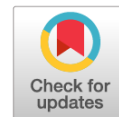


УДК 616.137.86-007.64-089

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76343>

Возможности применения аллографтов в хирургическом лечении аневризм подколенных артерий

Р. Е. Калинин¹, И. А. Сучков¹, В. В. Карпов² ✉, А. А. Егоров^{1, 2}¹ Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Российская Федерация;² Областная клиническая больница, Рязань, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Золотым стандартом выбора при реконструктивных операциях на инфраингвинальных артериях является аутовенозный кондуит из большой подкожной вены. Однако, при отсутствии пригодной аутовены возникают трудности выбора подходящего материала для реконструкции. Не всегда в качестве альтернативы в области коленного сустава возможно использовать синтетический протез, особенно в дистальной позиции. Неудовлетворительные результаты использования таких материалов диктуют необходимость выбора подходящего графта. В данной статье приведен опыт применения (два клинических случая) аллографтов от посмертного донора в хирургическом лечении аневризм подколенных артерий. Показана возможность их использования в экстренных клинических ситуациях. В первой клинической ситуации пациенту ранее была выполнена флебэктомия. Во втором случае подкожные вены нижних конечностей имели рассыпной тип и недостаточный диаметр для реконструкции.

Заключение. По результатам представленных примеров сделан вывод о возможности эффективного использования аллографтов от посмертного донора у пациентов с истинными аневризмами подколенных артерий.

Ключевые слова: аллографт; трансплантация сосуда; аневризма подколенной артерии; графт

Для цитирования:

Калинин Р.Е., Сучков И.А., Карпов В.В., Егоров А.А. Возможности применения аллографтов в хирургическом лечении аневризм подколенных артерий // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2022. Т. 30, № 1. С. 115–122. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76343>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76343>

Potentials of Using Allografts in Surgical Treatment of Popliteal Artery Aneurysms

Roman E. Kalinin¹, Igor' A. Suchkov¹, Vyacheslav V. Karpov² ✉, Andrey A. Egorov^{1, 2}¹ Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation;² Regional Clinical Hospital, Ryazan, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The gold standard in reconstructive surgical operations on the infrainguinal arteries is the autovenous conduit from the great saphenous vein. However, in the absence of a suitable autovein, difficulties are encountered in the selection of a suitable material for reconstruction. The use of a synthetic prosthesis as an alternative in the knee joint region is not always possible, especially in the distal position. Unsatisfactory results of using such materials dictate the need to choose a suitable graft. The paper describes two case experiences of using allografts from a deceased donor for the surgical treatment of popliteal artery aneurysms. The cases present their potential for use in emergency clinical situations. In the first case, the patient had previously undergone phlebectomy. In the second case, the saphenous veins of the lower limbs had scattered branches and insufficient diameter for reconstruction.

CONCLUSION: The described cases presented the possible effective use of allografts from a deceased donor in patients with true popliteal artery aneurysms.

Keywords: *allograft; vessel transplantation; popliteal artery aneurysm; graft*

For citation:

Kalinin RE, Suchkov IA, Karpov VV, Egorov AA. Potentials of Using Allografts in Surgical Treatment of Popliteal Artery Aneurysms. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2022;30(1):115–122. DOI: <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ76343>

