

<https://doi.org/10.23888/HMJ2025134579-590>

EDN: NTCJEQ

## Результаты бедренно-подколенного шунтирования у пациентов с большой подкожной веной малого размера

А.Б. Закеряев<sup>1,2</sup> ✉, Р.А. Виноградов<sup>1,2</sup>, Т.Э. Бахишев<sup>1,2</sup>, А.П. Богдан<sup>2</sup>, С.Р. Бутаев<sup>1</sup>, Г.А. Хангереев<sup>1</sup>, А.Г. Барышев<sup>1,2</sup>, С.Н. Алексеенко<sup>2</sup>, В.А. Порханов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского, Краснодар, Российская Федерация

<sup>2</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Закеряев Аслан Бубаевич, [aslan.zakeryaev@gmail.com](mailto:aslan.zakeryaev@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Оптимальным материалом для выполнения бедренно-подколенного шунтирования (БПШ) при протяженном стено-окклюзионном поражении артерий нижних конечностей является использование аутовены, в частности, большой подкожной вены (БПВ). В случаях, когда подобная БПВ не доступна, сосудистый хирург сталкивается с существенными сложностями в поиске оптимального трансплантата, так как синтетические, либо аллопротезы уступают по своим характеристикам аутологичному материалу.

**Цель.** Оценить результаты БПШ у пациентов с протяженным стено-окклюзионным поражением артерий нижних конечностей при наличии БПВ неудовлетворительного размера.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ данных 87 пациентов (78 мужчин, 9 женщин) с протяженным стено-окклюзионным поражением артерий бедренно-подколенного сегмента, которым потребовалось выполнение БПШ. У всех больных БПВ имела неудовлетворительный для шунтирующей операции диаметр (менее 3 мм). Среди исследуемых БПШ вен руки выполнено 61 пациенту, с использованием артериализованной БПВ — 17, синтетического протеза — 9. Всем пациентам проводились физикальные и инструментальные методы исследования для оценки общего, локального статуса и состояния кровообращения в конечностях в динамике. Неблагоприятные исходы оценивались на госпитальном этапе и после выписки.

**Результаты.** Наличие IV стадии заболевания по Фонтейну значительно увеличивало вероятность выполнения ампутации в послеоперационном периоде ( $p=0,019$ ). Применение синтетических протезов характеризовалось более чем 12-кратным увеличением вероятности выполнения ампутации в послеоперационном периоде ( $p=0,006$ ), в том числе в позиции ниже уровня щели коленного сустава ( $p=0,014$ ). БПШ выше щели коленного сустава с использованием артериализованной аутовены малого диаметра сопровождалось повышением вероятности развития инфаркта миокарда (ИМ) в послеоперационном периоде ( $p=0,001$ ). Наличие перенесенного ИМ было связано с повышенной вероятностью развития ИМ в послеоперационном периоде ( $p=0,032$ ).

**Заключение.** Выбор материала для БПШ при отсутствии аутологичной БПВ критически влияет на исходы. Так использование синтетических протезов ассоциировано с повышенным риском послеоперационной ампутации. Более предпочтительной альтернативой в этом случае являются вены верхних конечностей или артериализованная аутовена малого диаметра, однако применение последней у пациентов с ИМ в анамнезе требует особого внимания ввиду повышенного риска развития сердечно-сосудистых осложнений.

**Ключевые слова:** сосудистая хирургия; бедренно-подколенное шунтирование; большая подкожная вена; шунт.

### Для цитирования:

Закеряев А.Б., Виноградов Р.А., Бахишев Т.Э., Богдан А.П., Бутаев С.Р., Хангереев Г.А., Барышев А.Г., Алексеенко С.Н., Порханов В.А. Результаты бедренно-подколенного шунтирования у пациентов с большой подкожной веной малого размера // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2025. Т. 13, № 4. С. 579–590. doi: 10.23888/HMJ2025134579-590 EDN: NTCJEQ

<https://doi.org/10.23888/HMJ2025134579-590>

EDN: NTCJEQ

## Results of Femoropopliteal Bypass Grafting in Patients with a Small-Diameter Great Saphenous Vein

Aslan B. Zakeryaev<sup>1,2</sup> ✉, Roman A. Vinogradov<sup>1,2</sup>, Tarlan E. Bakhishev<sup>1,2</sup>, Sultan R. Butaev<sup>1</sup>, Gery A. Khangereev<sup>1</sup>, Aleksandr G. Baryshev<sup>1,2</sup>, Vladimir A. Porhanov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute — Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Corresponding author: Aslan B. Zakeryaev, [aslan.zakeryaev@gmail.com](mailto:aslan.zakeryaev@gmail.com)

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** According to the results of numerous international and domestic studies, the optimal material for femoropopliteal bypass grafting (FPBG) in case of extensive steno-occlusive lesion of the lower limb arteries is an autologous vein, in particular, the great saphenous vein (GSV). In case such GSV is unavailable, a vascular surgeon faces significant problems in search for an optimal graft, since synthetic or allografts are inferior in their characteristics to autologous material.

**AIM:** To assess the results of femoropopliteal bypass grafting in patients with extensive steno-occlusive lesion of the lower limb arteries and with inadequate great saphenous vein.

**MATERIALS AND METHODS:** A retrospective analysis of data from 87 patients (78 men, 9 women) with extensive steno-occlusive lesions of the femoropopliteal arteries that required FPBG, was performed. In all patients, the GSV diameter was inadequate for bypass surgery (less than 3 mm). Of the individuals included in the study, in 61 patients, GSV bypass was performed using arm veins, in 17 patients with use of arterialized GSV, and in 9 patients with use of synthetic prostheses. All patients underwent physical and instrumental examinations to assess the general, local status and circulation in the extremities in dynamics. Adverse outcomes were assessed during the hospitalization and after discharge.

