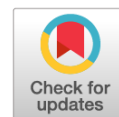


УДК 616.137.86-007.64-089

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

Возможности применения аллогraftов 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) аллогraftов 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 аллогraftов от посмертного донора у пациентов с истинными аневризмами подколенных артерий.

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

Для цитирования:

Калинин Р.Е., Сучков И.А., Карпов В.В., Егоров А.А. Возможности применения аллогraftов 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

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

研究同种异体移植在手术治疗腘动脉动脉瘤中的可行性

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

摘要

论证：腹股沟动脉重建手术的金标准选择是从大隐静脉的自体静脉导管。然而，在没有合适的自体静脉的情况下，在选择合适的材料进行重建时出现了困难。在膝关节区域，尤其是远端位置，并不总是可以使用人造假体作为替代。使用这类材料的不理想结果决定了要选择合适的移植物。本文介绍了两个临床病例，在手术治疗腘动脉动脉瘤时使用同种异体移植的经验；显示了它们在紧急临床情况下使用的可能性。在第一种临床情况下，患者之前曾做过静脉切除术。在第二例中，下肢皮下静脉类型松散，直径不足，无法重建。

结论：基于这些例子的结果，我们得出了一个结论，即在真正的腘动脉动脉瘤患者中有效使用来自死后供体的同种异体移植的可能性。

关键词：同种异体移植物；血管移植；腘动脉动脉瘤；移植物

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>

略语表

PA — 腘动脉

PTFE — 聚四氟乙烯

UDS — 超声波双重扫描

绪论

在肢体动脉瘤中，最常见的是腘动脉瘤，其比例达到70—90%[1, 2]。高达1%的患者患有腘动脉（PA）动脉瘤[3, 4]。这些病人大多需要手术治疗[5]。采用开放式治疗[6]和血管内治疗[7]，或混合方法（联合使用开放式搭桥手术和术中溶栓）[8]。自体静脉仍然是治疗腘动脉动脉瘤的金标准。由于没有或无法使用这种材料，就出现了严重的困难。这个问题出现在60%以上的案例中[9]。在主要肢体动脉的重建干预中，合成假体经常被用作自体材料的替代品，但大约一半的合成假体在头五年内会出现血栓[10]。造成这种结果的原因有很多，但最主要的原因是内皮功能障碍导致的内膜增生导致重建区再狭窄[11, 12]。内皮固有的形态和功能特征是必要的，以执行一些特定的功能，以最佳适应血流动力学和代谢条件，调节灌注，止血和维持体内平衡[13]。人造和生物假体的细胞毒性，对内皮功能障碍的影响也在内膜增生的发展中发挥着重要作用。在体外，相对于聚对苯二甲酸乙二醇酯（涤纶），聚四氟乙烯（PTFE）对内皮细胞代谢活性的影响较不明显[14]。因此，选择重建材料的问题仍然具有重要意义，并在现代文献中被广泛讨论[13—15]。

人工假体使用的一个重要限制是病理过程的解剖定位，这在腘窝位置起着特别重要的作用。目前，使用这种材料的结果不令人满意，这就要求选择一种合适的移植物。在这种情况下使用同种异体移植可能是选择的方法。国外医学文献提供了低温保存同种异体移植的使用数据[16—18]。在俄罗斯联邦，根据文献，湿润保存的同形体用于大动脉手术[19, 20]。

在腘动脉动脉瘤的手术中，相应的同种异体腘动脉的线性动脉可能在血流动力学上更正确，更有利于在地形上接近该区域动脉的结构。缺乏明确的适应症和禁忌症，最佳的保存时机和方法仍然是血管外科医生在日常实践中广泛使用同种异体移植的重要限制因素，即使有了血管采样、保存和移植技术。这些问题无疑需要从循证医学的角度进行进一步的研究和基础分析。

本文基于两个临床案例，展示了在腘动脉动脉瘤的紧急手术中使用同种异体动脉移植作为重建材料的可能性。

临床病例 1

R. 患者，1957年出生，于2021年5月20日被紧急送入罗斯托夫地区临床医院国家预算机构的血管外科，诊断为：动脉硬化。左侧股-腘动

脉急性血栓形成。左侧腘窝动脉的动脉瘤。IIa级缺血（根据I. I. Zatevakhin的分类）。高血压病II期，二级，心血管并发症风险高。两侧静脉切除术后情况（2005年）。

