



## **АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ АТЕРОСКЛЕРОЗА АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ**

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, г. Саратов,  
Российская Федерация

Атеросклероз артерий нижних конечностей – частая патология при сахарном диабете, способствующая развитию ишемической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы. Ранняя диагностика поражения сосудов способствует снижению числа сердечно-сосудистых осложнений, выполненных ампутаций и повышению качества жизни данных пациентов. В обзоре представлен существующий на сегодняшний день арсенал современного комплексного обследования пациентов с синдромом диабетической стопы, включая клинические и функциональные скрининговые, неинвазивные и инвазивные методы лучевой диагностики, а также специфические оценочные шкалы и новые классификации, позволяющие детализировать и систематизировать трофические изменения стопы с возможностью прогнозирования течения патологического процесса. Использование открытых методов реваскуляризации помогает достичь в большом проценте случаев заживления диабетических язв, но проблемы, связанные с локализацией поражения, выбором кондукта для шунтирования и техническими аспектами, значительно ограничивают возможности этого метода лечения. Технический прогресс в развитии эндоваскулярной хирургии расширяет показания для успешной реваскуляризации. В статье освещены результаты открытых шунтирующих и эндоваскулярных методов в лечении атеросклеротического процесса в инфраингвинальном бассейне у пациентов с синдромом диабетической стопы.

*Ключевые слова: атеросклероз, артерии нижних конечностей, синдром диабетической стопы, сахарный диабет, реваскуляризация*

Atherosclerosis of lower-extremity arterial disease is a common pathology in diabetes mellitus, contributing to the development of ischemic and neuroischemic forms of diabetic foot syndrome. Early diagnosis of vascular lesions helps to reduce the number of cardiovascular complications, performed amputations and improves the quality of life in these patients. The review presents the current arsenal of modern comprehensive examinations of patients with diabetic foot syndrome, including clinical and functional screening, non-invasive and invasive methods of radiological diagnosis, as well as specific assessment scales and new classifications that allow detailing and systematizing trophic foot changes with the ability to predict the course of the pathological process occurring at sites. The using of open revascularization methods helps to achieve the healing of diabetic ulcers in a large percentage of cases, but the point is the problems associated with the localization of the lesion, the choice of conduit for bypass surgery and technical aspects significantly limit the possibilities of this treatment method. Recent technological advances in the development of endovascular surgery have expanded the indications for successful revascularization. The article highlights the results of shunting and endovascular methods in the treatment of atherosclerotic process in infrainguinal area in patients with diabetic foot syndrome.

*Keywords: atherosclerosis, arteries of the lower limbs, diabetic foot syndrome, diabetes mellitus, revascularization*

**Novosti Khirurgii. 2021 May-Jun; Vol 29 (3): 360-369**  
**Current Aspects of Diagnosis and Treatment of Atherosclerosis**  
**of the Lower Extremities Arteries in Patients with Diabetic Foot Syndrome**  
**A.S. Tolstokorov, A.N. Kulikova, I.V. Larin**

The articles published under CC BY NC-ND license



### **Введение**

Заболевания артерий нижних конечностей (ЗАНК) встречаются от 10% до 40% среди общего числа пациентов с диабетом и носят мультисегментарный характер [1]. Одним из тяжелых осложнений сахарного диабета (СД) является синдром диабетической стопы (СДС). Артерии голени при СДС чаще подвержены окклюзионной форме атеросклероза. При таком

виде поражения снижается образование новых коллатералей на стопе, что ведет к прогрессированию ишемии [2]. Атеросклероз артерий нижних конечностей на фоне СДС создает условия для появления язвенно-некротических дефектов и присоединения инфекции, препятствует их заживлению. У пациентов снижается качество жизни, увеличивается частота выполнения ампутаций и риск развития сердечно-сосудистых осложнений [3].

### Особенности диагностики атеросклеротического поражения у пациентов с синдромом диабетической стопы

Физикальные методы обследования пациентов с СДС являются простыми в исполнении, но имеют низкую прогностическую значимость и помогают только заподозрить артериальную патологию [4]. Пациентам с СДС необходимо выполнять ряд неинвазивных и инвазивных методов лучевой диагностики.

В качестве скрининга у пациентов с критической ишемией нижних конечностей (КИНК) на фоне СД используют измерение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ), пальце-плечевого индекса (ППИ). Систолическое артериальное давление для определения ЛПИ измеряется как на артерии тыла стопы, так и на задней большеберцовой артерии. При значении ЛПИ  $\leq 0,9$  констатируют ЗАНК. По результатам ряда исследований, показатели ЛПИ в выявлении атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей у пациентов с СД сильно варьируют и имеют чувствительность от 29% до 100%, а специфичность – от 42% до 97% [5]. В работе М.С. Bunte et al. сообщается, что 29% пациентов с КИНК имели ЛПИ 0,7–1,4 [6]. Данный метод обладает низкой диагностической ценностью у пациентов с СДС из-за наличия медиасклероза Менкеберга. По мнению V. Jeevanantham et al. (2014), минимальное значение ЛПИ обладает большей чувствительностью, чем максимальное в выявлении гемодинамически значимого стеноза у пациентов с атеросклерозом [7].

В случаях ложноотрицательных/ложноположительных результатов ЛПИ возможно проведение измерения пальцевого давления на стопе. Пальцевые артерии нижних конечностей реже подвержены кальцификации и часто используются в оценке кровообращения передней части стопы. Значение ППИ  $\leq 0,75$  является пороговым в выявлении ЗАНК. По результатам нескольких исследований, при инфраингвинальном поражении артерий нижних конечностей ППИ обладало лучшей чувствительностью, чем ЛПИ [8, 9]. Однако наличие язвенно-некротических дефектов делает невыполнимым измерение ППИ у ряда пациентов с СДС.

С целью определения локализации, тяжести поражения и планирования тактики реваскуляризации необходимо выполнять визуальную оценку артериального русла нижних конечностей. Одновременное использование В-режима, цветного доплеров-

ского картирования и определения скорости кровотока делают ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) методом первой линии в диагностике поражения артерий нижних конечностей. Неинвазивность, отсутствие нефротоксичности, возможность многократного повторения исследования, меньшая стоимость в сравнении с инвазивными методами диагностики увеличивают ценность этого исследования [10]. Возможно применение ультразвукового сканирования с контрастным усилением, но исследований по оценке эффективности этой методики пока недостаточно [11].

За прошедшие годы были опубликованы результаты нескольких исследований, которые подтвердили значимость МР-ангиографии и КТ-ангиографии как неинвазивной альтернативы традиционной рентгенконтрастной ангиографии для визуализации сосудистого русла аорто-подвздошного и бедренно-подколенного бассейнов [12].