**RESULTS:** The presence of Fontaine stage IV disease according to significantly increase the probability of amputation in the postoperative period ( $p=0.019$ ). The use of synthetic prostheses was characterized by a more than 12-fold increase in the probability of amputation in the postoperative period ( $p=0.006$ ), in particular, in the position below the knee joint cleft ( $p=0.014$ ). FPBG above the knee joint cleft using arterialized autovein was associated with an increased probability of developing myocardial infarction in the postoperative period ( $p=0.001$ ). The existence of a past myocardial infarction was associated with an increased probability of developing myocardial infarction in the postoperative period ( $p=0.032$ ).

**CONCLUSION:** The choice of conduit for FPS in the absence of an autologous GSV critically impacts outcomes. The use of synthetic grafts is associated with an increased risk of postoperative amputation. A more preferable alternative in such cases is the use of upper extremity veins or a small-diameter arterialized autovein. However, the use of the latter in patients with a history of myocardial infarction requires special attention due to an increased risk of cardiovascular complications.

**Keywords:** vascular surgery; femoropopliteal bypass; great saphenous vein; bypass.

### To cite this article:

Zakeryaev AB, Vinogradov RA, Bakhishev TE, Butaev SR, Khangereev GA, Baryshev AG, Porhanov VA. Results of Femoropopliteal Bypass Grafting in Patients with a Small-Diameter Great Saphenous Vein. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 2025;13(4):579–590. doi: 10.23888/HMJ2025134579-590 EDN: NTCJEQ

### Актуальность

Актуальность данного исследования обусловлена сохраняющейся высокой распространенностью атеросклероза, в том числе поражением артерий нижних конечностей, что подтверждается различными эпидемиологическими исследованиями [1]. При этом до 65% пациентов с облитерирующим поражением артерий конечностей имеют асимптомное течение заболевания [2], что может откладывать постановку диагноза и начало лечения. Атеросклероз — прогрессирующее заболевание. Исследования говорят о том, что развитие критической ишемии значительно ухудшает прогноз заболевания и жизни. Помимо потери конечностей, у пациентов с критической ишемией снижается продолжительность жизни, а смертность обычно превышает 50% в течение 5 лет [3].

Консервативное лечение, рентгенэндоваскулярные и открытые оперативные реваскуляризации предлагают широкий выбор в улучшении качества жизни и прогноза, однако, со временем у пациентов регистрируются прогрессирование атеросклероза и развитие тромбозов, что в свою очередь приводит к неудовлетворительным исходам, повышению инвалидности и летальности.

При наличии протяженного стено-окклюзионного поражения артерий нижних конечностей методом выбора хирургического лечения является операция бедренно-подколенного шунтирования [4]. При этом современные авторы сходятся во мнении, что оптимальным трансплантатом для таких операций является большая подкожная вена (БПВ), забранная одним длинным сегментом, что можно считать своеобразным золотым стандартом в выборе материала для инфраингвинального шунтирования [5]. Тем не менее, в ряде случаев БПВ имеет недостаточный диаметр, варикозную трансформацию, посттромботические изменения, либо другие характеристики, ограничивающие ее применение для шунтирующих операций. В подобных случаях сосудистые хирурги сталкиваются с существенными трудно-

стями в выборе материала для артериальной реконструкции, в частности, БПШ.

**Цель** — оценить результаты бедренно-подколенного шунтирования у пациентов с протяженным стено-окклюзионным поражением артерий нижних конечностей с большой подкожной веной неудовлетворительного размера.

### Материалы и методы

Данное исследование было одобрено этическим комитетом ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края (Протокол № 114 от 23.11.2022).

В рамках текущей работы провели ретроспективный анализ данных 87 пациентов с протяженным стено-окклюзионным поражением артерий бедренно-подколенного сегмента, которым потребовалось выполнение БПШ. У всех больных БПВ имела неудовлетворительный для планируемой реваскуляризации диаметр (менее 3 мм). Среди включенных в исследование лиц было 78 мужчин и 9 женщин с хронической ишемией нижних конечностей

атеросклеротической этиологии, II–IV стадии заболевания согласно классификации А.В. Покровского–Фонтейна. БПШ венами руки с предварительной артериализацией латеральной вены предплечья до достижения ей приемлемого для вмешательства диаметра (более 3 мм) выполнено 61 пациенту (средний возраст —  $(63,18 \pm 6,9)$  лет), с использованием артериализованной на бедре БПВ — 17 (средний возраст —  $(64,35 \pm 11,0)$  лет), синтетического протеза из дакрона — 9 (средний возраст —  $(63,67 \pm 3,2)$  лет). Использование артериализованной на бедре БПВ — метод БПШ, позволяющий выполнять операцию пациентам, у которых диаметр большой подкожной вены составляет менее 3 мм. Методика заключается в том, что сначала выполняется формирование артериовенозной фистулы на ноге (между общей бедренной артерией и дистальным

концом реверсированной БПВ), а спустя 2 недели — второй этап, непосредственно кроссэктомия и формирование дистального анастомоза с подколенной артерией.