入院时，患者诉说左下肢休息时疼痛，敏感度下降，左脚脚趾的主动运动减少。上述投诉记录了大约一天。

一般临床检查没有明显的异常。

心脏超声检查。轻度左室心肌肥大，左室射血分数65%。左心房的扩张。二尖瓣的中度反流。主动脉的动脉粥样硬化。

左下肢动脉的超声波双重扫描（UDS）显示，腘绳肌动脉的血栓性动脉瘤直径达3厘米，长达5厘米。静脉压迫未发现。

从死后的供体中进行了初步的多脏器采集（2020年5月8日），并进行了腘绳肌动脉的异体移植。在Custodiol溶液中调理，加入庆大霉素（400微克/毫升）和氟康唑（20微克/毫升），温度为+40C，并在手术室准备作为重建材料使用。

2021年5月21日，用动脉异体移植进行了腘窝动脉置换，并结扎了左侧的真性血栓性动脉瘤（图 1）。

术后管理方案符合俄罗斯国家下肢动脉疾病患者管理指南[21]。

在术后，没有观察到移植物排斥反应，一般的临床和生化血液参数也没有病理变化。左下肢的血液循环完全得到了补偿：脚趾敏感和主动运动都很完整，脚部的动脉可以检测到脉搏。进行了超声波双重扫描，其中记录了内侧踝关节的主要血流（图 2）。

缝合线拆除，愈合没有化脓。术后第10天患者出院，情况良好。

临床病例 2

E. 患者，1965年出生，于2021年4月24日被紧急送入罗斯托夫地区临床医院国家预算机构的血管外科，诊断为：动脉硬化。左侧股-腘动脉急性血栓形成。左侧腘窝动脉的动脉瘤。IIb-IIIa级缺血（根据I. I. Zatevakhin的分类）。

入院时，患者诉说休息时左下肢疼痛，左脚脚趾缺乏感觉和活动。上述投诉记录了大约三个小时。

一般临床检查没有明显的异常。

左下肢动脉的超声波双重扫描（UDS）显示，腘绳肌动脉的血栓性动脉瘤直径达3.5厘米，长达6厘米。静脉压迫未发现。左下肢的血管学评估显示缺乏浅层和深层感觉，没有主动运