Из-за высоких темпов развития лучевых неинвазивных методов диагностики и их способности в выявлении ЗАНК, рентгенконтрастная ангиография отходит на второй план как диагностический метод. Тем не менее, для визуализации артерий берцового сегмента и стопы она остается золотым стандартом. В качестве альтернативного метода у этих больных можно применять цифровую карбокси-ангиографию [13].

Для комплексной оценки степени поражения нижних конечностей при диабете, кроме клинических, функциональных и лучевых диагностических методов, немаловажное значение имеет ряд статистических шкал [14, 15]. Международное общество сосудистых хирургов рекомендуют для этого использовать систему "WIFI". Данная классификация проста в использовании и способствует стратификации риска потери конечности, оценке шанса заживления язвенно-некротического дефекта, также помогает в выборе метода реваскуляризации у пациентов с СДС. Отмечена корреляция между шансом спасения конечности и стадией СДС по "WIFI" [16].

Система оценки поражения нижних конечностей "GLASS", основанная на визуальной оценке уровня и протяженности поражения, помогает в выборе хирургической тактики и прогнозирует исход реваскуляризации. Отличительной особенностью данной классификации является расчет вероятности сохранения проходимости артерий в течение года и непосредственной технической неудачи при вмешательстве [17].

**Современные методы лечения пациентов с атеросклеротическим поражением сосудов при ишемической и нейроишемической формах СДС.  
Открытые реваскуляризирующие операции**

Данный вид хирургического вмешательства широко используется у пациентов с атеросклеротическим поражением сосудов. Протяженное поражение бедренно-подколенного сегмента остается показанием для шунтирующих операций [4]. На непосредственные и отдаленные результаты открытой реваскуляризации может повлиять тип кондуита, уровень наложения анастомозов и проходимость дистального русла. В отдаленном периоде наблюдения проходимость венозного кондуита была лучше по сравнению с синтетическим материалом при шунтировании выше и ниже щели коленного сустава [18]. Эта же закономерность сохраняется у пациентов с СД и ЗАНК по точкам первичной и вторичной проходимости в отдаленном периоде [19]. В своей работе Z. Ballotta et al. сообщают об отсутствии влияния СД на результаты первичной и вторичной проходимости шунтированного бедренно-подколенного сегмента, сохранности конечности и выживаемости больных с КИНК в отдаленном периоде [20]. По результатам исследования "PREVENT III" (2006), большая подкожная вена (БПВ) в 28% случаев оказалась непригодной в качестве кондуита для бедренно-дистального шунтирования по анатомическим критериям [21]. Альтернативой БПВ может служить *v. saphalica* или *v. basilica*, так, в исследовании F. Brochado et al. у большей части пациентов с СД и КИНК вторичная проходимость поверхностной вены верхней конечности в качестве кондуита для шунтирования составляла 56,5%, а сохранность конечности достигала 70% [22].

Из-за характера атеросклеротического поражения артерий голени на фоне СД, артерии стопы часто являются пригодными для реконструктивных операций в качестве путей оттока. В обзоре R. J. Hinchliffe et al. сообщается, что медиана годовой сохранности конечности при ультрадистальном шунтировании у пациентов с СДС составляет 86%, через 3 года — 83%, а через 5 лет — 78% при малой выборке [1]. Шунтирование с наложением дистального анастомоза с медиальной или латеральной подошвенной артериями сопряжено с риском ранней окклюзии кондуита [23].

**Эндоваскулярные вмешательства**

Наряду с шунтирующими операциями все

чаще используются эндоваскулярные вмешательства. Опубликованные в 2007 году рекомендации TASC II являлись пересмотром исходной классификации TASC I для ЗАНК и предлагались для выбора тактики реваскуляризации на основе ангиографической картины анатомии поражения сосуда [24]. Развитие технологий в эндоваскулярных методах лечения расширяет показания для реваскуляризации у пациентов с ЗАНК и СД, выдвигая данный вид хирургического вмешательства на первый план [25].

Применение баллонной ангиопластики (БАП) в инфраингвинальной области (D тип по TASC II) было связано с сохранностью конечности в 93,0%, заживлением язвенно-некротических дефектов в 93,9% случаев [26]. Успех ангиопластики при окклюзионно-стенозических поражениях артерий голени  $\geq 10$  см у пациентов с СДС составлял 96%, сохранность конечности — 88% [27].

Выдвинутая в 1987 году ангиосомная теория кровоснабжения стопы остается объектом дискуссий при выборе объема реваскуляризации [28]. Большинство диабетических язв локализуются в области ответственности нескольких ангиосом. Ангиосом-связанная техника с полным восстановлением проходимости артерий стопы приводит к ускорению заживления язвенно-некротических дефектов в сравнении с реваскуляризацией целевого сосуда [29]. Применение баллонной ангиопластики (БАП) для восстановления проходимости артерий стопы чаще характеризуется краткосрочным клиническим эффектом, достаточным для заживления язвы [30].

Эволюция материалов современных периферических стентов и их механические свойства изменили стратегию эндоваскулярного лечения бедренно-подколенных поражений. Для этого сегмента применение стентов из раздела «предпочтительный выбор» для стенозов и окклюзий до 10 см в TASC II [24, 31].

По результатам ряда исследований, при средней длине поражения бедренно-подколенного сегмента 8-10 см частота рестеноза была меньше в группах пациентов со стентированием (19,7-37%), чем в группах с применением БАП (38,6%-63%) [32, 33]. Ограничения использования голометаллического стента при протяженных поражениях были продемонстрированы в рандомизированном исследовании "SUPER". Средняя длина поражения в группе стентирования составляла  $123 \pm 54,3$  мм, а в группе использования БАП —  $116,8 \pm 52,2$  мм при сопоставимой частоте (47,2 vs 43,5) рестеноза в отдаленном периоде [34].

Перелом стента в бедренно-подколенной позиции остается важной проблемой в эндоваскулярной хирургии. D. Scheinert et al. сообщили о 37,2% случаев перелома стента, отмечая прямую корреляцию с его длиной [35]. Рутинное использование голометаллического стента в бедренно-подколенной области при протяженных типах поражения не представляется оптимальным [36]. Применение плетеного нитинолового стента “Supera” при такой патологии бедренно-подколенного сегмента (40–200мм) показало высокий уровень проходимости через 6 и 12 месяцев (83,5% и 78,6% соответственно) [37].