Received: 20.07.2021

Accepted: 20.12.2021

Published: 31.03.2022

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПА — подколенная артерия

ПТФЭ — политетрафторэтилен

УЗДС — ультразвуковое дуплексное сканирование

ОБОСНОВАНИЕ

Среди аневризм артерий конечности самыми распространёнными являются аневризмы подколенной локализации, их доля достигает 70–90% [1, 2]. До 1% больных в популяции имеют аневризму подколенной артерии (ПА) [3, 4]. Большинство этих больных нуждаются в оперативном лечении [5]. Применяется открытые [6] и эндоваскулярные методы лечения [7], либо гибридный подход — сочетание применения открытых шунтирующих операций и интраоперационного тромболизиса [8]. Аутовена продолжает оставаться «золотым стандартом» в лечении аневризм ПА. При отсутствии и невозможности использования этого материала возникают серьёзные трудности. Более чем в 60% случаев возникает такая проблема [9]. Синтетические протезы в качестве альтернативы аутологичному материалу часто используются при реконструктивно-восстановительных вмешательствах на магистральных артериях конечностей, но *около половины синтетических протезов тромбируются в течение первых пяти лет* [10]. Существует много причин таких результатов, но ведущей является *рестеноз зоны реконструкции*, обусловленный гиперплазией интимы в следствие дисфункцией эндотелия [11, 12]. Морфологические и функциональные особенности, присутствующие эндотелию, необходимы для выполнения ряда специфических функций, направленных на оптимальное приспособление к условиям гемодинамики и метаболизму, регуляции перфузии, гемостаза и поддержания гомеостаза [13]. Также большое значение на развитие гиперплазии интимы оказывает *цитотоксичность синтетических и биологических протезов, их влияние на дисфункцию эндотелия*. *In vitro* доказано менее выраженное влияние на метаболическую активность эндотелиоцитов политетрафторэтилена (ПТФЭ) относительно полиэтилентерефталата (дакрона) [14]. Поэтому, проблема выбора материала для реконструкции продолжает оставаться актуальной и широко обсуждается в современной литературе [13–15].

Существенным ограничением использования синтетических протезов является анатомическая локализация патологического процесса, *особенно большую роль это играет в подколенной позиции*. Сегодня неудовлетворительные результаты использования таких материалов диктуют необходимость выбора подходящего графта. Использование аллографтов в таких случаях может быть методом выбора. В зарубежной медицинской литературе приводятся данные об использовании криосохранённых аллографтов [16–18]. В Российской Федерации, по данным

литературы, при хирургии магистральных артерий применяют влажно сохранённые гомографты [19, 20].

Соответствующий линейный артериальный аллографт ПА при операциях на аневризмах ПА может быть более гемодинамически корректным и выгоднее топографически подходить архитектонике артерий данной области. Отсутствие чётких показаний и противопоказаний, оптимальных сроков и способов консервации остаются значимыми лимитирующими факторами для широкого использования аллотрансплантатов в повседневной практике сосудистого хирурга, даже при наличии доступа к технологии забора сосудов, консервации и трансплантации. Эти вопросы, несомненно, требуют дальнейшего изучения и принципиального разбора с позиции доказательной медицины.

В данной статье на основании двух клинических случаев показаны возможности применения артериальных аллографтов в качестве материала для реконструкции в ургентной хирургии аневризм ПА.

Клинический случай 1

Пациент Р., 1957 г.р., поступил в отделение сосудистой хирургии ГБУ РО Областная клиническая больница 20.05.2021 по экстренным показаниям с диагнозом: *Атеросклероз. Острый тромбоз артерий бедренно-подколенного сегмента слева. Аневризма ПА слева. Ишемия IIa степени (по классификации И. И. Затевахина). Гипертоническая болезнь II стадии, 2-й степени, риск сердечно-сосудистых осложнений высокий. Состояние после флебэктомии с обеих сторон* (2005).

При поступлении пациент предъявлял **жалобы** на боли в левой нижней конечности в покое, снижение чувствительности и объёма активных движений в пальцах левой стопы. Вышеуказанные жалобы отмечает около суток.

В **общеклинических анализах** без клинически значимых отклонений.

Ультразвуковое исследование сердца. Незначительная гипертрофия миокарда левого желудочка, фракция выброса левого желудочка 65%. Дилатация левого предсердия. Умеренная регургитация на митральном клапане. Атеросклероз аорты.

При **ультразвуковом дуплексном сканировании** (УЗДС) артерий левой нижней конечности выявлена **тромбированная аневризма ПА** диаметром до 3 см и протяжённостью до 5 см. Компрессии вены нет.

