

УДК 616.13–089

DOI 10.17802/2306-1278-2026-15-3-42-51

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИЖИВЛЕНИЕ СВОБОДНЫХ МЫШЕЧНЫХ ЛОСКУТОВ ПРИ НЕПРЯМОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ

И.И. Калитко^{1,2}, А.Г. Файбушевич², И.М. Калитко¹, М.В. Черняев^{1,2}

¹ ООО «Клиника инновационной хирургии», ул. Победы, 2А, Клин, Московская область, Российская Федерация, 141613; ² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», ул. Миклухо-Маклая, 8, Москва, Российская Федерация, 117198

Основные положения

• При невозможности прямой (открытой или эндоваскулярной) реваскуляризации конечности при критической ишемии пациенты обречены на выполнение высокой ампутации конечности, приводящей к большому проценту послеоперационной инвалидизации и летальности; в качестве альтернативы большой ампутации у таких пациентов рассматриваются различные методы не прямой реваскуляризации, одним из которых является пересадка свободного лоскута в ишемизированную зону. Впоследствии лоскут встраивается в ишемизированный участок конечности, увеличивая его перфузию, что ведет к постепенному купированию критической ишемии. Однако несмотря на преимущества данного метода, он технически сложен, и, у части пациентов, заканчивается ранней периоперационной гибелью лоскута. В данной статье предпринята попытка проанализировать факторы, связанные с приживлением лоскута в раннем периоперационном периоде у пациентов с различной этиологией поражения артериального русла и предложить меры профилактики.

Цель	Проанализировать различные факторы, влияющие на приживление свободных лоскутов в раннем послеоперационном периоде. На основании анализа таких факторов, предложить методы профилактики ранней послеоперационной гибели лоскута, уточнить критерии отбора пациентов
Материалы и методы	Проведен ретроспективный анализ историй 39 пациентов (10 с облитерирующим тромбангиитом (болезнью Бюргера), 16 с сахарным диабетом, 13 с атеросклерозом), оперированных с 2016 по 2025 гг. которым была выполнена реваскуляризация нижних конечностей с использованием свободного мышечного лоскута (<i>gracilis</i> , <i>latissimus</i>). Оценивался возраст, лабораторные показатели (гемоглобин, белок, креатинин), наличие инфекции и спектр возбудителей, а также исходы в виде приживления или некроза лоскута.
Результаты	Общая частота приживления лоскутов составила 64,1% (у 25 из 39 пациентов). Лоскут чаще погибал у более возрастных пациентов ($66,8 \pm 13,4$ лет, $p = 0,0075$). У пациентов с сахарным диабетом чаще наблюдались некрозы лоскутов (62,5%), ассоциированные с раневой инфекцией или компрометацией сосудов лоскута. В группе болезни Бюргера частота приживления лоскута была максимальной (90%). Схожие возбудители раневой инфекции были у всех групп пациентов, корреляции конкретного возбудителя и гибели лоскута не выявлено. Также не найдено значимой связи лабораторных показателей и гибели лоскута.
Заключение	Необходимо дальнейшее исследование метода, в особенности у пациентов с сахарным диабетом. Вероятно, контроль уровня гликированного гемоглобина как долгосрочного маркера компенсации иммунной дисфункции раны и микроангиопатии у таких пациентов, а также выполнение им вмешательства отсрочено при достижении целевых значений, могло бы улучшить результаты у данной группы пациентов. Для повышения выживаемости лоскутов и успеха реваскуляризации необходим комплексный подход: отбор комплаентных пациентов, компенсация соматической патологии, агрессивная санация раневой инфекции.
Ключевые слова	Критическая ишемия • Дистальный тип артериального поражения • Свободный мышечный лоскут • Непрямая реваскуляризация • Гибель лоскута

Поступила в редакцию: 10.02.2026; поступила после доработки: 01.03.2026; принята к печати: 11.03.2026

Для корреспонденции: Илья Игоревич Калитко, ilya.kalitko@gmail.com; адрес: ул. Победы, 2А, Клин, Московская область, Российская Федерация, 141613

Corresponding author: Ilya I. Kalitko, ilya.kalitko@gmail.com; address: 2A Pobedy St., Klin, Moscow Region, Russian Federation, 141613

THE IMPACT OF VARIOUS FACTORS ON THE ENGRAFTMENT OF FREE MUSCLE FLAPS DURING INDIRECT REVASCULARIZATION OF THE LOWER LIMBS IN PATIENTS WITH CRITICAL LIMB ISCHEMIA

I.I. Kalitko^{1,2}, A.G. Faybushevich², I.M. Kalitko¹, M.V. Chernyaev^{1,2}

¹ LLC "Clinic of Innovation Surgery", 2A, Pobedy St., Klin, Moscow Region, Russian Federation, 141613;
² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 8, Mikluho-Maklaya St., Moscow, Russian Federation, 117198

Highlights

• When direct revascularization of the limb, either open or endovascular, is not feasible in patients with critical limb ischemia, these patients are often destined to undergo major limb amputation, which is associated with high rates of postoperative disability and mortality. Various indirect revascularization techniques have been proposed as alternatives to major amputation in this patient population, one of which is free flap transfer to the ischemic area. Subsequently, the flap becomes integrated into the ischemic tissues of the limb, enhancing local perfusion and thereby contributing to the gradual relief of critical ischemia. However, despite the advantages of this approach, the procedure is technically demanding and, in a subset of patients, is complicated by early perioperative flap loss. The present study attempts to analyze factors associated with early perioperative flap survival in patients with different etiologies of arterial disease and to propose preventive measures.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Aim To analyze various factors affecting the survival of free flaps in the early postoperative period. Based on the analysis of these factors, to propose methods for preventing early postoperative flap failure and to refine patient selection criteria.