Разработка баллонов с лекарственным покрытием (БЛП) и стентов с лекарственным покрытием (СЛП) была нацелена на улучшение результатов лечения при инфраингвинальных поражениях. Schmidt A. et al. (2011) сообщили о проходимости артерий голени после применения БЛП через 3 месяца в 72,6%, о заживлении язвы и сохранности конечности в течение года в 74,2% и 95,6% случаев соответственно [38]. Результаты исследования “IN.PACT DEEP” продемонстрировали, что использование БЛП в артериях ниже щели коленного сустава не уменьшало риск рестеноза, а частота ампутаций даже увеличилась [39]. В проспективном мультицентровом рандомизированном исследовании “The IN.PACT SFA” выполнение баллонной ангиопластики с помощью БЛП при поражении поверхностной бедренной артерии (ПБА) было связано с лучшей первичной проходимостью и снижением частоты повторного вмешательства по сравнению с традиционной БАП [40]. Проведенный позднее метаанализ K. Katsanos et al. продемонстрировал увеличение частоты летальных исходов при использовании баллонов и стентов с паклитакселем в ПБА в отдаленном периоде [41]. Последующие исследования подвергли сомнению результаты работы K. Katsanos, K. Ouriel et al. установили, что применение БЛП в бедренно-подколенном сегменте не увеличивало смертность в сравнении с использованием баллона без лекарственного покрытия [42]. J. Iremba et al. сделали вывод, что нет достоверной разницы между применением баллонной ангиопластики в артериях голени с использованием БЛП и обычных баллонов по выживаемости, сохранности конечности и рестенозам [43].

Остается нерешенным вопрос о выборе стента — голометаллического или СЛП. В исследовании A. Rastan et al. первичная проходимость за год была значительно выше в группе с использованием СЛП, чем в группе голометаллических стентов (80,6% vs 55,6%,

$p=0,004$ ) при длине поражения не более 45 мм [44]. В рандомизированном контролируемом исследовании “ACHILLES” у пациентов с СД рестеноз развивался реже в группе применения СЛП, чем при БАП (17,6% vs. 53,2%,  $p \leq 0,001$ ) [45]. Подобные результаты приводятся в исследовании “DESTINY” у пациентов с КИНК, где общая доля больных с СД была больше 50%. [46]. Y. Bausback et al. сообщили о схожих показателях проходимости в отдаленном периоде, применяя БЛП и СЛП в бедренно-подколенном сегменте [47].

На сегодняшний день существует одно завершённое многоцентровое рандомизированное исследование — “BASIL”, в котором эндоваскулярное и открытое вмешательства на артериях нижних конечностей показали в отдаленном периоде схожие результаты наблюдений по сохранности конечности при большей выживаемости в группе шунтирующих операций [48]. В метаанализе W. S. Jones et al. при сравнении этих двух методов реваскуляризации в лечении пациентов с КИНК были получены схожие результаты в выживаемости и сохранности конечности [49].

## Заключение

Особенности атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей у пациентов с синдромом диабетической стопы определяют специфический подход к диагностике и лечению. Для повышения эффективности лечения этой категории пациентов необходимо выполнять комплексную диагностическую оценку поражения артериального русла и мягких тканей нижних конечностей с использованием современных оценочных шкал. Усовершенствование методов лучевой диагностики и эндоваскулярной хирургии расширило показания для оперативного лечения пациентов с ишемической и нейроишемической формами синдрома диабетической стопы, что позволило значительно улучшить качество жизни и снизить число выполняемых ампутаций. На сегодняшний день остается много нерешенных вопросов в выборе метода, техники и объема восстановления кровотока в нижней конечности у данной категории пациентов.

## Финансирование

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского Минздрава России, г. Саратов, Российская Федерация. Финансовой

поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и изделий медицинского назначения авторы не получали.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

