [2] и Loos et al. [3], частота таких операций немного выше и колеблется от 10% до 15%. Возможно, различия обусловлены неоднозначной трактовкой границ резектабельных опухолей,

опытом и квалификацией хирургов, а также доступностью методов реконструкции.

В настоящее время признаны 4 основных типа реконструкции воротной вены по классификации ISGPS, опубликованной в 2023 г. [4]. Это тип 1 — краевая резекция стенки вены (чаще ≤ 30 –40%) с ушиванием дефекта напрямую, тип 2 — краевая резекция с ушиванием «заплаткой» (patch) значительного дефекта (до 50–60%) окружности вены, «заплатку» формируют из аутовены, синтетического материала или ксеноперикарда, тип 3 — анастомоз «конец-в-конец» используется при полной резекции короткого сегмента вены, когда концы можно сопоставить без натяжения, и тип 4 — протезирование вены аутовенозным или синтетическим трансплантатом, он применяется при большей длине циркулярной резекции вены, когда невозможен прямой анастомоз.

В 2024 г. Maekawa et al. [5] сообщили, что в их исследовании длина резекции вен при выполнении ДСРПЖ составила в среднем 25 мм и была меньше, чем при панкреатодуоденальной резекции (40 мм), но частота окклюзий при этом оказалась значительно выше — 21,9% против 1,1% ($p < 0,01$).

По данным литературы, общая частота тяжелых осложнений (Clavien–Dindo $\geq$ IIIa) ДСРПЖ с резекцией вен в среднем составляет 23,8% и достоверно превышает аналогичный показатель стандартных ДСРПЖ (17,9%, $p = 0,024$) [1]. Выше и частота клинически значимых кровотечений

(5,1–9,8% против 2–2,9%) [1,3], и частота формирования клинически значимой панкреатической фистулы (13,9% против 12,3%) [1]. Одним из основных осложнений ДСРПЖ с венозной резекцией можно считать тромбоз реконструированных вен. Частота полной венозной окклюзии достигает до 21,9% [5]. При неполной окклюзии просвета вены чаще всего это осложнение протекает бессимптомно, но может провоцировать портальную гипертензию и развитие внутрибрюшных абсцессов. Tanaka et al. [6] считают, что важным независимым фактором риска тромбоза является остаточная длина селезеночной вены > 26 мм (OR 9,5). Несмотря на увеличение объема операций и частоты осложнений, летальность после ДСРПЖ с резекцией магистральных вен аналогична стандартной ДСРПЖ [1,3,7]. Среди наиболее частых причин смерти в литературе упоминаются: кровотечение, сепсис на фоне внутрибрюшного абсцесса и мезентериальный тромбоз.

Учитывая редкость и сложность выполнения ДСРПЖ с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен у больных протоковым раком тела и хвоста ПЖ, а также малочисленность публикаций по этой теме, мы решили представить результаты собственно исследования, проведенного в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России и включившего данные 29 больных, оперированных в период с 2001 по 2023 год.

Цель исследования — показать относительную безопасность и удовлетворительные результаты хирургического лечения больных протоковым раком тела и хвоста поджелудочной железы с инвазией верхней брыжеечной и/или воротной вен в объеме ДСРПЖ с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Ретроспективный анализ включал данные 29 больных протоковым раком тела и хвоста ПЖ, которым в 2001–2023 гг. в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России выполнена ДСРПЖ с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен. Хотим отметить, что за данный период времени ДСРПЖ с резекцией магистральных вен проведена еще 18 больным с опухолевой инвазией ВБВ и/или ВВ, но у всех этих пациентов был также поражен и чревный ствол. Учитывая, что объем оперативного вмешательства включал не только резекцию магистральных вен, но и резекцию чревного ствола, мы представляем анализ данных этих 18 пациентов в отдельной статье.

Среди 29 больных, включенных в исследование, было 8 (27,6%) мужчин и 21 (72,4%) женщина. Медиана их возраста составила 60 лет (от 32 до 77 лет). Во время ДСРПЖ 15 (51,7%) больным выполнили пристеночную резекцию магистральных вен протяженностью от 1,0 до 3,0 см, для пластики использовали пристеночный шов. У остальных 14 (48,3%) пациентов выполнили циркулярную резекцию вен протяженностью от 1,5 до 5,0 см, во время которой у 11 больных сформировали анастомоз «конец-в-конец», у 2 выполнили пластику посредством синтетического