Предварительно при мультिवисцеральном заборе (08.05.2020) от посмертного доноров был

изъят аллотрансплантат ПА. Кондиционирован в растворе кустидиола с добавлением гентамицина (400 мкг/мл) и флуконазола (20 мкг/мл) при температуре +40С и подоготовлен в условиях операционной для использования

в качестве материала для реконструкции.

21.05.2021 выполнено **протезирование ПА** артериальным аллографтом с лигированием истинной тромбированной аневризмы слева (рис. 1).



Рис. 1. Клинический случай 1. Протезирование подколенной артерии артериальным аллографтом с лигированием истинной тромбированной аневризмы слева: (А) центральный анастомоз аллографта и подколенной артерии; (Б) периферический анастомоз аллографта и подколенной артерии.

Протокол послеоперационного ведения соответствовал Российским национальным рекомендациям по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей [21].

В послеоперационном периоде реакции отторжения трансплантата не наблюдалось, в общеклинических и биохимических показателях крови без патологических изменений. Имела место полная компенсация кровообращения в левой нижней

конечности: чувствительность и активные движения в пальцах стопы в полном объеме, пульс определяется на артериях стопы. Выполнен УЗДС-контроль, на котором регистрировался магистральный кровоток до медиальной лодыжки (рис. 2).

Швы сняты, заживление первичным натяжением. Пациент выписан в удовлетворительном состоянии на 10-е сутки после реконструктивного оперативного вмешательства.

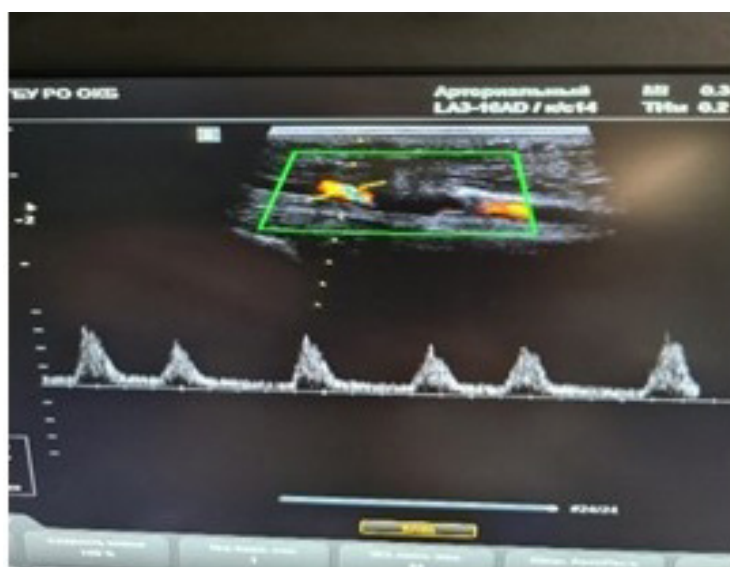


Рис. 2. Клинический случай 1. Сканограмма задней большеберцовой артерии у медиальной лодыжки.

Клинический случай 2

Пациент Е., 1965 г.р., поступил в отделение сосудистой хирургии ГБУ РО Областная клиническая больница 24.04.2021 по экстренным показаниям с диагнозом: *Атеросклероз. Острый тромбоз артерий бедренно-подколенного сегмента слева. Аневризма ПА слева. Ишемия IIб–IIIа степени (по классификации И. И. Затевакина).*

При поступлении предъявлял **жалобы** на боли в левой нижней конечности в покое, отсутствие чувствительности и движений в пальцах левой стопы. Вышеуказанные жалобы отмечает около трёх часов.

В **общеклинических анализах** без клинически значимых отклонений.

При **УЗДС** артерий левой нижней конечности выявлена *тромбированная аневризма ПА* диаметром до 3,5 см и протяжённостью до 6 см. Компрессии вены нет.