Methods A retrospective analysis was performed of medical records from 39 patients (10 with thromboangiitis obliterans (Buerger's disease), 16 with diabetes mellitus, and 13 with atherosclerosis) operated between 2016 and 2025, who underwent lower limb revascularization using a free muscle flap (gracilis or latissimus dorsi). Age, laboratory parameters (Hb, protein, creatinine), presence of infection and spectrum of pathogens, as well as outcomes in terms of flap survival or necrosis were assessed.

Results The overall free muscle flap engraftment rate was 64.1% (25 out of 39 patients). Flaps failed more frequently in older patients (66.8 ± 13.4 years, $p = 0,0075$). In patients with diabetes mellitus, flap necrosis occurred more often (62.5%), mainly associated with wound infection or flap vessel compromise. In the Buerger's disease group, the engraftment rate was maximal (90%). Similar pathogens of wound infection were observed across all patient groups, with no correlation between specific pathogens and flap loss. No significant associations were found between laboratory parameters and flap failure.

Conclusion Further investigation of this technique is warranted, particularly in patients with diabetes mellitus. Monitoring glycated hemoglobin as a long-term marker of wound immune dysfunction and microangiopathy, and postponing surgery until target values are achieved, may improve outcomes in this patient group. To enhance flap survival and the success of revascularization, a comprehensive approach is required, including careful patient selection, optimization of comorbidities and aggressive management of wound infection.

Keywords Critical ischemia • Distal-type arterial lesions • Free muscle flap • Indirect revascularization • Flap failure

Received: 10.02.2026; received in revised form: 01.03.2026; accepted: 11.03.2026

Список сокращений

КИНК – критическая ишемия нижних конечностей УЗИ – ультразвуковое исследование

Введение

Более 200 миллионов людей во всем мире име-

ют заболевания артерий нижних конечностей, и в будущем, из-за гиподинамии, ожирения и увели-

чения распространенности сахарного диабета II типа заболеваемость существенно вырастет [1, 2]. Примерно у 11% таких пациентов высока вероятность возникновения критической ишемии нижних конечностей (КИНК) [3]. КИНК является тяжелой формой хронической артериальной недостаточности, проявляющейся в появлении постоянной боли покоя и в последующем гангрены конечности. В отсутствие лечения критическая ишемия приводит к большой ампутации конечности (голень или бедро) в течение года; летальность же после таких ампутаций составляет: для ампутации бедра – 25% в течение месяца и 40–50% в течение года, для ампутации голени соответственно 10% и 30%. [4–6].

По статистике встать на протез после перенесенной большой ампутации сможет лишь треть пациентов. Кроме повышения летальности, ампутации являются тяжелой ношей для экономики, так как в большинстве случаев человек становится инвалидом, перестает работать и требует значимых финансовых затрат со стороны государства и близких [7]. Для России проблема также является актуальной – ежегодно в РФ выполняется около 10 тысяч нетравматических ампутаций [8].

Несмотря на то, что согласно международным клиническим рекомендациям ключевым методом лечения пациентов с КИНК является прямая реваскуляризация (открытая или эндоваскулярная), у некоторых пациентов не представляется возможным её выполнить в виду отсутствия дистального артериального русла. В англоязычной литературе для описания такой ситуации используется термин «no-option» [9].

Академик А. В. Покровский считает, что у тех пациентов с критической ишемией, которым невозможно выполнить прямую реваскуляризацию, исключительно консервативные мероприятия эффективны лишь в 15–20 % случаев [10]. У таких пациентов методы непрямой реваскуляризации служат приемлемой альтернативой ампутации, сопровождающейся инвалидизацией и высокой периоперационной летальностью [11–13]. Одним из таких методов является реваскуляризация путем пересадки свободного лоскута [14, 15].

При пересадке лоскута пациентам с травматическими повреждениями технический успех операции превышает 90%, однако подобных публикаций мало для случаев пересадки лоскутов пациентам с КИНК [16]. Также малоизучены факторы, влияющие на гибель лоскута у отдельных когорт пациентов: с атеросклерозом артерий нижних конечностей, сахарным диабетом, болезнью Бюргера. Не определены критерии отбора пациентов на оперативное лечение данным методом. Данное исследование является попыткой обозначить такие факторы, основываясь на нашем опыте реваскуляризации данным методом, понять причину ранней

послеоперационной гибели лоскута и предложить пути его профилактики. Оценка показателей спасения конечности у пациентов с КИНК «no-option» и успешно выполненной пересадкой лоскута является целью другой статьи.

Цели исследования:

1) Проанализировать различные факторы, влияющие на приживление свободных лоскутов в раннем послеоперационном периоде;

2) На основании анализа таких факторов, предложить методы профилактики ранней послеоперационной гибели лоскута, уточнить критерии отбора пациентов.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ историй 39 пациентов (10 с болезнью Бюргера, 16 с сахарным диабетом, 13 с атеросклерозом), оперированных с 2016 по 2025 гг. на базе отделения сосудистой хирургии ООО «Клиника инновационной хирургии», которым была выполнена реваскуляризация нижних конечностей с использованием свободного мышечного лоскута. Оценивалась связь этиологии поражения и отдельных параметров, таких как возраст, лабораторные показатели, инфекция с исходами; для отдельных пациентов выделялись факторы, по нашему мнению, лежащие в основе гибели лоскута. Основными исходами считались приживление или некроз лоскута, оценивалось через какое время после операции лоскут погибал, и вероятная причина. После оперативного лечения большая часть пациентов приходила на контрольные осмотры, отдельные пациенты опрашивались по телефону, присылали фотографии ран. Пациенты подписали информированное согласие. Фотографии ран и конечностей опубликованы с разрешения пациентов.