Всем пациентам проводились физические и инструментальные методы исследования, включая КТ-ангиографию и/или цифровую субтракционную ангиографию, ультразвуковое исследование артерий и вен конечностей, ультразвуковую доплерографию для оценки лодыжечно-плечевого индекса. Неблагоприятные исходы, включая ампутацию конечности и летальные исходы оценивали на госпитальном этапе и после выписки в течение (47,6±12,3) месяцев. Статистический анализ проводился с использованием современного программного обеспечения IBM SPSS 26.

## Результаты

Все пациенты, включенные в исследование, были сопоставимы по возрасту, характеристикам нарушения кровообращения в конечностях по классификации WiFi, необходимости выполнения БПШ выше, либо ниже щели коленного сустава, наличию острого нарушения мозгового кровообращения и хронической болезни почек в анамнезе, ( $p > 0.05$ ). Подробная характеристика сопутствующей патологии представлена в таблице 1.

В таблице 2 отражены неблагоприятные исходы среди пациентов с БПВ малого размера в послеоперационном периоде. Кроме того дана информация относительно выполненных повторных реконструкций.

**Таблица 1.** Сопутствующие заболевания и состояния у пациентов в исследовании

**Table 1.** Comorbid diseases and conditions in study patients

| Показатель  | БПШ веной с руки<br>(n=61) | БПШ АВФ<br>(n=17) | БПШ протезы<br>(n=9) | <i>p</i> |
|---|----------------------------|-------------------|----------------------|----------|
| Сопутствующие заболевания и состояния, <i>n</i> (%) |                            |                   |                      |          |
| Поражение коронарных артерий:                       |                            |                   |                      |          |
| - отсутствует                                       | 47 (77,0)                  | 7 (41,2)          | 7 (77,8)             | <0,001   |
| - гемодинамически незначимое                        | 5 (8,2)                    | 10 (58,8)         | 1 (11,1)             |          |
| - гемодинамически значимое                          | 9 (14,8)                   | 0 (0,0)           | 1 (11,1)             |          |
| Поражение брахиоцефальных артерий:                  |                            |                   |                      |          |
| - отсутствует                                       | 46 (75,4)                  | 14 (82,4)         | 5 (55,6)             | 0,424    |
| - гемодинамически незначимое                        | 9 (14,8)                   | 3 (17,6)          | 3 (33,3)             |          |
| - гемодинамически значимое                          | 6 (9,8)                    | 0 (0,0)           | 1 (11,1)             |          |
| Поражение берцовых артерий:                         |                            |                   |                      |          |
| - отсутствует                                       | 18 (29,5)                  | 4 (23,5)          | 2 (22,2)             | 0,029    |
| - одна артерия                                      | 15 (24,6)                  | 10 (58,8)         | 1 (11,1)             |          |
| - две артерии                                       | 17 (27,9)                  | 3 (17,6)          | 2 (22,2)             |          |
| - три артерии                                       | 11 (18,0)                  | 0 (0,0)           | 4 (44,4)             |          |
| Хроническая сердечная недостаточность               | 59 (96,7)                  | 10 (58,8)         | 9 (100,0)            | <0,001   |
| Инфаркт миокарда в анамнезе                         | 9 (14,8)                   | 10 (58,8)         | 0 (0,0)              | <0,001   |
| Хроническая обструктивная болезнь легких            | 46 (75,4)                  | 2 (11,8)          | 7 (77,8)             | <0,001   |
| Ожирение:   |                            |                   |                      |          |
| - отсутствует                                       | 1 (1,6)                    | 16 (94,1)         | 0 (0,0)              | <0,001   |
| - I степени   | 18 (29,5)                  | 1 (5,9)           | 4 (44,4)             |          |
| - II степени  | 25 (41,0)                  | 0 (0,0)           | 2 (22,2)             |          |
| - III степени                                       | 15 (24,6)                  | 0 (0,0)           | 2 (22,2)             |          |
| - IV степени  | 2 (3,3)                    | 0 (0,0)           | 1 (11,1)             |          |
| Сахарный диабет:                                    |                            |                   |                      |          |
| - на инсулине                                       | 15 (24,6)                  | 6 (35,3)          | 2 (22,2)             | 0,646    |
| - на инсулине                                       | 3 (4,9)                    | 2 (11,8)          | 2 (22,2)             | 0,168    |

*Примечания:* АВФ — артериовенозная фистула, БПШ — бедренно-подколенное шунтирование

**Таблица 2.** Исходы среди пациентов с большой подкожной веной малого размера  
**Table 2.** Outcomes among patients with great saphenous vein of small diameter

| Исход  | <i>n</i> (%) |
|--|--------------|
| Летальный исход (общее), <i>n</i> (%)                        | 3 (3,4)      |
| Летальный исход (госпитальный период), <i>n</i> (%)          | 1 (1,1)      |
| Летальный исход (отдаленный период), <i>n</i> (%)            | 2 (2,3)      |
| Тромбоз шунта (общее), <i>n</i> (%)                          | 14 (16,1)    |
| Тромбоз шунта (госпитальный период), <i>n</i> (%)            | 3 (3,4)      |
| Тромбоз шунта (отдаленный период), <i>n</i> (%)              | 13 (14,9)    |
| Ампутация (общее), <i>n</i> (%)                              | 6 (6,9)      |
| Ампутация (госпитальный период), <i>n</i> (%)                | 4 (4,6)      |
| Ампутация (отдаленный период), <i>n</i> (%)                  | 3 (3,4)      |
| Кровотечение, <i>n</i> (%)                                   | 2 (2,3)      |
| Нагноение послеоперационной раны, <i>n</i> (%)               | 2 (2,3)      |
| Сохранение ишемии, <i>n</i> (%)                              | 0 (0)        |
| Инфаркт миокарда, <i>n</i> (%)                               | 7 (8)        |
| Повторная операция:  |              |
| Тромбэктомия из шунта, <i>n</i> (%)                          | 2 (2,3)      |
| Хирургическая обработка раны/санация гематомы, <i>n</i> (%)  | 3 (3,4)      |
| Перекрестное шунтирование, <i>n</i> (%)                      | 1 (1,1)      |
| Пластика, реконструкция дистального анастомоза, <i>n</i> (%) | 1 (1,1)      |