При оценке ангиологического статуса на левой нижней конечности отмечается отсутствие поверхностной и глубокой чувствительности, активных движений (пассивные движения сохранены); мышцы голени резко болезненные при пальпации. Согласно Российским национальным рекомендациям по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей, показано экстренное оперативное вмешательство с целью сохранения конечности [21].

Учитывая тяжесть ишемии в экстренном порядке пациенту выполнено оперативное вмешательство — **протезирование ПА** артериальным аллогraftом с лигированием истинной тромбированной аневризмы слева (рис. 3). Graft проведён субфасциально и ортотопно. Учитывая диаметр и протяжённость аневризмы ПА, отсутствие компрессии окружающих тканей от иссечения аневризмы решено воздержаться.

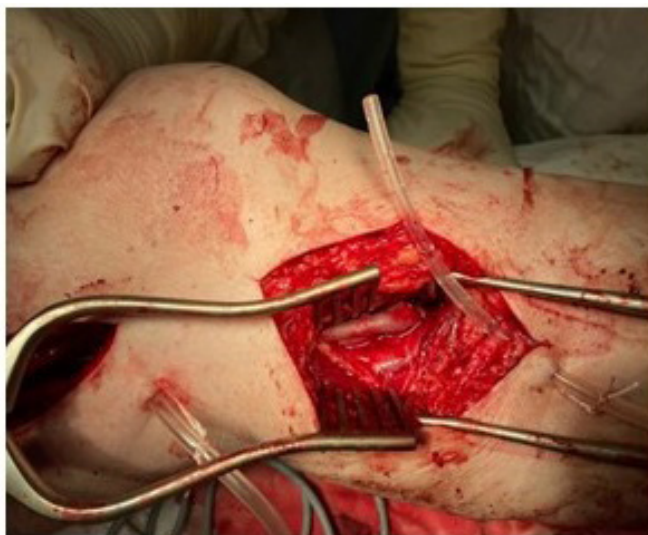


Рис. 3. Клинический случай 2. Периферический анастомоз графта и подколенной артерии.

Предварительно при мультивисцеральном заборе (15.04.2020) от посмертного донора был изъят аллотрансплантат ПА. Кондиционирован в растворе кустодиола с добавлением гентамицина (400 мкг/мл) и флуконазола (20 мкг/мл) при температуре +40С и подготовлен в условиях операционной для использования в качестве материала для реконструкции.

Реакции отторжения трансплантата не наблюдались, в общеклинических и биохимических показателях крови без патологических изменений. Имела место полная компенсация кровообращения в левой нижней конечности: чувствительность и активные движения в пальцах стопы были в полном объёме, определялась периферическая пульсация.

Швы сняты, заживление первичным натяжением. Пациент выписан в удовлетворительном состоянии на 12-е сутки после реконструктивного оперативного

вмешательства.

При контрольном осмотре через 3 месяца (рис. 4) отмечается компенсация кровообращения, признаков воспаления в области операции нет. УЗДС-контроль: данных за аневризматическую трансформацию и кальцификацию графта нет.

Оба пациента в настоящее время находятся под амбулаторным наблюдением.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным J. Podlaha, аневризмы ПА следует хирургически лечить как можно скорее после их диагностики, желательно до возникновения ишемических осложнений [18]. Необходимость хирургического лечения тяжёлой острой ишемии конечностей не вызывает сомнения и не требует дискуссии.



Рис. 4. Клинический случай 2. Контрольный осмотр через 3 месяца: вид послеоперационных ран.