### ЛИТЕРАТУРА

- Hinchliffe RJ, Andros G, Apelqvist J, Bakker K, Friederichs S, Lammer J, Lepantalo M, Mills JL, Reekers J, Shearman CP, Valk G, Zierler RE, Schaper NC. A systematic review of the effectiveness of revascularization of the ulcerated foot in patients with diabetes and peripheral arterial disease. *Diabetes Metab Res Rev.* 2012 Feb;28(Suppl 1):179-17. doi: 10.1002/dmrr.2249
- Behroozian A, Beckman JA. Microvascular disease increases amputation in patients with peripheral artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020 Mar;40(3):534-40. doi: 10.1161/ATVBAHA.119.312859
- Richter L, Freisinger E, Lüders F, Gebauer K, Meyborg M, Malyar NM. Impact of diabetes type on treatment and outcome of patients with peripheral artery disease. *Diab Vasc Dis Res.* 2018 Nov;15(6):504-10 doi: 10.1186/s12933-017-0524-8
- Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, Collet JP, Czerny M, De Carlo M, Debus S, Espinola-Klein C, Kahan T, Kownator S, Mazzolai L, Naylor AR, Roffi M, Röther J, Sprynger M, Tendera M, Tepe G, Venermo M, Vlachopoulos C, Desormais I; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J.* 2018 Mar 1;39(9):763-16. doi: 10.1093/eurheartj/ehx095
- Ozdemir BA, Brownrigg JR, Jones KG, Thompson MM, Hinchliffe RJ. Systematic review of screening investigations for peripheral arterial disease in patients with diabetes mellitus. *Surg Technol Int.* 2013 Sep;23:51-58.
- Bunte MC, Jacob J, Nudelman B, Shishebor MH. Validation of the relationship between ankle-brachial and toe-brachial indices and infragenicular arterial patency in critical limb ischemia. *Vasc Med.* 2015 Feb;20(1):23-29. doi: 10.1177/1358863X14565372
- Jeevanantham V, Chehab B, Austria E, Shrivastava R, Wiley M, Tadros P, Dawn B, Vacek JL, Gupta K. Comparison of accuracy of two different methods to determine ankle-brachial index to predict peripheral arterial disease severity confirmed by angiography. *Am J Cardiol.* 2014 Oct 1;114(7):1105-10. doi: 10.1016/j.amjcard.2014.07.023
- Hyun S, Forbang NI, Allison MA, Denenberg JO, Criqui MH, Ix JH. Ankle-brachial index, toe-brachial index, and cardiovascular mortality in persons with and without diabetes mellitus. *J Vasc Surg.* 2014 Aug;60(2):390-95. doi: 10.1016/j.jvs.2014.02.008
- Høyer C, Sandermann J, Petersen LJ. The toe-brachial index in the diagnosis of peripheral arterial disease. *J Vasc Surg.* 2013 Jul;58(1):231-38. doi: 10.1016/j.jvs.2013.03.044
- Vriens B, D'Abate F, Ozdemir BA, Fenner C, Maynard W, Budge J, Carradice D, Hinchliffe RJ. Clinical examination and non-invasive screening tests in the diagnosis of peripheral artery disease in people with diabetes-related foot ulceration. *Diabet Med.* 2018 Jul;35(7):895-902 doi:10.1111/dme.13634
- Hou XX, Chu GH, Yu Y. Prospects of contrast-enhanced ultrasonography for the diagnosis of peripheral arterial disease: a meta-analysis. *J Ultrasound Med.* 2018 May;37(5):1081-90. doi: 10.1002/jum.14451
- Đurović Sarajlić V, Totić D, Bio Osmanagić A, Gojak R, Lincender L. Is 64-row multi-detector computed tomography angiography equal to digital subtraction angiography in treatment planning in critical limb ischemia? *Psychiatr Danub.* 2019 Dec;31(Suppl 5):814-20. [http://www.psychiatria-danubina.com/UserDocsImages/pdf/dnb\\_vol31\\_noSuppl%205/dnb\\_vol31\\_noSuppl%205\\_814.pdf](http://www.psychiatria-danubina.com/UserDocsImages/pdf/dnb_vol31_noSuppl%205/dnb_vol31_noSuppl%205_814.pdf)
- Palena LM, Diaz-Sandoval LJ, Candeo A, Brigato C, Sultato E, Manzi M. Automated carbon dioxide angiography for the evaluation and endovascular treatment of diabetic patients with critical limb ischemia. *J Endovasc Ther.* 2016 Feb;23(1):40-48. doi: 10.1177/1526602815616924
- Santema TB, Lenselink EA, Balm R, Ubbink DT. Comparing the Meggitt-Wagner and the University of Texas wound classification systems for diabetic foot ulcers: inter-observer analyses. *Int Wound J.* 2016 Dec;13(6):1137-41. doi: 10.1111/iwj.12429
- Cull DL, Manos G, Hartley MC, Taylor SM, Langan EM, Eidt JF, Johnson BL. An early validation of the Society for Vascular Surgery lower extremity threatened limb classification system. *J Vasc Surg.* 2014 Dec;60(6):1535-41. doi: 10.1016/j.jvs.2014.08.107
- Robinson WP, Loretz L, Hanesian C, Flahive J, Bostrom J, Lunig N, Schanzer A, Messina L. Society for Vascular Surgery Wound, Ischemia, foot Infection (WIFI) score correlates with the intensity of multimodal limb treatment and patient-centered outcomes in patients with threatened limbs managed in a limb preservation center. *J Vasc Surg.* 2017 Aug;66(2):488-98 doi: 10.1016/j.jvs.2016.07.086
- Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, Mills JL, Ricco JB, Suresh KR, Murad MH; GVG Writing Group. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019 Jun;69(6S):3S-125S.e40. doi: 10.1016/j.jvs.2019.02.016
- Almasri J, Adusumalli J, Asi N, Lakis S, Alsawas M, Prokop LJ, Bradbury A, Kolh P, Conte MS, Murad MH. A systematic review and meta-analysis of revascularization outcomes of infrainguinal chronic limb-threatening ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019 Jul;58(1S):S110-S119. doi:10.1016/j.ejvs.2019.04.013
- Dorigo W, Pulli R, Castelli P, Dorrucchi V, Ferilli F, De Blasis G, Monaca V, Vecchiati E, Pratesi C; Propaten Italian Registry Group. A multicenter comparison between autologous saphenous vein and heparin-bonded expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) graft in the treatment of critical limb ischemia in diabetics. *J Vasc Surg.* 2011 Nov;54(5):1332-38. doi: 10.1016/j.jvs.2011.05.046
- Ballotta E, Toniato A, Piatto G, Mazzalai F, Da