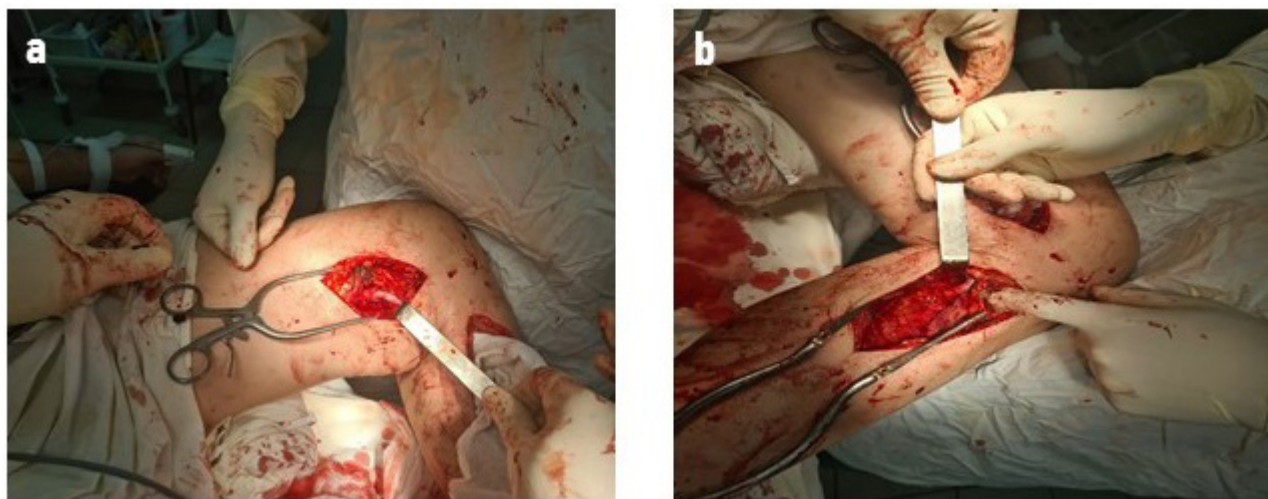


图 1 人工腘窝动脉与动脉异体移植，结扎左侧真正的血栓性动脉瘤：a — 异体移植和腘窝动脉的中央吻合；b — 异体移植和腘窝动脉的外围吻合。



图 2 胫骨后动脉在内踝的扫描图。



图 3 周边移植和腘绳肌动脉吻合。



图 43个月后的对照检查：查看术后伤口。

动（被动运动得以保留）；触诊时小腿肌肉有剧烈疼痛。根据俄罗斯国家下肢动脉疾病患者管理指南有必要进行紧急手术干预以保留肢体[21]。

鉴于缺血的严重性，患者接受了紧急手术干预，用动脉异体移植替代腘窝动脉，并结扎左侧真正的血栓性动脉瘤（图 3）。移植血管在筋膜下和原位进行。考虑到腘动脉动脉瘤的直径和范围，周围组织无压迫，决定不切除动脉瘤。

从死后的供体中进行了初步的多脏器采集（2020年4月15日），并进行了腘绳肌动脉的异体移植。在Custodiol溶液中调理，加入庆大霉素（400微克/毫升）和氟康唑（20微克/毫升），温度为+40C，并在手术室准备作为重建材料使用。

未观察到移植排斥反应，一般临床和生化血液参数无病理改变。左下肢血液循环完全代偿：脚趾敏感和活动充分，外周搏动确定。

缝合线拆除，愈合没有化脓。术后第12天患者出院，情况良好。

3个月后随访检查（图 4），发现血液循环得到补偿，手术部位无炎症迹象。超声波双重扫描对照：没有关于移植动脉瘤转化和钙化的数据。

两名患者目前都在门诊监护。

讨论

J. Podlaha认为，腘动脉动脉瘤诊断后应尽快手术治疗，最好在缺血性并发症发生之前[18]。手术治疗严重急性肢体缺血的必要性是毫无疑问的，不需要讨论。

由于腘动脉的动脉瘤，在修复腘动脉时，我们使用两种入路—内侧（沿着小腿上1/3的内侧表面）和后路（通过腘动脉的投影的腘窝）。如果动脉瘤切除术是必要的，需要优先考虑后路。动脉瘤切除术的适应症是：压迫动脉瘤周

围的组织（神经或静脉）和较大的动脉瘤（直径大于3.5厘米）。在只有动脉参与病理过程的情况下，有可能限制动脉瘤囊上方和下方的动脉瘤结扎从内侧进入。

在所述的临床病例中，由于腘动脉动脉瘤，重建材料出现困难。腹股沟动脉重建手术的金标准选择仍然是从大隐静脉的自体静脉导管。然而，在没有合适的自体静脉的情况下，很难选择合适的材料进行重建；并不总是可以使用人造假体作为替代，特别是在远端位置和膝关节区域。

在第一种临床情况下，患者曾接受过静脉切除术，而在第二种情况下，下肢皮下静脉类型松散，直径不足，无法用于重建。

使用合成材料的结果不理想，特别是在腘窝位置，决定了需要选择合适的移植物。根据Random C.等人的说法，在没有自体静脉的情况下，低温保存同种异体移植是替代假体材料的一种有价值的选择。大多数研究中，在腘下水平，肢体挽救和通畅的指标高于人工移植。

根据Mezzetto L.等人的研究，低温保存同种移植治疗腘动脉动脉瘤在短期和长期随访中均显示出安全性和有效性[16]。

考虑到上述情况，在这些临床病例中，我们决定使用来自死后供者的同种异体移植作为血管重建的材料。

结论

本文所介绍的临床案例显示了在腘动脉动脉瘤患者中成功使用新鲜尸体供体移植的可能性。在近期和远期均未发现移植排斥反应的迹象，同种异体移植瘤转化和钙化也未发现。

有必要从循证医学的角度进一步研究生物塑料材料在大动脉重建和重建外科治疗中的应用及基础分析。

ADDITIONAL INFORMATION

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.

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).

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., Зотилов А.Е., и др. Отдаленные результаты бедренно-подколенного шунтирования выше щели коленного сустава протезом «экофлон» 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., Плоткин 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.javsg.2015.02.007](https://doi.org/10.1016/j.javsg.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.angiolsurgery.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