Отбор пациентов и предоперационная подготовка

Отбор пациентов для лечения происходил следующим образом: пациенты с критической ишемией и отсутствием проходимых и пригодных для прямой реконструкции магистральных артерий голени и стопы (отсутствие дистального русла), пациенты с высоким периферическим сосудистым сопротивлением после предшествующего шунтирования по данным ультразвукового исследования (УЗИ) или ангиографии или пациенты с ранее выполненной проксимальной реваскуляризацией и недостаточной компенсацией кровотока в дистальных сегментах конечности. Наличие большой потери ткани после некрэктомии, обнаженных костей или сухожилий также у части пациентов с критической ишемией также трактовалось в пользу пересадки лоскута.

Для пересадки использовались два основных

типа мышечного лоскута: тонкая мышца бедра (*musculus gracilis*) и широчайшая мышца спины (*musculus latissimus dorsi*). Конкретный тип лоскута выбирался исходя из анатомии, диаметра сосудов лоскута, степени их сохранности и пригодности для формирования анастомозов (по данным КТ-ангиографии и УЗИ, а также площади раневого дефекта).

Предоперационная подготовка раны проводилась по схеме – перевязка растворами перекиси водорода 3%, 0,05% хлоргексидина биглюконата, повидон-йода (1–10% в зависимости от реакции возбудителя на перевязки), в случае чувствительности микрофлоры раны к антибиотикам, назначалась антибиотикотерапия по посеву. Перед пересадкой лоскута в случае необходимости выполнялась некрэктомия.

При поступлении был выполнен стандартный комплекс лабораторных исследований. Ключевые показатели, взаимосвязь которых с приживлением лоскута мы ожидали увидеть, указаны в *таблице*.

Методика оперативного вмешательства

При наличии сильно измененных кальцинозом или васкулитом артериях стопы или голени, а также непригодных для анастомоза вен, предварительно делалась аутовенозная вставка в более приемлемый проксимальный сегмент артериального или венозного русла. Лоскут выделялся после предварительной разметки под УЗИ-контролем. С целью минимизировать время ишемии лоскута, ножка лоскута отсекалась лишь после выделения пригодных для анастомозирования сосудов нижней конечности и подготовки реципиентного ложа. С целью создания прецизионных анастомозов, последние формировались под микроскопом с увеличением $\times 10-20$. Первым формировался венозный анастомоз, чаще конец в конец, затем анастомоз артерии лоскута конец в бок пригодной принимающей артерии, желательнее с магистральным типом кровотока, по данным УЗИ. При сомнениях в адекватном венозном оттоке накладывались 2 венозных анастомоза. После пуска кровотока в лоскут, по УЗИ в нем оце-

нивался артериальный приток и венозный отток, в случае каких-либо проблем в анастомозах, выполнялась их коррекция. Моделирование и фиксация лоскута к реципиентному ложу редкими швами, гемостаз выполнялись последними. На рис. 1 изображены основные этапы лечения таких пациентов.

Статистическая обработка

Количественные переменные описывались как среднее значение (M) и стандартное отклонение (SD), при условии соответствия нормальному распределению. Нормальность распределения проверялась визуально (гистограммы, Q–Q plot) и с использованием критерия Шапиро–Уилка. Для категориальных переменных использовались абсолютные значения и проценты.

Для сравнения возраста между пациентами с



Рисунок 1. Пересадка лоскута у пациента с сахарным диабетом: 1 – рана при поступлении, 2 – рана после некрэктомии, 3 – стопа после пересадки лоскута *m. gracilis* и аутодермопластики, 4 – стопа через 1,5 года (полное встраивание и эпителизация)

Figure 1. Flap transplantation in a patient with diabetes mellitus: 1 – wound at admission, 2 – wound after necrectomy, 3 – foot after *m. gracilis* flap transplantation and autoderma grafting, 4 – foot after 1.5 years (complete integration and epithelialization)

Средние возраст и показатели гомеостаза пациентов
The mean age and homeostasis parameters of the patients

Группа пациентов / Patient group	Возраст (лет) / Age (years)	Исходный белок (г/л) / Baseline total protein (g/L)	Исходный креатинин (мкмоль/л) / Baseline creatinine ($\mu\text{mol/L}$)	Исходный гемоглобин (г/л) / Baseline hemoglobin (g/L)
Сахарный диабет II типа / Type 2 diabetes mellitus (n = 16)	64,7 \pm 10,3	66,8 \pm 10,6	132,0 \pm 139,5*	105,7 \pm 9,4
Атеросклероз / Atherosclerosis (n = 13)	62,6 \pm 10,8	67,3 \pm 6,4	86,3 \pm 24,5	121,4 \pm 20,0
Болезнь Бюргера / Buerger's disease (n = 10)	44,2 \pm 10,2	69,2 \pm 6,0 г/л	84,9 \pm 10,4	122,0 \pm 27,8

Примечание: характеристика пациентов и средние значения показателей (M \pm SD) – среднее значение и стандартное отклонение. * «У одного пациента с ХБП на гемодиализе уровень креатинина составил 440 мкмоль/л, что существенно увеличивает стандартное отклонение в группе».

Note: characteristics of patients and mean values of indicators (M \pm SD) – mean value and standard deviation. * “In one patient with chronic kidney disease on hemodialysis, the creatinine level was 440 $\mu\text{mol/L}$, which significantly increased the standard deviation in the group”.

успешной пересадкой лоскута ($n = 25$, $M = 54,3 \pm 11,3$ лет) и пациентами с гибелью лоскута ($n = 14$, $M = 66,8 \pm 13,4$ лет) был применён t-тест Уэлча. Разница оказалась статистически значимой: $t = -2,94$; $df = 23$; $p = 0,0075$.

Для множественного сравнения возраста между несколькими подгруппами (пациенты с атеросклерозом, сахарным диабетом и болезнью Бюргера, дополнительно разделённые по исходу пересадки – успех или гибель) использовался непараметрический критерий Краскела–Уоллиса (Kruskal–Wallis H-test).