При протезировании ПА вследствие аневризмы последней мы применяем два доступа — *медиальный* (по медиальной поверхности верхней 1/3 голени) и *задний* (через подколенную ямку в проекции ПА). Если необходима аневризмэктомия, то приоритет отдаётся заднему доступу. Показаниями к аневризмэктомии являются: сдавление окружающих аневризму тканей (нервов или вен) и большие размеры аневризмы (диаметр более 3,5 см). В случаях, когда в патологический процесс вовлечена только артерия, можно ограничиться лигированием аневризмы выше и ниже аневризматического мешка из медиального доступа.

В описанных клинических случаях возникли сложности с материалом для реконструкции по поводу аневризм ПА. По-прежнему «золотым стандартом» выбора при реконструктивных операциях на инфраингинальных артериях остается аутовенозный кондуит из большой подкожной вены. Однако, при отсутствии пригодной аутовены возникают трудности выбора подходящего материала для реконструкции; не всегда в качестве альтернативы возможно использовать синтетический протез, особенно в дистальной позиции и в области коленного сустава.

В первой клинической ситуации пациенту ранее была выполнена флебэктомия, а во втором случае подкожные вены нижних конечностей имели рассыпной тип и недостаточный диаметр для использования при реконструкции.

Неудовлетворительные результаты использования синтетических материалов, особенно в подколенной позиции, диктуют необходимость выбора подходящего графта. По данным Randon C., et al., криоконсервированные аллотрансплантаты являются ценной альтернативой протезным материалам при отсутствии аутологических вен. Показатели спасения конечностей и проходимости выше, чем те, которые описаны для протезных трансплантатов

на инфраоплутеальном уровне в большинстве исследований [22].

По данным Mezzetto L., et al., лечение аневризм ПА с помощью криоконсервированного гомографта показало свою безопасность и эффективность как в краткосрочном, так и в долгосрочном наблюдении [16].

Учитывая изложенное выше, в данных клинических случаях было принято решение использовать в качестве материала для сосудистой реконструкции аллогraftы от посмертного донора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные клинические примеры показали возможность успешного использования свежезаготовленных аллогraftов от посмертного донора у пациентов с аневризмами подколенных артерий. В ближайшем и отдаленном периодах отсутствовали признаки реакции отторжения трансплантата, аневризматическая трансформация и кальцификация аллогraftов не выявлена.

Несомненно, необходимо дальнейшее изучение применения биологического пластического материала для реконструктивно-восстановительного хирургического лечения магистральных артерий и принципиального разбора с позиции доказательной медицины.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Согласие на публикацию. В статье использованы обезличенные клинические данные пациентки в соответствии с подписанным ей добровольным информированным согласием.

Вклад авторов: Калинин Р. Е. — концепция статьи, финальное редактирование публикации; Сучков И. А. — концепция статьи,

написание текста, редактирование; Карпов В. В. — сбор клинического материала, сбор и анализ литературных данных, написание текста; Егоров А. А. — ведение пациентов, сбор клинического материала для статьи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding. This article was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interests.

Patient consent. The article uses the patient's clinical data in accordance with the informed consent signed by her.