протеза Gore-Tex и у 1 — аутовенозную пластику. Пережатие портальной вены во время операции длилось от 10 до 16 мин при ангиопластике «конец-в-конец» и от 12 до 27 мин при использовании протеза. Ввиду распространенной опухолевой инвазии провели клиновидную резекцию стенки желудка у 3 (10,3%) пациентов, адrenaлэктомию — у 2 (6,9%), резекцию тонкой кишки — у 2 (6,9%), однократно выполнили резекцию печени, диафрагмы, нефрэктомия и гемиколэктомия (по 3,5%). Длительность операций колебалась от 2 до 6,5 часов, объем кровопотери варьировал от 300 мл до 5,6 л. Из 29 больных, перенесших ДСРПЖ с резекцией ВБВ и/или ВВ, 20 (69,0%) получили дополнительное периоперационное лечение, лучевую терапию проводили только больным с гистологически доказанной ретроперитонеальной инвазией РПЖ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У 26 (89,6%) больных выполнили операции в объеме R0, у 2 (6,9%) — в объеме R1 и у 1 (3,5%) — в объеме R2.

По данным патогистологического исследования материала, удаленного во время операции, ретроперитонеальная инвазия верифицирована у 20 (69,0%) пациентов, периневральная — у 19 (65,5%), инвазия верхней брыжеечной и/или воротной вен — у 16 (55,2%), хотя на дооперационном этапе инвазию магистральных вен установили у всех больных. При верификации венозной инвазии у 6 (37,5%) из 16 человек наблюдалась инвазия адвентиции сосудов, у 6 (37,5%) — мышечного слоя и у 4 (25%) — трансмуральное опухолевое поражение.

На дооперационном этапе по результатам обследования у всех пациентов установлен клинко-рентгенологический тип деформации ВБВ и/или ВВ по классификации Nakao [8]. При гистологическом исследовании операционного материала предполагаемый тип А (нет деформации ВБВ и/или ВВ по результатам возвратной мезентерикопортографии) не подтвержден ни в одном случае, Тип В (деформация одной из сторон ВБВ и/или ВВ) получил гистологическое подтверждение в 7 (58,3%) из 12 случаев, тип С (определяемая рентгенологически деформация контуров вены с обеих сторон) — в 8 (88,9%) из 9 случаев, тип D (выраженная двусторонняя деформация или полная окклюзия вены) гистологически верифицирован у единственного пациента с этим типом.

Осложнения после ДСРПЖ с резекцией ВБВ и/или ВВ диагностированы у 15 (51,7%) из 29 человек. Частота осложнений III и выше классов по классификации Clavien–Dindo [9] составила 34,5%. У 9 из 15 пациентов развилось одно осложнение, у остальных их было несколько: у 3 больных — 2 осложнения и у 3 — 3 осложнения. Панкреатический свищ возник у 7 (24,1%) из 29 человек (у 4 диагностирован тип А и у 3 — тип В по модифицированным критериям International Study Group of Pancreatic Fistula (ISGPF) [10]). Внутрибрюшные абсцессы проявились у 3 (10,3%) из 29 больных, панкреонекроз — у 2 (6,9%), кровотечение из острой язвы желудка — у 2 (6,9%). Одно-

кратно (по 3,5%) констатировали развитие тромбоза легочной артерии, острой почечной недостаточности, кишечного свища, пневмонии и умеренной диареи. Все осложнения удалось купировать консервативным путем. Летальных случаев не было.

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Медиана периода наблюдения за 29 больными протоковым раком тела и хвоста ПЖ после ДСРПЖ с резекцией ВБВ и/или ВВ составила 14 мес. (от 6 до 52 мес.). За время наблюдения прогрессирование заболевания выявлено у 26 (89,7%) из 29 человек: у 5 (17,2%) — рецидив, у 16 (55,2%) — метастазы в печени, у 9 (31,0%) — метастазы в забрюшинных лимфатических узлах, у 14 (48,3%) — метастазы по брюшине. Из 26 случаев прогрессирования РПЖ в одном (3,8%) выявлен только местный рецидив, в 21 (80,7%) — только отдаленные метастазы, в 4 (15,4%) — и местный рецидив, и отдаленные метастазы.

Однолетняя общая выживаемость 29 больных раком тела и хвоста ПЖ после ДСРПЖ с резекцией ВБВ и/или ВВ составила $74,6 \pm 8,3\%$, трехлетняя — $14,9 \pm 9,2\%$ (медиана общей выживаемости 14,6 мес.), аналогичные показатели выживаемости без прогрессирования РПЖ составили соответственно $31,0 \pm 8,6\%$ и $15,5 \pm 7,2\%$ (медиана 8,0 мес.).