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным $p = 0,05$. Все достигнутые уровни значимости указывались в тексте как фактические значения (например, $p = 0,0075$).

Результаты

Общий показатель приживления лоскутов составил 64,1% (у 25 из 39 пациентов). Найдена значимая связь старшего возраста и негативного исхода $54,3 \pm 11,3$ лет для группы приживления ($n = 25$) vs $66,8 \pm 13,4$ лет ($n = 14$) для группы гибели лоскута ($p = 0,0075$) по Т-тесту Уэлча. Значимых связей перечисленных выше лабораторных показателей с приживлением лоскута не выявлено, но имеется некоторая корреляция приживления лоскута с нормальным исходным уровнем белка. При подготовке исследования ожидалось, что у пациентов с сахарным диабетом при общей тенденции к колонизации ран нозокомиальной флорой, последняя будет значимо влиять на результаты, однако бактериальная флора во всех трех группах была схожа, и какой-либо значимой связи конкретных возбудителей, в том числе полирезистентных к антибиотикотерапии с гибелью лоскута не выявлено. Самыми часто встречаемыми возбудителями у всех групп пациентов в ранах были – *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Анализ неудач при пересадке лоскута у разных групп пациентов

На рис. 2 изображены причины ранней послеоперационной гибели лоскута у пациентов с разной этиологией поражения дистального артериального русла.

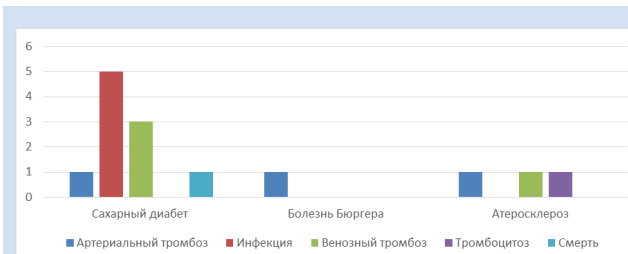


Рисунок 2. Причины гибели лоскута
Figure 2. Causes of flap loss

Болезнь Бюргера

Пересадка лоскута пациентам с болезнью Бюргера оказалась наиболее успешной с процентом приживления лоскута в 90% (у 9 из 10 пациентов). Средний возраст 10 пациентов составил $44,2 \pm 10,2$ лет. Среднее время купирования болевого синдрома составило 1,5 месяца. Одному пациенту, мужчине 53 лет, была выполнена последовательная пересадка двух лоскутов: передне-бокового лоскута бедра на правую стопу и, через 3 года, *m. gracilis* на левую стопу – ишемия была полностью купирована.

У остальных пациентов данной категории были либо пересажены лоскуты с анастомозами артерии лоскута и наименее пораженных проксимальных отделов артерий голени, либо анастомозом с аутовенозным шунтом. Вероятно, свой вклад в более позитивные исходы внесло сохранное соматическое состояние пациентов данной группы и низкий средний возраст по сравнению с другими группами пациентов.

Рассмотрим поподробней неудачный случай.

У пациента, мужчины 37 лет в анамнезе имелось множество сосудистых реконструкций с использованием аутовенозных шунтов и забором аутовен с ног и рук, а также ампутация левой нижней конечности. На момент госпитализации беспокоили боли покоя в правой голени и стопе. Из артериального русла на правой ноге были лишь общая бедренная и глубокая бедренная артерии, а также тыльная артерия стопы, остальные артерии были окклюзированы. В связи с недостатком аутовен было выполнено бедренно-тыльно-стопное комбинированное шунтирование с использованием аллопротеза Экофлон 6 мм и в дистальной части участка *venaе cephalica* и баллонная ангиопластика субокклюзированной тыльной артерии стопы. Далее был выполнен забор лоскута *m. gracilis*, сформированы анастомозы вены лоскута с задней большеберцовой веной конец в конец, артерии лоскута с аутовенозной частью шунта конец в бок. После оперативного лечения кровообращение было компенсировано, болевой синдром купирован. Спустя месяц после выписки на контрольном осмотре был выявлен тромбоз комбинированного шунта и гибель лоскута с возникновением болей при ходьбе до 20–30 м. Мы связываем гибель лоскута с нерегулярностью приема антиагрегантной терапии (в анамнезе у данного пациента были такие эпизоды) и самим комбинированным строением шунта.

Атеросклероз артерий нижних конечностей

Средний возраст пациентов с атеросклерозом артерий нижних конечностей и, соответственно, их коморбидность было гораздо выше первой группы пациентов ($62,6 \pm 10,8$ лет, $n = 13$). Лоскуты выжили у 10 из 13 пациентов (76,9%).

У двух из трех пациентов причинами гибели

лоскута являлись технические проблемы. Первому пациенту, мужчине 69 лет, был пересажен лоскут *m. gracilis* с анастомозом артерии лоскута и глубокобедренно-переднетибиаляного шунта конец в бок, в шунте имелся неустраненный стеноз проксимальной части шунта, который было решено устранять позже, из-за продолжительности операции. На следующий день произошла окклюзия шунта, лоскут погиб, впоследствии пациенту была выполнена ампутация голени.

У второго пациента, мужчины 89 лет на вторые сутки после пересадки торакодорзального лоскута случился тромбоз вены лоскута при функционирующей артерии, вследствие чего возник цианоз и некроз лоскута.

У третьей пациентки, женщины 54 лет, также возник тромбоз сосудов лоскута на следующий день, однако мы связываем это с наличием у нее тромбоцитоза более $2000 \times 10^9/\text{л}$. Была предпринята повторная попытка пересадки лоскута, однако она также привела к гибели лоскута.

Еще у одного пациента, мужчины 66 лет, имелся парциальный некроз торакодорзального лоскута, пересаженного на рану пяточной области, вследствие давления, но лоскут прижился, а оставшаяся рана загранулировалась.