Contribution of the authors: R. E. Kalinin — the concept of the article, the final editing of the publication; I. A. Suchkov — the concept of the article, writing the text, editing; V. V. Karpov — collection of clinical material, collection and analysis of literary data, writing the text; A. A. Egorov — patient management, collection of clinical material for the article. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Покровский А.В., ред. Клиническая ангиология. М.: Медицина; 2004. Т. 1. С. 145–147, 180–190.
2. Cronenwett J.L., Johnston K.W. *Rutherford's Vascular Surgery*. 8th ed. Elsevier; 2014.
3. Dawson I., Sie R., van Baalen J.M., et al. Asymptomatic popliteal aneurysm: elective operation versus conservative follow-up // *British Journal of Surgery*. 1994. Vol. 81, № 10. P. 1504–1507. doi: [10.1002/bjs.1800811035](https://doi.org/10.1002/bjs.1800811035)
4. Guvendik L., Bloor K., Charlesworth D. Popliteal aneurysm: sinister harbinger of sudden catastrophe // *British Journal of Surgery*. 1980. Vol. 67, № 4. P. 294–296. doi: [10.1002/bjs.1800670422](https://doi.org/10.1002/bjs.1800670422)
5. Greenhalgh R.M. *Vascular and Endovascular Controversies Update — 40 Years of Looking Forward*. BIBA Publishing; 2018.
6. Edwards W.S. Exclusion and saphenous vein bypass of popliteal aneurysms // *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. 1969. Vol. 128, № 4. P. 829–830.
7. Tiellu I.F.J., Verhoeven E.L.G., Zeebregts C.J., et al. Endovascular treatment of popliteal artery aneurysms: results of a prospective cohort study // *Journal of Vascular Surgery*. 2005. Vol. 41, № 4. P. 561–567. doi: [10.1016/j.jvs.2004.12.055](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.12.055)
8. Woody J.D., Makaroun M.S. Popliteal artery aneurysms. In: *Vascular Surgery*. 2003. Ch. 7. P. 57–63. doi: [10.1007/978-1-4471-3870-9_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3870-9_7)
9. Neville R.F., Tempesta B., Sidway A.N. Tibial bypass for limb salvage using polytetrafluoroethylene and a distal vein patch // *Journal of Vascular Surgery*. 2001. Vol. 33, № 2. P. 266–271; discussion 271–272. doi: [10.1067/mva.2001.113131](https://doi.org/10.1067/mva.2001.113131)
10. Покровский А.В., Дан В.Н., Зотиков А.Е., и др. Отдаленные результаты бедренно-подколенного шунтирования выше щели коленного сустава протезом «экзофлон» у пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2007. Т. 13, № 2. С. 143–149.
11. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Климентова Э.А., и др. Апоптоз в сосудистой патологии: настоящее и будущее // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2020. Т. 28, № 1. С. 79–87. doi: [10.23888/PAVLOVJ202028179-87](https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ202028179-87)
12. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Пшенников А.С. Коррекция эндотелиальной дисфункции как компонент в лечении облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей // *Ангиология и сосудистая*

хирургия. 2014. Т. 20, № 3. С. 17–22.

13. Стрельникова Е.А., Трушкина П.Ю., Суров И.Ю., и др. Эндотелий *in vivo* и *in vitro*. Часть 1: гистогенез, структура, цитофизиология и ключевые маркеры // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2019. Т. 7, № 3. С. 450–465. doi: [10.23888/HMJ201973450-465](https://doi.org/10.23888/HMJ201973450-465)
14. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Мжаванадзе Н.Д., и др. Сравнение цитотоксичности синтетических сосудистых протезов *in vitro* // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2020. Т. 28, № 2. С. 183–192. doi: [10.23888/PAVLOVJ2020282183-192](https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2020282183-192)
15. Лебедев Л.В., Плуткин Л.Л., Смирнов А.Д., и др. Протезы кровеносных сосудов. 4-е изд. СПб.: Адмиралтейство; 2001.
16. Mezzetto L., Scorsone L., Pacca R., et al. Treatment of popliteal artery aneurysms by means of cryopreserved homograft // *Annals of Vascular Surgery*. 2015. Vol. 29, № 6. P. 1090–1096. doi: [10.1016/j.avsg.2015.02.007](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.02.007)
17. Heinola I., Kantonen I., Mattila I., et al. Cryopreserved Venous Allografts in Supra-inguinal Reconstructions: A Single Centre Experience // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019. Vol. 58, № 6. P. 912–919. doi: [10.1016/j.ejvs.2019.06.024](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.06.024)
18. Podlaha J. Twenty years operating experience for popliteal artery aneurysm // *Acta Chirurgica Belgica*. 2007. Vol. 107, № 5. P. 540–543. doi: [10.1080/00015458.2007.11680118](https://doi.org/10.1080/00015458.2007.11680118)
19. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Карпов В.В., и др. Первый опыт применения аллогraftов в хирургии магистральных артерий нижних конечностей // *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2020. Т. 9, № 3. С. 442–448. doi: [10.23934/2223-9022-2020-9-3-442-448](https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-3-442-448)
20. Мухамадеев И.С., Фрейд Г.Г., Березина И.А. Оценка жизнеспособности артериальных и венозных аллогraftов *in vitro* в зависимости от сроков консервации // *Морфологические ведомости*. 2007. № 1–2. С. 197–201.
21. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. М.; 2019. Доступно по: http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf. Ссылка активна на 20.07.2021.
22. Randon C., Jacobs B., de Ryck F., et al. Fifteen years of infrapopliteal arterial reconstructions with cryopreserved venous allografts for limb salvage // *Journal of Vascular Surgery*. 2010. Vol. 51, № 4. P. 869–877. doi: [10.1016/j.jvs.2009.11.062](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2009.11.062)