Анализ отдаленных результатов лечения больных после ДСРПЖ с резекцией ВБВ и/или ВВ не выявил статистически значимых различий в зависимости от степени радикальности выполненной операции (R0 и R+). Однако следует указать, что частота прогрессирования у 26 пациентов, оперированных в объеме R0, составила 92,3%, у большинства (76,9%) возникли отдаленные метастазы, летальность составила 69,2%, медиана общей выживаемости — 14 мес., однолетняя выживаемость — 71,5%, трехлетняя — 15,9%, одно и трехлетняя выживаемость без признаков прогрессирования РПЖ — соответственно 26,9% и 7,7% (медиана 8 мес.). Из двух пациентов, перенесших ДСРПЖ с резекцией магистральных вен в объеме R1, один скончался через 23 мес. после операции от отдаленных метастазов, признаков местного рецидива не было, второй — на момент окончания исследования жив в течение 15 мес., при контрольных обследованиях признаков прогрессирования заболевания не выявлено. Больной, оперированный в объеме R2, на момент окончания исследования жив в течение 11 мес. после операции, но через 7 мес. у него диагностированы местный рецидив и отдаленные метастазы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Во всем мире ДСРПЖ с резекцией ВБВ и/или ВВ у больных раком тела и хвоста ПЖ проводят довольно редко в виду высокой сложности оперативного вмешательства и последующих тяжелых осложнений. Более чем

за 20 лет мы выполнили 29 таких хирургических вмешательств в условиях самой крупной онкологической клиники в России. Нам удалось радикально прооперировать 90% больных при отсутствии летальных исходов и частоте осложнений 51,7% (частота осложнений III и выше классов по классификации Clavien–Dindo составила 34,5%). Из основных осложнений у наших пациентов следует отметить возникновение панкреатического свища у 7 (24%) человек, внутрибрюшного абсцесса — у 3 (10%) и панкреонекроза — у 2 (6,9%). Все остальные виды осложнений проявились однократно (по 3,5%). Однолетняя общая выживаемость больных в нашем исследовании составила 74,6%, трехлетняя — 14,9% при медиане 14,6 мес. Аналогичные показатели выживаемости без признаков прогрессирования РПЖ составили, соответственно, 31,0% и 15,5% при медиане 8,0 мес.

Полученные нами результаты сопоставимы с данными других исследований. Так, в работах, опубликованных в последние годы [1–3,7], частота ДСРПЖ с резекцией магистральных вен в объеме R0 колеблется от 58,5% до 80%. В 2024 г. Stoop et al. [1] и Maekawa et al. [5] сообщили, что частота тяжелых осложнений после таких операций составляет 24–34,4%. При этом клинически значимые кровотечения возникают у 5,1–9,8% пациентов [1,3], частота полной венозной окклюзии доходит до 21,9% [5].

Подчеркнем, что в нашем исследовании не было летальных случаев, в то время как, по данным литературы, 30-дневная летальность колеблется от 1,7% до 7,1% [1,3]. Среди основных причин смерти указываются кровотечение, развитие сепсиса на фоне внутрибрюшного абсцесса и мезентериальный тромбоз.

В исследовании Durin et al. [11] при 75% частоте радикально выполненных хирургических вмешательств 3-летняя общая выживаемость больных достигла 66%. Сообщается, что при отсутствии гистологически подтвержденной венозной инвазии медиана общей выживаемости может превышать 23 мес. [4], а при наличии гистологически подтвержденной венозной инвазии 5-летняя выживаемость составляет 15,5% [7]. Согласно другим данным, медиана общей выживаемости после ДСРПЖ с венозной резекцией в объеме R0 достигает 24–26 мес. [4,7]. Без неоадьювантной химиотерапии медиана общей выживаемости снижается до 13 мес. [12].