Среди пациентов, кому выполнено БПШ веной с руки количество летальных исходов составило 3 (4,9%), среди БПШ с использованием артериализованной БПВ — 0 (0,0%), протезами — 0 (0,0%),  $p=0,516$ . Среди больных, кому выполнено БПШ веной с руки количество тромбозов шунта составило 9 (14,8%), среди БПШ с использованием артериализованной БПВ — 0 (0,0%), протезами — 5 (55,6%),  $p=0,001$ . Количество выполненных ампутаций среди больных, кому выполнено БПШ веной с руки составило 3 (4,9%), среди БПШ с использованием артериализованной БПВ — 0 (0,0%), протезами — 3 (33,3%),  $p=0,003$ . Количество случаев инфаркта миокарда в послеоперационном периоде среди пациентов, кому выполнено БПШ веной с руки составило 0 (0,0%), среди БПШ с использованием артериализованной БПВ — 7 (41,2%), протезами — 0 (0,0%),  $p < 0,001$ .

Проведенный регрессионный анализ в отношении вероятности выполнения большой ампутации в послеоперационном периоде, как во время госпитализации, так и после выписки, представлен в таблице 3.

Проведенный регрессионный анализ в отношении вероятности развития инфаркта миокарда в послеоперационном периоде представлен в таблице 4.

Регрессионный анализ в отношении вероятности развития летального исхода в послеоперационном периоде, как во время госпитализации, так и после выписки, не выявил достоверных факторов развития летального исхода.

### Обсуждение

Ряд опубликованных ранее работ был посвящен поиску факторов риска возникновения и прогрессирования атеросклероза, развития неудовлетворительных результатов артериальных реконструкций у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей атеросклеротического генеза. Так, коллектив авторов под руководством Калинина Р.Е. (2021) приводит информацию о том, что у подобных больных повышены антиген и активность фактора фон Виллебранда, что соответствует степени распространенности поражения артерий и тяжести ишемии при многоуровневом поражении артерий ниж-

них

конечно-

**Таблица 3.** Результаты регрессионного анализа по оценке вероятности выполнения ампутации у пациентов с большой подкожной веной малого размера

**Table 3.** Results of regression analysis to assess the probability of amputation in patients with a small great saphenous vein

| Показатель   | Однофакторный анализ   |          | Многофакторный анализ |          |
|--|------------------------|----------|-----------------------|----------|
|  | ОШ (95% ДИ)            | <i>p</i> | ОШ (95% ДИ)           | <i>p</i> |
| Возраст  | 1,001 (0,896–1,118)    | 0,991    | –                     | –        |
| Пол:   |                        | 0,603    | –                     | –        |
| - мужской  | 0,548 (0,057–5,291)    |          |                       |          |
| - женский  | 1,825 (0,189–17,625)   |          |                       |          |
| Стадия заболевания по Фонтейну:                        |                        |          |                       |          |
| - 2Б   | 0,198 (0,034–1,158)    | 0,072    | 0,542 (0,056–5,276)   | 0,598    |
| - 3  | 1,046 (0,113–9,705)    | 0,968    | –                     | –        |
| - 4  | 8,000 (1,399–45,756)   | 0,019    | 1,123 (0,046–27,15)   | 0,943    |
| WiFi:  |                        |          |                       |          |
| - W (wound, рана/язва)                                 | 3,622 (1,205–10,885)   | 0,022    | 3,462 (1,001–11,967)  | 0,049    |
| - I (ischemia, ишемия)                                 | 1,131 (0,377–3,399)    | 0,826    | –                     | –        |
| - Fi (foot infection, инфекция стопы)                  | 2,489 (0,870–7,117)    | 0,089    | 0,449 (0,049–4,133)   | 0,480    |
| Оперативное вмешательство:                             |                        |          |                       |          |
| - вмешательство выше щели коленного сустава            | 0,842 (0,144–4,910)    | 0,848    | –                     | –        |
| - вмешательство ниже щели коленного сустава            | 1,187 (0,204–6,924)    |          |                       |          |
| - БПШ веной с руки                                     | 0,794 (0,522–1,205)    | 0,278    | –                     | –        |
| - БПШ АВФ  | –                      | –        | –                     | –        |
| - БПШ протезы  | 12,500 (2,059–75,882)  | 0,006    | 11,747 (1,700–81,187) | 0,012    |
| - БПШ веной с руки выше щели коленного сустава         | 1,011 (0,797–1,281)    | 0,930    | –                     | –        |
| - БПШ веной с руки ниже щели коленного сустава         | –                      | –        | –                     | –        |
| - БПШ АВФ выше щели коленного сустава                  | –                      | –        | –                     | –        |
| - БПШ АВФ ниже щели коленного сустава                  | –                      | –        | –                     | –        |
| - БПШ протезы выше щели коленного сустава              | 5,200 (0,455–59,487)   | 0,185    | –                     | –        |
| - БПШ протезы ниже щели коленного сустава              | 13,000 (1,670–101,188) | 0,014    | 0,910 (0,040–20,715)  | 0,953    |
| Сопутствующие заболевания и состояния:                 |                        |          |                       |          |
| - поражение коронарных артерий                         | 0,446 (0,072–2,765)    | 0,386    | –                     | –        |
| - поражение брахиоцефальных артерий                    | 1,487 (0,470–4,709)    | 0,500    | –                     | –        |
| - поражение берцовых артерий                           | 1,961 (0,840–4,581)    | 0,120    | –                     | –        |
| - стенокардия напряжения                               | 1,632 (0,277–9,612)    | 0,588    | –                     | –        |
| - хроническая сердечная недостаточность                | 0,548 (0,057–5,292)    | 0,603    | –                     | –        |
| - инфаркт миокарда в анамнезе                          | 0,700 (0,077–6,381)    | 0,752    | –                     | –        |
| - острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе | 2,114 (0,216–20,725)   | 0,520    | –                     | –        |
| - хроническая обструктивная болезнь легких             | –                      | –        | –                     | –        |
| - хроническая болезнь почек                            | 5,200 (0,455–59,487)   | 0,185    | –                     | –        |
| - ожирение   | 1,216 (0,575–2,574)    | 0,609    | –                     | –        |
| - сахарный диабет                                      | –                      | –        | –                     | –        |
| на инсулине  | –                      | –        | –                     | –        |