Сахарный диабет 2 типа

Пациенты с сахарным диабетом оказались в среднем самыми возрастными, средний возраст 16 больных составил $64,7 \pm 10,3$ лет. Лоскут прижился лишь у 37,5% пациентов (у 6 из 16). У части пациентов данной группы отмечен такой феномен как функционирование сосудов лоскута по данным УЗИ и пульсация артерии лоскута, при его влажном некрозе, что скорее всего свидетельствует об инфекционной причине гибели лоскута (рис. 3).

Основными причинами гибели лоскута у пациентов с сахарным диабетом мы считаем следующие:



Рисунок 3. Некроз лоскута *m. latissimus dorsi* пересаженного в рану пяточной области из-за инфекции (при этом по данным УЗИ сосуды лоскута проходимы, артерия пульсирует)
Figure 3. Necrosis of the *m. latissimus dorsi* flap transplanted to a heel wound due to infection (according to ultrasound, the flap vessels are patent, and the artery is pulsating)

1) прогрессирование инфекции вследствие раневой иммунной дисфункции с первичной гибелью лоскута при проходимых сосудах – 5 пациентов;

2) тромбоз вены лоскута (отчасти вероятно также инфекционной природы) – 3 пациента;

3) артериальный тромбоз (кальциноз артерии лоскута с формированием некачественного микроанастомоза с реципиентной артерией и последующим тромбозом – 1 пациент;

4) смерть пациента от сопутствующих осложнений (острая почечная недостаточность) – 1 пациент.

На рис. 4 показано время гибели лоскута в ближайшем послеоперационном периоде согласно полученным нами данным.

Из этого следует, что самым критичным периодом для выживания лоскута являются 1–10 сутки, когда проявляется большая часть технических или инфекционных проблем. Лоскут же переживший период в три месяца, как правило, полностью встраивается в реципиентное ложе и сосудистую сеть конечности, и в дальнейшем ему ничего не угрожает – пациенты и дальше ходят на своих ногах в течение многих лет (рис. 5).

Обсуждение

Мы оцениваем общий показатель раннего послеоперационного приживления лоскута в 64,1% как удовлетворительный, так как пересадка лоску-

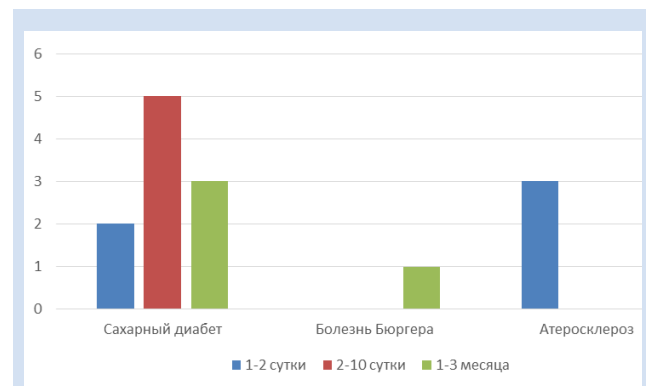


Рисунок 4. Время гибели лоскута
Figure 4. Time of flap loss

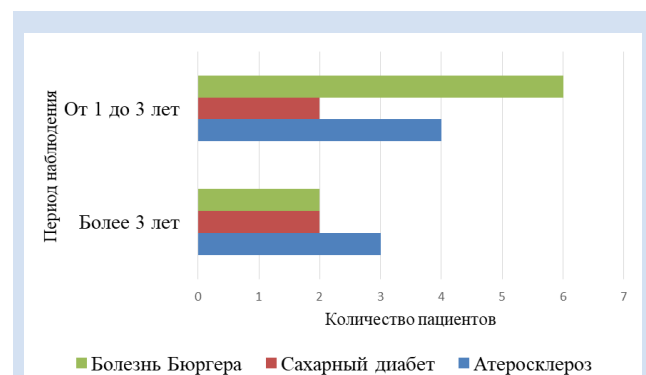


Рисунок 5. Период наблюдения за пациентами после успешной пересадки лоскута
Figure 5. Follow-up period of patients after successful flap transplantation

та выполнялась всем пациентам, приговоренным к большой ампутации из-за невозможности выполнения какой-либо прямой реваскуляризации, невзирая на этиологию поражения дистального артериального русла или тяжесть их коморбидной патологии.

Статистически значимая связь старшего возраста и ранней послеоперационной гибели лоскута ($54,3 \pm 11,3$ лет для группы приживления ($n = 25$) vs $66,8 \pm 13,4$ лет ($n = 14$) для группы гибели лоскута ($p = 0,0075$) позволяет предложить возраст в 60–65 лет как пороговый для отбора пациентов на реваскуляризацию таким методом в большинстве случаев.

На наш взгляд, основными причинами потери технически корректно пересаженных лоскутов являются:

- иммунная дисфункция в ране, приводящая у пациентов с нефропатией или декомпенсированным диабетом к прогрессированию инфекции под лоскутом и его гибели, особенно учитывая то, что лоскут препятствует адекватному дренажу экссудата у таких пациентов [17];

- выраженный кальциноз артерии притока или лоскута, флебит вены оттока что приводит к гемодинамическим сдвигам в анастомозах и формированию тромбоцитарных агрегатов с последующим тромбозом сосудов лоскута;

- отсутствие аутоген при необходимости ультрадистального шунтирования и использование синтетических протезов;

- некомплаентность пациентов, сдавливание лоскута, пропуск приема антиагрегантных и антикоагулянтных препаратов, продолжение курения;

- индивидуальные аномалии пациентов (тромбоцитоз, тромбофилия, наличие новообразований и др.);

- общая суб- или декомпенсация организма пациента, тяжелая коморбидность, препятствующая адекватной дистальной перфузии или репарации.