- Giau G. Lower extremity arterial reconstruction for critical limb ischemia in diabetes. *J Vasc Surg.* 2014 Mar;59(3):708-19. doi: 10.1016/j.jvs.2013.08.103
21. Schanzer A, Hevelone N, Owens CD, Belkin M, Bandyk DF, Clowes AW, Moneta GL, Conte MS. Technical factors affecting autogenous vein graft failure: observations from a large multicenter trial. *J Vasc Surg.* 2007 Dec;46(6):1180-90; discussion 1190. doi: 10.1016/j.jvs.2007.08.033
22. Brochado Neto F, Sandri GA, Kalaf MJ, Matiolo MF, Casella IB, Godoy MR, Martins Cury MV, Sacilotto R. Arm vein as an alternative autogenous conduit for infragenicular bypass in the treatment of critical limb ischaemia: a 15 year experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014 Jun;47(6):609-14. doi: 10.1016/j.ejvs.2014.01.019
23. Hinchliffe RJ, Forsythe RO, Apelqvist J, Boyko EJ, Fitridge R, Hong JP, Katsanos K, Mills JL, Nikol S, Reekers J, Venermo M, Zierler RE, Schaper NC; International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on diagnosis, prognosis, and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers and diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020 Mar;36(Suppl 1):e3276. doi: 10.1002/dmrr.3276
24. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007 Jan;45(Suppl S):S5-67. doi: 10.1016/j.jvs.2006.12.037
25. Hinchliffe RJ, Forsythe RO, Apelqvist J, Boyko EJ, Fitridge R, Hong JP, Katsanos K, Mills JL, Nikol S, Reekers J, Venermo M, Zierler RE, Schaper NC; International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on diagnosis, prognosis, and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers and diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020 Mar;36(Suppl 1):e3276. doi: 10.1002/dmrr.3276
26. Kobayashi N, Hirano K, Yamawaki M, Araki M, Sakai T, Sakamoto Y, Mori S, Tsutsumi M, Honda Y, Tokuda T, Makino K, Shirai S, Ito Y. Characteristics and clinical outcomes of repeat endovascular therapy after infrapopliteal balloon angioplasty in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018 Feb 15;91(3):505-14. doi: 10.1002/ccd.27238
27. Lo ZJ, Lin Z, Pua U, Quek LHH, Tan BP, Punamiya S, Tan GWL, Narayanan S, Chandrasekar S. Diabetic Foot limb salvage-a series of 809 attempts and predictors for endovascular limb salvage failure. *Ann Vasc Surg.* 2018 May;49:9-16. doi: 10.1016/j.avsg.2018.01.061
28. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* 1987 Mar;40(2):113-41. doi: 10.1016/0007-1226(87)90185-8
29. Biagioni RB, Biagioni LC, Nasser F, Burihan MC, Ingrund JC, Naser A, Miranda F Jr. Infrapopliteal angioplasty of one or more than one artery for critical limb ischaemia: a randomised clinical trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018 Apr;55(4):518-27. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.12.022
30. Cheun TJ, Jayakumar L, Sideman MJ, Pounds LC, Davies MG. Outcomes of isolated inframalleolar interventions for chronic limb-threatening ischemia in diabetic patients. *J Vasc Surg.* 2020 May;71(5):1644-652.e2. doi: 10.1016/j.jvs.2019.07.094
31. Dormandy JA, Rutherford RB. Management of peripheral arterial disease (PAD): TASC Working Group: Trans Atlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 2000;31(1 Pt 2):S1-S296. doi: 10.1016/S0741-5214(00)81002-2
32. Laird JR, Katzen BT, Scheinert D, Lammer J, Carpenter J, Buchbinder M, Dave R, Ansel G, Lansky A, Cristea E, Collins TJ, Goldstein J, Jaff MR; RESILIENT Investigators. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2010 Jun 1;3(3):267-76. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468
33. Schillinger M, Sabeti S, Dick P, Amighi J, Mlekusch W, Schlager O, Loewe C, Cejna M, Lammer J, Minar E. Sustained benefit at 2 years of primary femoropopliteal stenting compared with balloon angioplasty with optional stenting. *Circulation.* 2007 May 29;115(21):2745-49. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.688341
34. Chalmers N, Walker PT, Belli AM, Thorpe AP, Sidhu PS, Robinson G, van Ransbeeck M, Fearn SA. Randomized trial of the SMART stent versus balloon angioplasty in long superficial femoral artery lesions: the SUPER study. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2013 Apr;36(2):353-61. doi:10.1007/s00270-012-0492-z
35. Scheinert D, Scheinert S, Sax J, Piorkowski C, Bräunlich S, Ulrich M, Biamino G, Schmidt A. Prevalence and clinical impact of stent fractures after femoropopliteal stenting. *J Am Coll Cardiol.* 2005 Jan 18;45(2):312-15. doi: 10.1016/j.jacc.2004.11.026
36. Davaine JM, Azéma L, Guyomarch B, Chaillou P, Costargent A, Patra P, Lambert G, Gouëffic Y. One-year clinical outcome after primary stenting for Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC) C and D femoropopliteal lesions (the STELLA "STENTing Long de L'Artère fémorale uperficielle" cohort). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012 Oct;44(4):432-41. doi: 10.1016/j.ejvs.2012.07.015
37. Chan YC, Cheng SW, Ting AC, Cheung GC. Primary stenting of femoropopliteal atherosclerotic lesions using new helical interwoven nitinol stents. *J Vasc Surg.* 2014 Feb;59(2):384-91. doi: 10.1016/j.jvs.2013.08.037
38. Schmidt A, Piorkowski M, Werner M, Ulrich M, Bausback Y, Bräunlich S, Ick H, Schuster J, Botsios S, Kruse HJ, Varcoe RL, Scheinert D. First experience with drug-eluting balloons in infrapopliteal arteries: restenosis rate and clinical outcome. *J Am Coll Cardiol.* 2011 Sep 6;58(11):1105-109. doi: 10.1016/j.jacc.2011.05.034
39. Zeller T, Baumgartner I, Scheinert D, Brodmann M, Bosiers M, Micari A, Peeters P, Vermassen F, Landini M, Snead DB, Kent KC, Rocha-Singh KJ; IN.PACT DEEP Trial Investigators. Drug-eluting balloon versus standard balloon angioplasty for infrapopliteal arterial revascularization in critical limb ischemia: 12-month results from the IN.PACT DEEP randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2014 Oct 14;64(15):1568-76. doi: 10.1016/j.jacc.2014.06.1198
40. Schneider PA, Laird JR, Tepe G, Brodmann M, Zeller T, Scheinert D, Metzger C, Micari A, Sachar R, Jaff MR, Wang H, Hasenbank MS, Krishnan P; IN.PACT SFA Trial Investigators. Treatment effect of drug-coated balloons is durable to 3 years in the femoropopliteal arteries: long-term results of the IN.PACT SFA Randomized Trial. *Circ Cardiovasc*

*Interv.* 2018 Jan;11(1):e005891. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005891

41. Katsanos K, Spiliopoulos S, Kitrou P, Krokidis M, Karnabatidis D. Risk of death following application of paclitaxel-coated balloons and stents in the femoropopliteal artery of the leg: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc.* 2018 Dec 18;7(24):e011245. doi: 10.1161/JAHA.118.011245
42. Ouriel K, Adelman MA, Rosenfield K, Scheinert D, Brodmann M, Peca C, Geraghty P, Lee A, White R, Clair DG. Safety of Paclitaxel-Coated Balloon Angioplasty for Femoropopliteal Peripheral Artery Disease. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019 Dec 23;12(24):2515-24. doi: 10.1016/j.jcin.2019.08.025
43. Ipema J, Huizing E, Schreve MA, de Vries JPM, Ünlü Ç. Editor's Choice – Drug Coated Balloon Angioplasty vs. Standard percutaneous transluminal angioplasty in below the knee peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020 Feb;59(2):265-75. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.10.002
44. Rastan A, Tepe G, Krankenberg H, Zahorsky R, Beschoner U, Noory E, Sixt S, Schwarz T, Brechtel K, Böhme C, Neumann FJ, Zeller T. Sirolimus-eluting stents vs. bare-metal stents for treatment of focal lesions in infrapopliteal arteries: a double-blind, multicentre, randomized clinical trial. *Eur Heart J.* 2011 Sep;32(18):2274-81. doi: 10.1093/eurheartj/ehr144
45. Scheinert D, Katsanos K, Zeller T, Koppensteiner R, Commeau P, Bosiers M, Krankenberg H, Baumgartner I, Siablis D, Lammer J, Van Ransbeeck M, Qureshi AC, Stoll HP; ACHILLES Investigators. A prospective randomized multicenter comparison of balloon angioplasty and infrapopliteal stenting with the sirolimus-eluting stent in patients with ischemic peripheral arterial disease: 1-year results from the ACHILLES trial. *J Am Coll Cardiol.* 2012 Dec 4;60(22):2290-95. doi: 10.1016/j.jacc.2012.08.989
46. Bosiers M, Scheinert D, Peeters P, Torsello G, Zeller T, Deloose K, Schmidt A, Tessarek J, Vinck E, Schwartz LB. Randomized comparison of everolimus-eluting versus bare-metal stents in patients with critical limb ischemia and infrapopliteal arterial occlusive disease. *J Vasc Surg.* 2012 Feb;55(2):390-98. doi: 10.1016/j.jvs.2011.07.099
47. Bausback Y, Wittig T, Schmidt A, Zeller T, Bosiers M, Peeters P, Brucks S, Lottes AE, Scheinert D, Steiner S. Drug-eluting stent versus drug-coated balloon revascularization in patients with femoropopliteal arterial disease. *J Am Coll Cardiol.* 2019 Feb 19;73(6):667-79. doi: 10.1016/j.jacc.2018.11.039
48. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, Bell J, Bradbury AW, Forbes JF, Fowkes FG, Gillespie I, Ruckley CV, Raab G, Storkey H; BASIL trial participants. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* 2005 Dec 3;366(9501):1925-34. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67704-5
49. Jones WS, Dolor RJ, Hasselblad V, Vemulapalli S, Subherwal S, Schmit K, Heidenfelder B, Patel MR. Comparative effectiveness of endovascular and surgical revascularization for patients with peripheral artery disease and critical limb ischemia: systematic review of revascularization in critical limb ischemia. *Am Heart J.* 2014 Apr;167(4):489-98.e7. doi: 10.1016/j.ahj.2013.12.012