Примечания: АВФ — артериовенозная фистула, БПШ — бедренно-подколенное шунтирование

**Таблица 4.** Результаты регрессионного анализа в отношении вероятности развития инфаркта миокарда в послеоперационном периоде у пациентов с большой подкожной веной неудовлетворительного размера

**Table 4.** Results of regression analysis regarding the probability of developing myocardial infarction in the postoperative period in patients with inadequate great saphenous vein

| Показатель   | Однофакторный анализ |          | Многофакторный анализ |          |
|--|----------------------|----------|-----------------------|----------|
|  | ОШ (95% ДИ)          | <i>p</i> | ОШ (95% ДИ)           | <i>p</i> |
| Возраст  | 1,027 (0,917–1,149)  | 0,646    | –                     | –        |
| Пол:   |                      |          |                       |          |
| - мужской  | –                    | –        | –                     | –        |
| - женский  | –                    | –        | –                     | –        |
| Стадия заболевания по Фонтейну:                        |                      |          |                       |          |
| - 2Б   | 0,571 (0,119–2,751)  | 0,485    | –                     | –        |
| - 3  | 4,705 (0,925–23,929) | 0,062    | 1,106 (0,155–7,917)   | 0,920    |
| - 4  | –                    | –        | –                     | –        |
| WiFi:  |                      |          |                       |          |
| - W (wound, рана/язва)                                 | –                    | –        | –                     | –        |
| - I (ischemia, ишемия)                                 | 1,138 (0,486–2,663)  | 0,766    | –                     | –        |
| - Fi (foot infection, инфекция стопы)                  | 0,625 (0,107–3,663)  | 0,603    | –                     | –        |
| Оперативное вмешательство:                             |                      |          |                       |          |
| - вмешательства выше щели коленного сустава            | 2,727 (0,312–23,866) | 0,365    | –                     | –        |
| - вмешательства ниже щели коленного сустава            | 0,367 (0,042–3,209)  | –        | –                     | –        |
| Оперативное вмешательство:                             |                      |          |                       |          |
| - БПШ веной с руки выше щели коленного сустава         | –                    | –        | –                     | –        |
| - БПШ веной с руки ниже щели коленного сустава         | –                    | –        | –                     | –        |
| - БПШ АВФ выше щели коленного сустава                  | 1,535 (1,198–1,966)  | 0,001    | –                     | –        |
| - БПШ АВФ ниже щели коленного сустава                  | 1,294 (0,969–1,728)  | 0,081    | –                     | –        |
| - БПШ протезы выше щели коленного сустава              | –                    | –        | –                     | –        |
| - БПШ протезы ниже щели коленного сустава              | –                    | –        | –                     | –        |
| Сопутствующие заболевания и состояния:                 |                      |          |                       |          |
| - поражение коронарных артерий                         | 1,381 (0,503–3,790)  | 0,531    | –                     | –        |
| - поражение брахиоцефальных артерий                    | 0,866 (0,228–3,282)  | 0,832    | –                     | –        |
| - поражение берцовых артерий                           | 0,608 (0,267–1,384)  | 0,236    | –                     | –        |
| - стенокардия напряжения                               | –                    | –        | –                     | –        |
| - хроническая сердечная недостаточность                | 0,240 (0,039–1,471)  | 0,123    | –                     | –        |
| - инфаркт миокарда в анамнезе                          | 5,778 (1,168–28,582) | 0,032    | 0,800 (0,101–6,347)   | 0,833    |
| - острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе | 1,738 (0,182–16,566) | 0,631    | –                     | –        |
| - хроническая обструктивная болезнь легких             | 0,080 (0,009–0,701)  | 0,023    | 1,600 (0,081–31,771)  | 0,758    |
| - хроническая болезнь почек                            | –                    | –        | –                     | –        |
| - ожирение   | –                    | –        | –                     | –        |
| - сахарный диабет на инсулине                          | 1,124 (0,202–6,237)  | 0,894    | –                     | –        |
|  | –                    | –        | –                     | –        |

*Примечания:* АВФ — артериовенозная фистула, БПШ — бедренно-подколенное шунтирование

стей и наличие критической ишемии; кроме того, повышение вышеуказанных маркеров ассоциировались с развитием инфаркта миокарда и летальных исходов в течение года наблюдения у больных после выполнения чрескожных операций на периферических артериях [6]. Кроме того, Калинин и соавт. (2021) опубликовали данные о том, что гетерозиготное носительство гена *LIPC* -250G>A ассоциируется с повышенным риском развития неблагоприятного типа течения атеросклероза артерий нижних конечностей [7].