Основываясь на своем опыте подобных вмешательств, мы предлагаем следующие меры профилактики:

- 1) отбор адекватных и комплаентных пациентов с компенсированными сопутствующими заболеваниями;

- 2) тщательное санирование и подготовка раны перед пересадкой лоскута;

- 3) разметка сосудов конкретного типа лоскута и его отбраковывание в пользу другого вида лоскута в случае их компроментации;

- 4) на наш взгляд при декомпенсированном сахарном диабете стоит отложить пересадку лоскута

и направить усилия на долгосрочную компенсацию сахарного диабета в рамках предоперационной подготовки, так как хроническая гипергликемия имеет прямую связь не только с выраженностью раневой инфекции, но и в целом с раневой патологией. В качестве интересного маркера долгосрочной компенсации выступает гликированный гемоглобин, но требуются дальнейшие исследования для оценки его применимости [18, 19].

Заключение

Пересадка лоскута пациентам с КИНК в основном является операцией «последнего шанса», используемой для непрямой реваскуляризации при полном отсутствии или компретации дистального артериального русла, разгрузки зоны реконструкции при плохом оттоке, а также сопутствующей пластики раневых дефектов после некрэктомии. Данные операции сами по себе являются технически сложными, а высокая коморбидность пациентов с критической ишемией вносит свой отрицательный вклад в статистику успеха таких вмешательств. В силу перечисленных выше особенностей, такие операции выполняются достаточно редко отдельными командами энтузиастов, поэтому требуется дальнейшее изучение метода. В данном исследовании найдена статистически значимая отрицательная корреляция старшего возраста пациентов и выживания лоскута, предложен порог возраста для отбора пациентов (до 60–65 лет), отмечена тенденция к повышению процента гибели лоскута из-за инфекции у пациентов с сахарным диабетом, а также предложены методы, способные, на наш взгляд, улучшить результаты таких вмешательств.

В заключение стоит отметить, что успешная пересадка лоскута (с выживанием последнего в течение месяца и более) позволила спасти конечность в течение года и более у 83,3% (20 из 24) бесперспективных в плане реваскуляризации пациентов с критической ишемией. Общий показатель спасения конечности у всех оперированных данным методом пациентов составил 52,6 % (20 из 39).

Конфликт интересов

И.И. Калитко заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Г. Файбушевич заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.М. Калитко заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.В. Черняев заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Калитко Илья Игоревич, врач – сердечно-сосудистый хирург ООО «Клиника инновационной хирургии», Клин,

Author Information Form

Kalitko Ilya I., Cardiovascular Surgeon, “Clinic of Innovation Surgery” LLC, Klin, Moscow Region, Russian

Московская область, Российская Федерация; аспирант кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9682-7736

Файбушевич Александр Георгиевич, кандидат медицинских наук, доцент заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом детской хирургии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7998-3051

Калитко Игорь Михайлович, кандидат медицинских наук ведущий сердечно-сосудистый хирург ООО «Клиника инновационной хирургии», Клин, Московская область, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1698-2999

Черняев Михаил Викторович, кандидат медицинских наук эндоваскулярный хирург ООО «Клиника инновационной хирургии», Клин, Московская область, Российская Федерация; доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4925-7475

Голухова Елена Зеликовна, доктор медицинских наук профессор академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, директор ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-6252-0322

Federation; Postgraduate Student, Department of Hospital Surgery with the Course of Pediatric Surgery, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9682-7736

Faybushevich Alexander G., PhD, Associate Professor, Head of the Department of Hospital Surgery with the Course of Pediatric Surgery, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7998-3051

Kalitko Igor M., PhD, Leading Cardiovascular Surgeon, "Clinic of Innovation Surgery" LLC, Klin, Moscow Region, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1698-2999

Chernyaev Mikhail V., PhD, Endovascular Surgeon, "Clinic of Innovation Surgery" LLC, Klin, Moscow Region, Russian Federation; Associate Professor, Department of Hospital Surgery with the Course of Pediatric Surgery, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4925-7475

Golukhova Elena Z., Academician of the RAS, PhD, MD, Professor, Honored Scientist of the RF, Director, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6252-0322

Вклад авторов в статью

КIII – вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ФАГ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

КИМ – вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ЧМВ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГЕЗ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

KII – contribution to the concept and design of the study, data analysis, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

FAG – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

KIM – contribution to the concept and design of the study, data analysis, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ChMV – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

GEZ – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Song P., Rudan D., Zhu Y., Fowkes F.J.I., Rahimi K., Fowkes F.G.R., et al. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *Lancet Glob. Health.* 2019;7:e1020–e1030. DOI: 10.1016/S2214-109X(19)30255-4.
2. Fowkes F.G., Rudan D., Rudan I., Aboyans V., Denenberg J.O., McDermott M.M., Norman P.E., Sampson U.K., Williams L.J., Mensah G.A., Criqui M.H. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet.* 2013;382:1329–1340. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61249-0.
3. Nehler M.R., Duval S., Diao L., Annex B.H., Hiatt

W.R., Rogers K., Zakharyan A., Hirsch A.T. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia in an insured national population. *J. Vasc. Surg.* 2014;60:686–695.e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.03.290.

4. Levin S.R., Arinze N., Siracuse J.J. Lower extremity critical limb ischemia: a review of clinical features and management. *Trends Cardiovasc. Med.* 2020;30:125–130.

5. Suckow B.D., Goodney P.P., Nolan B.W., Veeraswamy R.K., Gallagher P., Cronenwett J.L., Kraiss L.W. Domains that determine quality of life in vascular amputees. *Ann. Vasc. Surg.* 2015;29:722–730. DOI: 10.1016/j.avsg.2014.12.005.