## REFERENCES

1. Hinchliffe RJ, Andros G, Apelqvist J, Bakker K, Friederichs S, Lammer J, Lepantalo M, Mills JL, Reekers J, Shearman CP, Valk G, Zierler RE, Schaper NC. A systematic review of the effectiveness of revascularization of the ulcerated foot in patients with diabetes and peripheral arterial disease. *Diabetes Metab Res Rev.* 2012 Feb;28(Suppl 1):179-17. doi: 10.1002/dmrr.2249
2. Behroozian A, Beckman JA. Microvascular disease increases amputation in patients with peripheral artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020 Mar;40(3):534-40. doi: 10.1161/ATVBAHA.119.312859
3. Richter L, Freisinger E, Lüders F, Gebauer K, Meyborg M, Malyar NM. Impact of diabetes type on treatment and outcome of patients with peripheral artery disease. *Diab Vasc Dis Res.* 2018 Nov;15(6):504-10. doi: 10.1186/s12933-017-0524-8
4. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, Collet JP, Czerny M, De Carlo M, Debus S, Espinola-Klein C, Kahan T, Kownator S, Mazzolai L, Naylor AR, Roffi M, Röther J, Sprynger M, Tenders M, Tepe G, Venermo M, Vlachopoulos C, Desormais I; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J.* 2018 Mar 1;39(9):763-16. doi: 10.1093/eurheartj/ehx095
5. Ozdemir BA, Brownrigg JR, Jones KG, Thompson MM, Hinchliffe RJ. Systematic review of screening investigations for peripheral arterial disease in patients with diabetes mellitus. *Surg Technol Int.* 2013 Sep;23:51-58.
6. Bunte MC, Jacob J, Nudelman B, Shishehbor MH. Validation of the relationship between ankle-brachial and toe-brachial indices and infragenicular arterial patency in critical limb ischemia. *Vasc Med.* 2015 Feb;20(1):23-29. doi: 10.1177/1358863X14565372
7. Jeevanantham V, Chehab B, Austria E, Shrivastava R, Wiley M, Tadros P, Dawn B, Vacek JL, Gupta K. Comparison of accuracy of two different methods to determine ankle-brachial index to predict peripheral arterial disease severity confirmed by angiography. *Am J Cardiol.* 2014 Oct 1;114(7):1105-10. doi: 10.1016/j.amjcard.2014.07.023
8. Hyun S, Forbang NI, Allison MA, Denenberg JO, Criqui MH, Ix JH. Ankle-brachial index, toe-brachial index, and cardiovascular mortality in persons with and without diabetes mellitus. *J Vasc Surg.* 2014 Aug;60(2):390-95. doi: 10.1016/j.jvs.2014.02.008
9. Høyer C, Sandermann J, Petersen LJ. The toe-brachial index in the diagnosis of peripheral arterial disease. *J Vasc Surg.* 2013 Jul;58(1):231-38. doi: 10.1016/j.jvs.2013.03.044
10. Vriens B, D'Abate F, Ozdemir BA, Fenner C, Maynard W, Budge J, Carradice D, Hinchliffe RJ. Clinical examination and non-invasive screening tests in the diagnosis of peripheral artery disease in people with diabetes-related foot ulceration. *Diabet Med.* 2018 Jul;35(7):895-902. doi:10.1111/dme.13634