В ходе данного исследования было выявлено, что наличие IV стадии заболевания по Фонтейну в 8 раз увеличивало вероятность выполнения ампутации в послеоперационном периоде ( $p=0,019$ ). Данная находка подтверждается тем, что наличие язвенно-некротических изменений на пораженных конечностях (согласно классификации WiFi) сопровождалось повышенным риском ампутации в послеоперационном периоде — ОШ 3,622 (95% ДИ 1,205–10,885),  $p=0,022$ .

Применение синтетических протезов для БПШ в целом характеризовалось существенным увеличением вероятности выполнения ампутации в послеоперационном периоде — ОШ 12,5 (95% ДИ 2,059–75,882),  $p=0,006$ , в особенности, при использовании синтетических протезов в позиции ниже уровня щели коленного сустава — ОШ 13 (95% ДИ 1,670–101,188),  $p=0,014$ , что подтверждается опубликованными ранее работами и является основанием к более широкому внедрению технически сложных методик бедренно-подколенного шунтирования, таких как использование вен рук и артериализованной большой подкожной вены.

Использование вен рук в данном исследовании так же продемонстрировало хорошие результаты, что сопоставимо с результатами зарубежных исследователей. Viroš E. И соавт. (2024) изучили результаты инфраингвинальных шунтирований с использованием вен рук в отсутствие подходящей БПВ в качестве ауто-трансплантата. Результаты приведенной

работы показали, что использование венозных ауто-трансплантатов руки при выполнении шунтирующих инфраингвинальных реконструкций является безопасным [8].

В литературе описываются разные способы для увеличения большой подкожной вены малого диаметра. Так, Maher Fattoum и соавт. (2016) описывали несколько подобных методик. Одна из них — выполнение вальвулотомии по ходу большой подкожной вены с последующим ожидаемым её расширением для использования в качестве аутологичного материала для бедренно-подколенного шунтирования. Подобная процедура проводилась изолированно, либо дополнялась вмешательствами на артериях притока с целью спасти конечность на время, которое потребуется для увеличения БПВ в размере, например, реканализацией поверхностной бедренной артерии. Далее, в случае достижения большой подкожной веной требуемого диаметра, отсутствия в ней тромбоза или посттромботических изменений, выполнялась непосредственно шунтирующая операция [9]. Тем не менее, методика имела и негативные стороны, в частности, в 24,0% случаев она не увенчалась успехом, так как регистрировалось отсутствие желаемого увеличения БПВ, ее дегенерация, либо тромбоз. В нашем исследовании отмечался высокий успех достижения БПВ требуемого диаметра при использовании методики артериализованной БПВ, а также удовлетворительная проходимость шунтов в послеоперационном периоде.

Выполнение шунтирования выше щели коленного сустава с использованием артериализованной аутовены (БПВ) сопровождалось повышением вероятности развития инфаркта миокарда в послеоперационном периоде — ОШ 1,535 (95% ДИ 1,198–1,966),  $p=0,001$ . Известно, что наличие артериовенозных фистул может сопровождаться существенным нарастанием преднагрузки на сердце и декомпенсацией кардиальной патологии [10]. Мы предполагаем, что повышение риска развития

ИМ в послеоперационном периоде могло быть связано с временным ростом преднагрузки на сердце при артериализации большой подкожной веной, необходимой по техническим аспектам выполнения операции, что в будущем требует пристального внимания, учитывая высокую распространенность поражения коронарных артерий как в целом у пациентов с атеросклерозом артерий нижних конечностей, так и в искомой подгруппе больных с артериализованной БПВ (гемодинамически незначимое поражение коронарных артерий по данным предоперационного обследования имелось у 58,8% пациентов, клиника стенокардии напряжения — у 11,8%).

Наличие ранее перенесенного ИМ (постинфарктного кардиосклероза) также было связано с повышенной вероятностью развития у пациентов ИМ в послеоперационном периоде — ОШ 5,778 (95% ДИ 1,168–28,582),  $p=0,032$ . При этом у больных с сопутствующей ХОБЛ вероятность развития ИМ в послеоперационном периоде была существенно ниже — ОШ 0,080 (95% ДИ 0,009–0,701),  $p=0,023$ . В настоящее время сложно достоверно интерпретировать полученный в отношении ХОБЛ результат. Несмотря на то, что в литературе преимущественно говорится о том, что у пациентов ХОБЛ риски ИМ повышены [11], можно предположить, что у ряда пациентов с длительным стажем ХОБЛ могло иметь место ремоделирование сердечно-сосудистой и респираторной систем, что делало пациентов устойчивыми к гипоксии; так же стоит учесть возможную эффективную терапию ХОБЛ у пациентов с верифицированным диагнозом.

**Ограничения исследования.** В данном исследовании ограничением выступила несопоставимость пациентов по стадии заболевания. Тем не менее, выполне-

ние одно- и многофакторного регрессионного анализа помогло достоверно определить вероятность наступления таких ключевых неблагоприятных исходов как необходимость выполнения ампутации и развитие летального исхода в послеоперационном периоде. Дополнительным ограничением исследования могло служить получение в рамках исследования информации о том, что у больных с сопутствующей ХОБЛ вероятность развития инфаркта миокарда в послеоперационном периоде была ниже; это могло быть связано с ограниченной выборкой пациентов и требует дальнейшего изучения.