6. Brix A.T.H., Rubin K.H., Nymark T., Schmal H., Lindberg-Larsen M. Mortality after major lower extremity amputation and association with index level: a cohort study based on 11,205 first-time amputations from nationwide Danish databases. *Acta Orthop.* 2024;95:358–363. DOI: 10.2340/17453674.2024.40996.

7. Yost M.L. Cost-benefit analysis of critical limb ischemia in the era of the Affordable Care Act. *Endovasc. Today.* 2014;(5):29–36.

Mustapha J.A., Katzen B.T., Neville R.F., Lookstein R.A., Zeller T., Miller L.E., Jaff M.R. Determinants of long-term outcomes and costs in the management of critical limb ischemia: a population-based cohort study. *J. Am. Heart Assoc.* 2018;7:e009724. DOI: 10.1161/JAHA.118.009724.

8. Яровенко А.М., Ступак В.С., Люцко В.В., Кораблев В.Н., Димова О.А. и др. Ампутиации нижних конечностей при синдроме диабетической стопы: вопросы организации раннего выявления и профилактики осложнений (обзор литературы). *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики.* 2024;1:1115–1134. DOI: 10.24412/2312-2935-2024-1-1115-1134.

Yarovenko A.M., Stupak V.S., Liutsko V.V., Korablev V.N., Dimova O.A. Lower limb amputations in diabetic foot syndrome: issues of organisation of early detection and prevention of complications (literature review). *Sovrem. Probl. Zdravookhr. Med. Stat.* 2024;1:1115–1134. DOI: 10.24412/2312-2935-2024-1-1115-1134.

9. Conte, M. S., Bradbury, A. W., Kolh, P., White, J. V., Dick, F., Fitridge, R., et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019;58(6S):S1-S109. doi:10.1016/j.jvs.2019.02.016

10. Покровский А. В. Клиническая ангиология. Руководство для врачей под редакцией академика РАМН А. В. Покровского. Москва: Медицина, 2004. Т.1; 217

Pokrovskij A. V. Klinicheskaya angiologiya. Rukovodstvo

dlya vrachei pod redakciej akademika RAMN A. V. Pokrovskogo. Moscow: Medicina, 2004. V.1; 217 (In Russian)

11. Klaphake, S., de Leur, K., Mulder, P. G., Ho, G. H., de Groot, H. G., Veen, E. J., et al. Mortality after major amputation in elderly patients with critical limb ischemia. *Clin Interv Aging.* 2017;12:1985-1992. doi:10.2147/CIA.S137570

12. Thorud, J. C., Plemmons, B., Buckley, C. J., Shibuya, N., Jupiter, D. C. Mortality after nontraumatic major amputation among patients with diabetes and peripheral vascular disease: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(3):591-599. doi:10.1053/j.jfas.2016.01.012

13. Beeson, S. A., Neubauer, D., Calvo, R., Sise, M., Martin, M., Kauvar, D. S., et al. Analysis of 5-year mortality following lower extremity amputation due to vascular disease. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2023;11(1):e4727. doi:10.1097/GOX.0000000000004727

14. Pevec, W. C., Ndoye, A., Brinsky, J. L., Wiltse, S., Cheung, A. T. New blood vessels can be induced to invade ischemic skeletal muscle. *J Vasc Surg.* 1996;24(4):534-544. doi:10.1016/S0741-5214(96)70055-0

15. Meyer, A., Goller, K., Horch, R. E., Beier, J. P., Taeger, C. D., Arkudas, A., et al. Results of combined vascular reconstruction and free flap transfer for limb salvage in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg.* 2015;61(5):1239-1248. doi:10.1016/j.jvs.2014.11.079

16. Xiong, L., Gazyakan, E., Kremer, T., Hernekamp, F. J., Harhaus, L., Saint-Cyr, M., et al. Free flaps for reconstruction of soft tissue defects in lower extremity: a meta-analysis on microsurgical outcome and safety. *Microsurgery.* 2016;36(6):511-524. doi:10.1002/micr.30020

17. Burgess, J. L., Wyant, W. A., Abdo Abujamra, B., Kirsner, R. S., Jozic, I. Diabetic wound-healing science. *Medicina.* 2021;57(10):1072. doi:10.3390/medicina57101072

18. Jupiter DC, Humphers JM, Shibuya N. Trends in postoperative infection rates and their relationship to glycosylated hemoglobin levels in diabetic patients undergoing foot and ankle surgery. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(3):307-311. doi:10.1053/j.jfas.2013.10.003

19. Wong, J. K. L., Ke, Y., Ong, Y. J., Li, H., Wong, T. H., Abdullah, H. R. The impact of preoperative glycated hemoglobin (HbA1c) on postoperative complications after elective major abdominal surgery: a meta-analysis. *Korean J Anesthesiol.* 2022;75(1):47-60. doi:10.4097/kja.21295

REFERENCES

1. Song P., Rudan D., Zhu Y., Fowkes F.J.I., Rahimi K., Fowkes F.G.R., et al. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *Lancet Glob. Health.* 2019;7:e1020–e1030. DOI: 10.1016/S2214-109X(19)30255-4.

2. Fowkes F.G., Rudan D., Rudan I., Aboyans V., Denenberg J.O., McDermott M.M., Norman P.E., Sampson U.K., Williams L.J., Mensah G.A., Criqui M.H. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet.* 2013;382:1329–1340. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61249-0.

3. Nehler M.R., Duval S., Diao L., Annex B.H., Hiatt W.R., Rogers K., Zakharyan A., Hirsch A.T. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia in an insured national population. *J. Vasc. Surg.* 2014;60:686–695.e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.03.290.

4. Levin S.R., Arinze N., Siracuse J.J. Lower extremity critical limb ischemia: a review of clinical features and management. *Trends Cardiovasc. Med.* 2020;30:125–130.