11. Hou XX, Chu GH, Yu Y. Prospects of contrast-enhanced ultrasonography for the diagnosis of peripheral arterial disease: a meta-analysis. *J Ultrasound Med.* 2018 May;37(5):1081-90. doi: 10.1002/jum.14451
12. Đurović Sarajlić V, Totić D, Bio Osmanagić A, Gojak R, Lincender L. Is 64-row multi-detector computed tomography angiography equal to digital subtraction angiography in treatment planning in critical limb ischemia? *Psychiatr Danub.* 2019 Dec;31(Suppl 5):814-20. [http://www.psychiatria-danubina.com/UserDocsImages/pdf/dnb\\_vol31\\_noSuppl%205/dnb\\_vol31\\_noSuppl%205\\_814.pdf](http://www.psychiatria-danubina.com/UserDocsImages/pdf/dnb_vol31_noSuppl%205/dnb_vol31_noSuppl%205_814.pdf)
13. Palena LM, Diaz-Sandoval LJ, Candeo A, Brigato C, Sultato E, Manzi M. Automated carbon dioxide angiography for the evaluation and endovascular treatment of diabetic patients with critical limb ischemia. *J Endovasc Ther.* 2016 Feb;23(1):40-48. doi: 10.1177/1526602815616924
14. Santema TB, Lenselink EA, Balm R, Ubbink DT. Comparing the Meggitt-Wagner and the University of Texas wound classification systems for diabetic foot ulcers: inter-observer analyses. *Int Wound J.* 2016 Dec;13(6):1137-41. doi: 10.1111/iwj.12429
15. Cull DL, Manos G, Hartley MC, Taylor SM, Langan EM, Eidt JF, Johnson BL. An early validation of the Society for Vascular Surgery lower extremity threatened limb classification system. *J Vasc Surg.* 2014 Dec;60(6):1535-41. doi: 10.1016/j.jvs.2014.08.107
16. Robinson WP, Loretz L, Hanesian C, Flahive J, Bostrom J, Lunig N, Schanzer A, Messina L. Society for Vascular Surgery Wound, Ischemia, foot Infection (WIFI) score correlates with the intensity of multimodal limb treatment and patient-centered outcomes in patients with threatened limbs managed in a limb preservation center. *J Vasc Surg.* 2017 Aug;66(2):488-98 doi: 10.1016/j.jvs.2016.07.086
17. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, Mills JL, Ricco JB, Suresh KR, Murad MH; GVG Writing Group. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019 Jun;69(6S):3S-12S.e40. doi: 10.1016/j.jvs.2019.02.016
18. Almasri J, Adusumalli J, Asi N, Lakis S, Alsawas M, Prokop LJ, Bradbury A, Kolh P, Conte MS, Murad MH. A systematic review and meta-analysis of revascularization outcomes of infrainguinal chronic limb-threatening ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019 Jul;58(1S):S110-S119. doi:10.1016/j.ejvs.2019.04.013
19. Dorigo W, Pulli R, Castelli P, Dorrucchi V, Ferilli F, De Blasis G, Monaca V, Vecchiati E, Pratesi C; Propaten Italian Registry Group. A multicenter comparison between autologous saphenous vein and heparin-bonded expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) graft in the treatment of critical limb ischemia in diabetics. *J Vasc Surg.* 2011 Nov;54(5):1332-38. doi: 10.1016/j.jvs.2011.05.046
20. Ballotta E, Toniato A, Piatto G, Mazzalai F, Da Giau G. Lower extremity arterial reconstruction for critical limb ischemia in diabetes. *J Vasc Surg.* 2014 Mar;59(3):708-19. doi: 10.1016/j.jvs.2013.08.103
21. Schanzer A, Hevelone N, Owens CD, Belkin M, Bandyk DF, Clowes AW, Moneta GL, Conte MS. Technical factors affecting autogenous vein graft failure: observations from a large multicenter trial. *J Vasc Surg.* 2007 Dec;46(6):1180-90; discussion 1190. doi: 10.1016/j.jvs.2007.08.033
22. Brochado Neto F, Sandri GA, Kalaf MJ, Matiolo MF, Casella IB, Godoy MR, Martins Cury MV, Sacilotto R. Arm vein as an alternative autogenous conduit for infragenicular bypass in the treatment of critical limb ischaemia: a 15 year experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014 Jun;47(6):609-14. doi: 10.1016/j.ejvs.2014.01.019
23. Hinchliffe RJ, Forsythe RO, Apelqvist J, Boyko EJ, Fitridge R, Hong JP, Katsanos K, Mills JL, Nikol S, Reekers J, Venermo M, Zierler RE, Schaper NC; International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on diagnosis, prognosis, and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers and diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020 Mar;36(Suppl 1):e3276. doi: 10.1002/dmrr.3276
24. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007 Jan;45(Suppl S):S5-67. doi: 10.1016/j.jvs.2006.12.037
25. Hinchliffe RJ, Forsythe RO, Apelqvist J, Boyko EJ, Fitridge R, Hong JP, Katsanos K, Mills JL, Nikol S, Reekers J, Venermo M, Zierler RE, Schaper NC; International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on diagnosis, prognosis, and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers and diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020 Mar;36(Suppl 1):e3276. doi: 10.1002/dmrr.3276
26. Kobayashi N, Hirano K, Yamawaki M, Araki M, Sakai T, Sakamoto Y, Mori S, Tsutsumi M, Honda Y, Tokuda T, Makino K, Shirai S, Ito Y. Characteristics and clinical outcomes of repeat endovascular therapy after infrapopliteal balloon angioplasty in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018 Feb 15;91(3):505-14. doi: 10.1002/ccd.27238
27. Lo ZJ, Lin Z, Pua U, Quek LHH, Tan BP, Punamiya S, Tan GWL, Narayanan S, Chandrasekar S. Diabetic Foot limb salvage-a series of 809 attempts and predictors for endovascular limb salvage failure. *Ann Vasc Surg.* 2018 May;49:9-16. doi: 10.1016/j.avsg.2018.01.061
28. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* 1987 Mar;40(2):113-41. doi: 10.1016/0007-1226(87)90185-8
29. Biagioni RB, Biagioni LC, Nasser F, Burihan MC, Ingrund JC, Nesar A, Miranda F Jr. Infrapopliteal angioplasty of one or more than one artery for critical limb ischaemia: a randomised clinical trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018 Apr;55(4):518-27. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.12.022
30. Cheun TJ, Jayakumar L, Sideman MJ, Pounds LC, Davies MG. Outcomes of isolated inframalleolar interventions for chronic limb-threatening ischemia in diabetic patients. *J Vasc Surg.* 2020 May;71(5):1644-652.e2. doi: 10.1016/j.jvs.2019.07.094
31. Dormandy JA, Rutherford RB. Management of peripheral arterial disease (PAD): TASC Working Group: TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 2000;31(1 Pt 2):S1-S296. doi: 10.1016/S0741-5214(00)81002-2
32. Laird JR, Katzen BT, Scheinert D, Lammer J, Carpenter J, Buchbinder M, Dave R, Ansel G, Lansky A, Cristea E, Collins TJ, Goldstein J, Jaff MR; RESILIENT Investigators. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-