REFERENCES

1. Pokrovskiy AV, editor. *Klinicheskaya angiologiya*. Moscow: Meditsina; 2004;1:145–7, 180–90. (In Russ).
2. Cronenwett JL, Johnston KW. *Rutherford's Vascular Surgery*. 8th ed. Elsevier; 2014.

3. Dawson I, Sie R, van Baalen JM, et al. Asymptomatic popliteal aneurysm: elective operation versus conservative follow-up. *British Journal of Surgery*. 1994;81(10):1504–7. doi: [10.1002/bjs.1800811035](https://doi.org/10.1002/bjs.1800811035)
4. Guvendik L, Bloor K, Charlesworth D. Popliteal aneurysm: sinister

- harbinger of sudden catastrophe. *British Journal of Surgery*. 1980;67(4): 294–6. doi: [10.1002/bjs.1800670422](https://doi.org/10.1002/bjs.1800670422)
5. Greenhalgh RM. *Vascular and Endovascular Controversies Update — 40 Years of Looking Forward*. BIBA Publishing; 2018.
 6. Edwards WS. Exclusion and saphenous vein bypass of popliteal aneurysms. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. 1969;128(4):829–30.
 7. Tielliu IFJ, Verhoeven ELG, Zeebregts CJ, et al. Endovascular treatment of popliteal artery aneurysms: results of a prospective cohort study. *Journal of Vascular Surgery*. 2005;41(4):561–7. doi: [10.1016/j.jvs.2004.12.055](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2004.12.055)
 8. Woody JD, Makaroun MS. Popliteal artery aneurysms. In: *Vascular Surgery*. 2003;(Ch 7):57–63. doi: [10.1007/978-1-4471-3870-9_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3870-9_7)
 9. Neville RF, Tempesta B, Sidway AN. Tibial bypass for limb salvage using polytetrafluoroethylene and a distal vein patch. *Journal of Vascular Surgery*. 2001;33(2):266–71; discussion 271–2. doi: [10.1067/mva.2001.113131](https://doi.org/10.1067/mva.2001.113131)
 10. Pokrovsky AV, Dan VN, Zotikov AE, et al. Long-term outcomes of femoropopliteal bypass above the knee-joint fissure by means of vascular prosthesis "Ecoflon" in patients with atherosclerotic lesions of lower limb arteries. *Angiology and Vascular Surgery*. 2007;13(2):143–9. (In Russ).
 11. Kalinin RE, Suchkov IA, Klimentova EA, et al. Apoptosis in vascular pathology: present and future. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2020;28(1):79–87. (In Russ). doi: [10.23888/PAVLOVJ202028179-87](https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ202028179-87)
 12. Kalinin RE, Suchkov IA, Pshennikov AS. Correction of endothelial dysfunction as a component in treatment for atherosclerosis obliterans of lower limb arteries. *Angiology and Vascular Surgery*. 2014;20(3):17–22. (In Russ).
 13. Strelnikova EA, Trushkina PYu, Surov IYu, et al. Endothelium in vivo and in vitro. Part 1: histogenesis, structure, cytophysiology and key markers. *Sciences of the young (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(3):450–65. (In Russ). doi: [10.23888/HMJ201973450-465](https://doi.org/10.23888/HMJ201973450-465)
 14. Kalinin RE, Suchkov IA, Mzhavanadze ND, et al. Comparison