### Заключение

Выполнение бедренно-подколенного шунтирования с использованием синтетических протезов в отсутствие подходящей большой подкожной вены характеризуется более чем 12-кратным повышением вероятности выполнения ампутации в послеоперационном периоде ( $p=0,006$ ), при использовании большой подкожной вены ниже щели коленного сустава — в 13 раз ( $p=0,014$ ). В отсутствие подходящей большой подкожной вены использование технически более сложных операций, таких как бедренно-подколенное шунтирование венами верхних конечностей или артериализованной большой подкожной веной малого размера, явилось более оптимальным в условиях реальной клинической практики в отношении риска ампутации. Выполнение бедренно-подколенного шунтирования артериализованной большой подкожной веной малого диаметра, в особенности у пациентов с ранее перенесенным инфарктом миокарда, требует пристального внимания ввиду повышенных рисков развития повторного инфаркта миокарда в послеоперационном периоде.

## Список литературы | References

1. Criqui MH, Matsushita K, Aboyans V, et al.; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Peripheral Vascular Disease; and Stroke Council. Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Contemporary Epidemiology, Management Gaps, and Future Directions: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;144(9):e171–e191. doi: 10.1161/cir.0000000000001005 EDN: BCIBAA Erratum in: *Circulation*. 2021;144(9):e193. doi: 10.1161/cir.0000000000001019 EDN: VLWWDW
2. McDermott MM, Applegate WB, Bonds DE, et al. Ankle brachial index values, leg symptoms, and functional performance among community-dwelling older men and women in the lifestyle interventions and independence for elders study. *J Am Heart Assoc*. 2013;2(6):e000257. doi: 10.1161/jaha.113.000257
3. Duff S, Mafilios MS, Bhounsule P, Hasegawa JT. The burden of critical limb ischemia: a review of recent literature. *Vasc Health Risk Manag*. 2019;15:187–208. doi: 10.2147/vhrm.s209241
4. Akchurin RS, Alekyan BG, Apkhanova TV, et al. *Natsional'n-yye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu zabolevaniy arteriy nizhnikh konechnostey*. Moscow; 2019. (In Russ.) EDN: LULSLW
5. Farber A, Menard MT, Conte MS, et al. Prosthetic conduits have worse outcomes compared with great saphenous vein conduits in femoropopliteal and infrapopliteal bypass in patients with chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg*. 2025;81(2):408–416.e2. doi: 10.1016/j.jvs.2024.09.016 EDN: DOJSEA
6. Kalinin RE, Suchkov IA, Mzhavanadze ND, et al. Von Willebrand factor in patients with peripheral artery disease who undergo invasive treatment. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2021;29(3):389–396. doi: 10.17816/PAVLOVJ79099 EDN: UMRKJB
7. Kalinin RE, Suchkov IA, Chobanyan AA, et al. Genetic predictors of an unfavorable course of obliterating atherosclerosis of lower limb arteries. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2021;29(2):251–256. doi: 10.17816/PAVLOVJ65383 EDN: EWELSM
8. Biroš E, Staffa R, Krejčí M, et al. Autologous Alternative Vein Grafts for Infringuinal Bypass in the Absence of Single-Segment Great Saphenous Vein: A Single-Center Study. *Ann Vasc Surg*. 2024;103:133–140. doi: 10.1016/j.avsg.2023.12.067 EDN: APJJB0
9. Fattoum M, Kennel S, Knez P, et al. Lower extremity arterial revascularization using conditioned small-diameter great saphenous vein. *J Vasc Surg*. 2016;64(3):819–823. doi: 10.1016/j.jvs.2016.06.004
10. Stern AB, Klemmer PJ. High-output heart failure secondary to arteriovenous fistula. *Hemodial Int*. 2011;15(1):104–107. doi: 10.1111/j.1542-4758.2010.00518.x
11. Sundh J, Ekström M, Blomberg A, et al. Prevalence of Myocardial Infarction With Obstructive and Non-Obstructive Coronary Arteries in a Middle-Aged Population With Chronic Airflow Limitation: A Cross-Sectional Study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2025;20:303–312. doi: 10.2147/copd.s477986 EDN: YFGQLD

## Дополнительная информация

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено этическим комитетом ГБУЗ “Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского” Министерства здравоохранения Краснодарского края (Протокол № 114 от 23.11.2022).

**Согласие на публикацию.** Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

**Источники финансирования.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда и ООО «МЕДИКА» в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/11.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании статьи авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рецензирование.** В рецензировании участвовали два рецензента и член редакционной коллегии издания.

**Ethics approval.** The study was approved from the Ethics Committee of the Scientific Research Institute — Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Protocol No. 114 of November 23, 2022).

**Consent for publication.** All participants of study voluntary signed an informed consent form before being included in the study.

**Funding sources.** The study was funded by the Kuban Science Foundation and MEDIKA LLC under scientific project No. MFB-P-20.1/11.

**Disclosure of interests.** The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

**Statement of originality.** The authors did not use previously published information (text, illustrations, data) when creating this work.