5. Suckow B.D., Goodney P.P., Nolan B.W., Veeraswamy R.K., Gallagher P., Cronenwett J.L., Kraiss L.W. Domains that

determine quality of life in vascular amputees. *Ann. Vasc. Surg.* 2015;29:722–730. DOI: 10.1016/j.avsg.2014.12.005.

6. Brix A.T.H., Rubin K.H., Nymark T., Schmal H., Lindberg-Larsen M. Mortality after major lower extremity amputation and association with index level: a cohort study based on 11,205 first-time amputations from nationwide Danish databases. *Acta Orthop.* 2024;95:358–363. DOI: 10.2340/17453674.2024.40996.

7. Yost M.L. Cost-benefit analysis of critical limb ischemia in the era of the Affordable Care Act. *Endovasc. Today.* 2014;(5):29–36.

Mustapha J.A., Katzen B.T., Neville R.F., Lookstein R.A., Zeller T., Miller L.E., Jaff M.R. Determinants of long-term outcomes and costs in the management of critical limb ischemia: a population-based cohort study. *J. Am. Heart Assoc.* 2018;7:e009724. DOI: 10.1161/JAHA.118.009724.

8. Яровенко А.М., Ступак В.С., Люцко В.В., Кораблев В.Н., Димова О.А. и др. Ампутиации нижних конечностей при синдроме диабетической стопы: вопросы организации раннего выявления и профилактики осложнений (обзор литературы). *Современные проблемы здравоохранения*

ния и медицинской статистики. 2024;1:1115–1134. DOI: 10.24412/2312-2935-2024-1-1115-1134.

Yarovenko A.M., Stupak V.S., Liutsko V.V., Korablev V.N., Dimova O.A. Lower limb amputations in diabetic foot syndrome: issues of organisation of early detection and prevention of complications (literature review). *Sovrem. Probl. Zdravookhr. Med. Stat.* 2024;1:1115–1134. DOI: 10.24412/2312-2935-2024-1-1115-1134.

9. Conte, M. S., Bradbury, A. W., Kolh, P., White, J. V., Dick, F., Fitridge, R., et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019;58(6S):S1-S109. doi:10.1016/j.jvs.2019.02.016

10. Покровский А. В. Клиническая ангиология. Руководство для врачей под редакцией академика РАМН А. В. Покровского. Москва: Медицина, 2004. Т.1; 217

Pokrovskij A. V. Klinicheskaya angiologiya. Rukovodstvo dlya vrachei pod redakciej akademika RAMN A. V. Pokrovskogo. Moscow: Medicina, 2004. V.1; 217 (In Russian)

11. Klaphake, S., de Leur, K., Mulder, P. G., Ho, G. H., de Groot, H. G., Veen, E. J., et al. Mortality after major amputation in elderly patients with critical limb ischemia. *Clin Interv Aging.* 2017;12:1985-1992. doi:10.2147/CIA.S137570

12. Thorud, J. C., Plemmons, B., Buckley, C. J., Shibuya, N., Jupiter, D. C. Mortality after nontraumatic major amputation among patients with diabetes and peripheral vascular disease: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(3):591-599. doi:10.1053/j.jfas.2016.01.012

13. Beeson, S. A., Neubauer, D., Calvo, R., Sise, M., Martin, M., Kauvar, D. S., et al. Analysis of 5-year mortality following lower extremity amputation due to vascular disease. *Plast*

Reconstr Surg Glob Open. 2023;11(1):e4727. doi:10.1097/GOX.0000000000004727

14. Pevec, W. C., Ndoye, A., Brinsky, J. L., Wiltse, S., Cheung, A. T. New blood vessels can be induced to invade ischemic skeletal muscle. *J Vasc Surg.* 1996;24(4):534-544. doi:10.1016/S0741-5214(96)70055-0

15. Meyer, A., Goller, K., Horch, R. E., Beier, J. P., Taeger, C. D., Arkudas, A., et al. Results of combined vascular reconstruction and free flap transfer for limb salvage in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg.* 2015;61(5):1239-1248. doi:10.1016/j.jvs.2014.11.079

16. Xiong, L., Gazyakan, E., Kremer, T., Hernekamp, F. J., Harhaus, L., Saint-Cyr, M., et al. Free flaps for reconstruction of soft tissue defects in lower extremity: a meta-analysis on microsurgical outcome and safety. *Microsurgery.* 2016;36(6):511-524. doi:10.1002/micr.30020

17. Burgess, J. L., Wyant, W. A., Abdo Abujamra, B., Kirsner, R. S., Jozic, I. Diabetic wound-healing science. *Medicina.* 2021;57(10):1072. doi:10.3390/medicina57101072

18. Jupiter DC, Humphers JM, Shibuya N. Trends in postoperative infection rates and their relationship to glycosylated hemoglobin levels in diabetic patients undergoing foot and ankle surgery. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(3):307-311. doi:10.1053/j.jfas.2013.10.003

19. Wong, J. K. L., Ke, Y., Ong, Y. J., Li, H., Wong, T. H., Abdullah, H. R. The impact of preoperative glycated hemoglobin (HbA1c) on postoperative complications after elective major abdominal surgery: a meta-analysis. *Korean J Anesthesiol.* 2022;75(1):47-60. doi:10.4097/kja.21295

Для цитирования: Калитко И.И., Файбушевич А.Г., Калитко И.М., Черняев М.В. Влияние различных факторов на приживление свободных мышечных лоскутов при непрямой реваскуляризации нижних конечностей у пациентов с критической ишемией. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2026;15(3): 42-51. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-3-42-51

To cite: Kalitko I.I., Faybushevich A.G., Kalitko I.M., Chernyaev M.V. The impact of various factors on the engraftment of free muscle flaps during indirect revascularization of the lower limbs in patients with critical limb ischemia. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2026;15(3): 42-51. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-3-42-51