- of cytotoxicity of vascular prostheses in vitro. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2020;28(2):183–92. (In Russ). doi: [10.23888/PAVLOVJ2020282183-192](https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2020282183-192)
15. Lebedev LV, Plotkin LL, Smirnov AD, et al. *Protezy krovenosnykh sosudov*. 4th ed. Saint-Petersburg: Admiralteystvo; 2001. (In Russ).
 16. Mezzetto L, Scorsone L, Pacca R, et al. Treatment of popliteal artery aneurysms by means of cryopreserved homograft. *Annals of Vascular Surgery*. 2015;29(6):1090–6. doi: [10.1016/j.avsg.2015.02.007](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.02.007)
 17. Heinola I, Kantonen I, Mattila I, et al. Cryopreserved Venous Allografts in Supra-inguinal Reconstructions: A Single Centre Experience. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019;58(6):912–9. doi: [10.1016/j.ejvs.2019.06.024](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.06.024)
 18. Podlaha J. Twenty years operating experience for popliteal artery aneurysm. *Acta Chirurgica Belgica*. 2007;107(5):540–3. doi: [10.1080/00015458.2007.11680118](https://doi.org/10.1080/00015458.2007.11680118)
 19. Kalinin RE, Suchkov IA, Karpov VV, et al. The First Experience of Using Allografts in Surgery of Main Arteries of Lower Limbs. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2020;9(3):442–8. (In Russ). doi: [10.23934/2223-9022-2020-9-3-442-448](https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-3-442-448)
 20. Muhamadeev IS, Fried GG, Berezina IA. The evaluation of arterial and venous allografts viability in vitro depending on the period of preservation. *Morphological Newsletter*. 2007;(1–2):197–201. (In Russ).
 21. *Natsional'nyye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu zabolevaniy arteriy nizhnikh konechnostey*. Moscow; 2019. Available at: http://www.angiologysurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf. Accessed: 2021 July 20. (In Russ).
 22. Randon C, Jacobs B, de Ryck F, et al. Fifteen years of infrapopliteal arterial reconstructions with cryopreserved venous allografts for limb salvage. *Journal of Vascular Surgery*. 2010;51(4):869–77. doi: [10.1016/j.jvs.2009.11.062](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2009.11.062)

ОБ АВТОРАХ

Калинин Роман Евгеньевич, д.м.н., профессор;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0817-9573>;
elibrary SPIN: 5009-2318, e-mail: kalinin-re@yandex.ru

Сучков Игорь Александрович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1292-5452>;
elibrary SPIN: 6473-8662, e-mail: suchkov_med@mail.ru

***Карпов Вячеслав Владимирович**, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5523-112X>;
elibrary SPIN: 6245-6292, e-mail: sdrr.s@yandex.ru

Егоров Андрей Александрович, д.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0768-7602>;
elibrary SPIN: 2408-4176, e-mail: aaa.73@mail.ru

AUTHOR'S INFO

Roman E. Kalinin, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0817-9573>;
elibrary SPIN: 5009-2318, e-mail: kalinin-re@yandex.ru

Igor' A. Suchkov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1292-5452>;
elibrary SPIN: 6473-8662, e-mail: suchkov_med@mail.ru

***Vyacheslav V. Karpov**, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5523-112X>;
elibrary SPIN: 6245-6292, e-mail: sdrr.s@yandex.ru

Andrey A. Egorov, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0768-7602>;
elibrary SPIN: 2408-4176, e-mail: aaa.73@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author