**Generative AI.** Generative AI technologies were not used for this article creation.

**Provenance and peer-review.** Two reviewers and a member of the editorial board participated in the review.

**Об авторах**

✉ **Закеряев Аслан Бубаевич**, врач сердечно-сосудистый хирург; ассистент кафедры ангиологии и сосудистой хирургии; адрес: Российская Федерация, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, д. 167; eLibrary SPIN: 6519-8918; ORCID: 0000-0002-4859-1888; e-mail: aslan.zakeryaev@gmail.com

**Виноградов Роман Александрович**, д-р мед. наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением сосудистой хирургии; профессор кафедры ангиологии и сосудистой хирургии; eLibrary SPIN: 7211-3229; ORCID: 0000-0001-9421-586X; e-mail: viromal@mail.ru

**Бахисhev Тарлан Энвербекович**, врач сердечно-сосудистый хирург; аспирант кафедры ангиологии и сосудистой хирургии; eLibrary SPIN: 9558-6940; ORCID: 0000-0003-4143-1491; e-mail: tarlan.bakhishev@yandex.ru

**Богдан Александр Петрович**, канд. мед. наук, доцент кафедры ангиологии и сосудистой хирургии; eLibrary SPIN: 2471-9592; ORCID: 0000-0002-1786-6906; e-mail: albo903@yandex.ru

**Бутаев Султан Расулович**, врач сердечно-сосудистый хирург; eLibrary SPIN: 3900-4985; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7386-5986>; e-mail: dr.sultan@inbox.ru

**Хангереев Герей Ахмедович**, врач сердечно-сосудистый хирург; eLibrary SPIN: 5864-1298; ORCID: 0000-0002-8667-2072; e-mail: han.gerey@mail.ru

**Барышев Александр Геннадьевич**, д-р мед. наук, врач-хирург; заведующий кафедрой хирургии № 1 факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов; eLibrary SPIN: 2924-1648; ORCID: 0000-0002-6735-3877; e-mail: a.baryshev@incloud.com

**Алексеенко Сергей Николаевич**, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой превентивной медицины и новых технологий здоровьесбережения, ректор; eLibrary SPIN: 4915-3187; ORCID: 0000-0002-7136-5571; e-mail: rector@ksma.ru

**Порханов Владимир Алексеевич**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, главный врач; заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов; eLibrary SPIN: 2446-5933; ORCID: 0000-0003-0572-1395; e-mail: kkb1@mail.ru

**Вклад авторов:**

Закеряев А.Б. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование.  
Виноградов Р.А. — концепция и дизайн исследования, редактирование.  
Бахисhev Т.Э. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование.  
Богдан А.П. — анализ материала, редактирование.  
Бутаев С.Р. — концепция и дизайн исследования, редактирование.  
Хангереев Г.А. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование.

**Authors' Info**

✉ **Aslan B. Zakeryaev**, Cardiovascular Surgeon, Assistant of the Department of Angiology and Vascular Surgery; address: 167 May 1 st, Krasnodar, Russian Federation, 350086; eLibrary SPIN: 6519-8918; ORCID: 0000-0002-4859-1888; e-mail: aslan.zakeryaev@gmail.com

**Roman A. Vinogradov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Cardiovascular Surgeon, Head of the Vascular Surgery Department; Professor of the Department of Angiology and Vascular Surgery; eLibrary SPIN: 7211-3229; ORCID: 0000-0001-9421-586X; e-mail: viromal@mail.ru

**Tarlan E. Bakhishev**, Cardiovascular Surgeon; Postgraduate Student of the Department of Angiology and Vascular Surgery; eLibrary SPIN: 9558-6940; ORCID: 0000-0003-4143-1491; e-mail: tarlan.bakhishev@yandex.ru

**Alexander P. Bogdan**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor of the Department of Angiology and Vascular Surgery; eLibrary SPIN: 2471-9592; ORCID: 0000-0002-1786-6906; e-mail: albo903@yandex.ru

**Sultan R. Butaev**, Cardiovascular Surgeon; eLibrary SPIN: 3900-4985; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7386-5986>; e-mail: dr.sultan@inbox.ru

**Gerey A. Khangereev**, Cardiovascular Surgeon of the Department of Cardiology and Cardiac Surgery; eLibrary SPIN: 5864-1298; ORCID: 0000-0002-8667-2072; e-mail: han.gerey@mail.ru

**Aleksandr G. Baryshev**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Surgeon; Head of the Department Surgery No. 1 of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists; eLibrary SPIN: 2924-1648; ORCID: 0000-0002-6735-3877; e-mail: a.baryshev@incloud.com

**Sergey N. Alekseenko**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Preventive Medicine and New Health-Preserving Technologies, Rector; eLibrary SPIN: 4915-3187; ORCID: 0000-0002-7136-5571; e-mail: rector@ksma.ru

**Vladimir A. Porkhanov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Chief Physician; Head of the Department of Oncology with a Course of Thoracic Surgery of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists; eLibrary SPIN: 2446-5933; ORCID: 0000-0003-0572-1395; e-mail: kkb1@mail.ru

**Participation of authors:**

Zakeryaev A.B. — acquisition and processing of data, statistical processing, writing the text, editing.  
Vinogradov R.A. — concept and design of the study, editing.  
Bakhishev T.E. — acquisition and processing of data, statistical processing, writing the text, editing.  
Bogdan A.P. — analysis of material, editing.  
Butaev S.R. — concept and design of the study, editing.  
Khangereev G.A. — acquisition and processing of data, statistical processing, writing the text, editing.  
Baryshev A.G. — analysis of material, editing.

Барышев А.Г. — анализ материала, редактирование.  
Алексеенко С.Н. — анализ материала, редактирование.  
Порханов В.А. — анализ материала, редактирование.  
Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Alekseenko S.N. — analysis of material, editing.  
Porkhanov V.A. — analysis of material, editing.  
All authors approved the manuscript (the publication version), and also agreed to be responsible for all aspects of the work, ensuring proper consideration and resolution of issues related to the accuracy and integrity of any part of it.