Таким образом, проведенное нами исследование показало, что выполнение дистальной субтотальной резекции поджелудочной железы с резекцией верхней брыжеечной и/или воротной вен безопасно и дает возможность увеличить продолжительность жизни больных протоковым раком тела и хвоста поджелудочной железы. Однако основным остаётся персонализированный подход, включающий периоперационную химиотерапию, выбор оптимального типа реконструкции и выполнение хирургических вмешательств в центрах с опытом сосудистой хирургии.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Stoop T.F., Augustinus S., Björnsson B., et al. Surgical outcome after distal pancreatectomy with and without porto-mesenteric venous resection in patients with pancreatic adenocarcinoma: a transatlantic evaluation (GAPASURG). *Ann Surg Oncol* 2024;31(12):8327–8339. <https://doi.org/10.1245/s10434-024-15932-3>
2. Xu D., Wu P., Zhang K., et al. The short-term outcomes of distal pancreatectomy with portal vein/superior mesenteric vein resection. *Langenbecks Arch Surg* 2022;407(5):2161–2168. <https://doi.org/10.1007/s00423-021-02382-8>
3. Loos M., Mack C.E., Xu A.T.L., et al. Distal pancreatectomy: extent of resection determines surgical risk categories. *Ann Surg* 2024;279(3):479–485. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005935>
4. Hackert T., Klaiher U., Hinz U., et al. Portal vein resection in pancreatic cancer surgery: risk of thrombosis and radicality determine survival. *Ann Surg* 2023;277(6):e1291–e1298. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005444>
5. Maekawa A., Oba A., Inoue Y., et al. Technical strategy for pancreatic body cancers: a raison d'être of distal pancreatectomy with portal resection. *Ann Surg Oncol* 2024;31(2):1347–1357. <https://doi.org/10.1245/s10434-023-14554-5>
6. Tanaka N., Yamada S., Sonohara F., et al. An outcome analysis of predictive factors for portal or splenic vein thrombosis after distal pancreatectomy. *Surg Today* 2020;50(10):1282–1289. <https://doi.org/10.1007/s00595-020-02004-8>
7. Ramacciato G., Nigri G., Petrucciani N., et al. Pancreatectomy with mesenteric and portal vein resection for borderline resectable pancreatic cancer: multicenter study of 406 patients. *Ann Surg Oncol* 2016;23(6):2028–37. doi: 10.1245/s10434-016-5123-5
8. Nakao A., Takagi H. Isolated pancreatectomy for pancreatic head carcinoma using catheter bypass of the portal vein. *Hepatogastroenterology* 1993;40(5):426–429
9. Clavien P. A., Sanabria J. R., Strasberg S.M. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery* 1992;111(5):518–526
10. Bassi C., Marchegiani G., Dervenis C., et al. The 2016 update of the International Study Group (ISGPS) definition and grading of postoperative pancreatic fistula: 11 Years After. *Surgery* 2017;161(3):584–591. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.11.014>
11. Durin T., Chopinet S., Sauvanet A., et al. Defining benchmark outcomes for distal pancreatectomy in cancer: a multicenter, prospective cohort study. *Ann Surg Oncol* 2023;278(1):103–109. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005539>
12. Yamamoto Y., Sugiura T., Okamura Y., et al. Prognostic analysis of distal pancreatectomy for pancreatic body and/or tail cancer involving the portal vein: is it resectable? *Pancreas* 2022;51(5):502–509. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000002058>

ВКЛАД АВТОРОВ

М.Г. Абгарян, С.Н. Бердников, О.А. Егенов: сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка текста статьи;
М.Г. Абгарян, А.Г. Котельников: концепция и дизайн работы;
А.Е. Калинин, Д.В. Подлужный, Н.Е. Кудашкин: редактирование текста статьи.

ORCID АВТОРОВ

Абгарян Микаэл Грантович
<https://orcid.org/0000-0001-8893-1894>
Котельников Алексей Геннадьевич
<https://orcid.org/0000-0002-2811-0549>
Бердников Сергей Николаевич
<https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>
Подлужный Данил Викторович
<https://orcid.org/0000-0001-7375-3378>
Калинин Алексей Евгеньевич
<https://orcid.org/0000-0001-7457-3889>

AUTHORS' CONTRIBUTION

M. G. Abgaryan, S. N. Berdnikov, O. A. Egenov: collection, analysis and interpretation of data, preparation the article text;
M. G. Abgaryan, A. G. Kotelnikov: concept and design of the work;
A. E. Kalinin, D. V. Podluzhny, N. E. Kudashkin: editing the article text.

ORCID OF AUTHORS

Abgaryan Mikael Grantovich
<https://orcid.org/0000-0001-8893-1894>
Kotelnikov Alexey Gennadievich
<https://orcid.org/0000-0002-2811-0549>
Berdnikov Sergey Nikolaevich
<https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>
Podluzhny Danil Viktorovich
<https://orcid.org/0000-0001-7375-3378>
Kalinin Alexey Evgenievich
<https://orcid.org/0000-0001-7457-3889>

Егенов Омар Алиевич

<https://orcid.org/0000-0002-8681-7905>

Кудашкин Николай Евгеньевич

<https://orcid.org/0000-0003-0504-585X>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Статья подготовлена без спонсорской поддержки.

Статья поступила в редакцию журнала 24.07.2025,
принята к публикации 22.09.2025

Egenov Omar Alievich

<https://orcid.org/0000-0002-8681-7905>

Kudashkin Nikolay Evgenievich

<https://orcid.org/0000-0003-0504-585X>

Conflict of interest. The authors declare that there are no possible conflicts of interest.

Funding. The article was prepared without sponsorship.

Received 24 July 2025.

Accepted for publication 22 September 2025