- month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2010 Jun 1;3(3):267-76. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468
33. Schillinger M, Sabeti S, Dick P, Amighi J, Mlekusch W, Schlager O, Loewe C, Cejna M, Lammer J, Minar E. Sustained benefit at 2 years of primary femoropopliteal stenting compared with balloon angioplasty with optional stenting. *Circulation.* 2007 May 29;115(21):2745-49. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.688341
34. Chalmers N, Walker PT, Belli AM, Thorpe AP, Sidhu PS, Robinson G, van Ransbeeck M, Fearn SA. Randomized trial of the SMART stent versus balloon angioplasty in long superficial femoral artery lesions: the SUPER study. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2013 Apr;36(2):353-61. doi:10.1007/s00270-012-0492-z
35. Scheinert D, Scheinert S, Sax J, Piorkowski C, Bräunlich S, Ulrich M, Biamino G, Schmidt A. Prevalence and clinical impact of stent fractures after femoropopliteal stenting. *J Am Coll Cardiol.* 2005 Jan 18;45(2):312-15. doi: 10.1016/j.jacc.2004.11.026
36. Davaine JM, Azéma L, Guyomarch B, Chaillou P, Costargent A, Patra P, Lambert G, Gouëffic Y. One-year clinical outcome after primary stenting for Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC) C and D femoropopliteal lesions (the STELLA "STEnting Long de L'Artère fémorale uperficielle" cohort). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012 Oct;44(4):432-41. doi: 10.1016/j.ejvs.2012.07.015
37. Chan YC, Cheng SW, Ting AC, Cheung GC. Primary stenting of femoropopliteal atherosclerotic lesions using new helical interwoven nitinol stents. *J Vasc Surg.* 2014 Feb;59(2):384-91. doi: 10.1016/j.jvs.2013.08.037
38. Schmidt A, Piorkowski M, Werner M, Ulrich M, Bausback Y, Bräunlich S, Ick H, Schuster J, Botsios S, Kruse HJ, Varcoe RL, Scheinert D. First experience with drug-eluting balloons in infrapopliteal arteries: restenosis rate and clinical outcome. *J Am Coll Cardiol.* 2011 Sep 6;58(11):1105-109. doi: 10.1016/j.jacc.2011.05.034
39. Zeller T, Baumgartner I, Scheinert D, Brodmann M, Bosiers M, Micari A, Peeters P, Vermassen F, Landini M, Snead DB, Kent KC, Rocha-Singh KJ; IN.PACT DEEP Trial Investigators. Drug-eluting balloon versus standard balloon angioplasty for infrapopliteal arterial revascularization in critical limb ischemia: 12-month results from the IN.PACT DEEP randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2014 Oct 14;64(15):1568-76. doi: 10.1016/j.jacc.2014.06.1198
40. Schneider PA, Laird JR, Tepe G, Brodmann M, Zeller T, Scheinert D, Metzger C, Micari A, Sachar R, Jaff MR, Wang H, Hasenbank MS, Krishnan P; IN.PACT SFA Trial Investigators. Treatment effect of drug-coated balloons is durable to 3 years in the femoropopliteal arteries: long-term results of the IN.PACT SFA Randomized Trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2018 Jan;11(1):e005891. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005891
41. Katsanos K, Spiliopoulos S, Kitrou P, Krokidis M, Karnabatidis D. Risk of death following application of paclitaxel-coated balloons and stents in the femoropopliteal artery of the leg: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc.* 2018 Dec 18;7(24):e011245. doi: 10.1161/JAHA.118.011245
42. Ouriel K, Adelman MA, Rosenfield K, Scheinert D, Brodmann M, Peca C, Geraghty P, Lee A, White R, Clair DG. Safety of Paclitaxel-Coated Balloon Angioplasty for Femoropopliteal Peripheral Artery Disease. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019 Dec 23;12(24):2515-24. doi: 10.1016/j.jcin.2019.08.025
43. Ipema J, Huizing E, Schreve MA, de Vries JPM, Ünlü Ç. Editor's Choice – Drug Coated Balloon Angioplasty vs. Standard percutaneous transluminal angioplasty in below the knee peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020 Feb;59(2):265-75. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.10.002
44. Rastan A, Tepe G, Krankenberg H, Zahorsky R, Beschoner U, Noory E, Sixt S, Schwarz T, Brechtel K, Böhme C, Neumann FJ, Zeller T. Sirolimus-eluting stents vs. bare-metal stents for treatment of focal lesions in infrapopliteal arteries: a double-blind, multi-centre, randomized clinical trial. *Eur Heart J.* 2011 Sep;32(18):2274-81. doi: 10.1093/eurheartj/ehr144
45. Scheinert D, Katsanos K, Zeller T, Koppensteiner R, Commeau P, Bosiers M, Krankenberg H, Baumgartner I, Siablis D, Lammer J, Van Ransbeeck M, Qureshi AC, Stoll HP; ACHILLES Investigators. A prospective randomized multicenter comparison of balloon angioplasty and infrapopliteal stenting with the sirolimus-eluting stent in patients with ischemic peripheral arterial disease: 1-year results from the ACHILLES trial. *J Am Coll Cardiol.* 2012 Dec 4;60(22):2290-95. doi: 10.1016/j.jacc.2012.08.989
46. Bosiers M, Scheinert D, Peeters P, Torsello G, Zeller T, Deloose K, Schmidt A, Tessarek J, Vinck E, Schwartz LB. Randomized comparison of everolimus-eluting versus bare-metal stents in patients with critical limb ischemia and infrapopliteal arterial occlusive disease. *J Vasc Surg.* 2012 Feb;55(2):390-98. doi: 10.1016/j.jvs.2011.07.099
47. Bausback Y, Wittig T, Schmidt A, Zeller T, Bosiers M, Peeters P, Brucks S, Lottes AE, Scheinert D, Steiner S. Drug-eluting stent versus drug-coated balloon revascularization in patients with femoropopliteal arterial disease. *J Am Coll Cardiol.* 2019 Feb 19;73(6):667-79. doi: 10.1016/j.jacc.2018.11.039
48. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, Bell J, Bradbury AW, Forbes JF, Fowkes FG, Gillespie I, Ruckley CV, Raab G, Storkey H; BASIL trial participants. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* 2005 Dec 3;366(9501):1925-34. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67704-5
49. Jones WS, Dolor RJ, Hasselblad V, Vemulapalli S, Subherwal S, Schmit K, Heidenfelder B, Patel MR. Comparative effectiveness of endovascular and surgical revascularization for patients with peripheral artery disease and critical limb ischemia: systematic review of revascularization in critical limb ischemia. *Am Heart J.* 2014 Apr;167(4):489-98.e7. doi: 10.1016/j.ahj.2013.12.012

**Адрес для корреспонденции**

410012, Российская Федерация,  
г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112,  
Саратовский государственный медицинский уни-

**Address for correspondence**

410012 Russian Federation,  
Saratov, Bolshaya Kazachya Str., 112,  
Saratov State Medical University

верситет имени В.И. Разумовского,  
кафедра хирургии и онкологии,  
тел. раб.: 898-73-07-84-31  
e-mail: i.larin.v@yandex.ru  
Ларин Игорь Владимирович

#### Сведения об авторах

Толстокоров Александр Сергеевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургии и онкологии, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России, г. Саратов, Российская Федерация.

<https://orcid.org/0000-0002-8541-5330>

Куликова Алла Николаевна, д.м.н., профессор кафедры госпитальной хирургии лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России, г. Саратов, Российская Федерация.

<https://orcid.org/0000-0002-7116-4219>

Ларин Игорь Владимирович, аспирант кафедры хирургии и онкологии, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России, г. Саратов, Российская Федерация.

<https://orcid.org/0000-0001-7979-3071>

#### Информация о статье

*Поступила 18 мая 2020 г.*

*Принята в печать 14 июня 2021 г.*

*Доступна на сайте 1 июля 2021 г.*

named after V.I. Razumovsky,  
the Department of Surgery and Oncology,  
tel. office: 898-73-07-84-31,  
e-mail: i.larin.v@yandex.ru,  
Larin Igor V.

#### Information about the authors

Tolstokorov Aleksandr S., MD, Professor, Head of the Department of Surgery and Oncology, Saratov State Medical University Named after V.I.Razumovsky of the Ministry of Health of Russia, Saratov, Russian Federation.

<https://orcid.org/0000-0002-8541-5330>

Kulikova Alla N., MD, Professor of the Hospital Surgery Department of the Medical Faculty, Saratov State Medical University Named after V.I.Razumovsky of the Ministry of Health of Russia, Saratov, Russian Federation.

<https://orcid.org/0000-0002-7116-4219>

Larin Igor V., Post-Graduate Student of the Department of Surgery and Oncology, Saratov State Medical University Named after V.I.Razumovsky of the Ministry of Health of Russia, Saratov, Russian Federation.

<https://orcid.org/0000-0001-7979-3071>

#### Article history

*Arrived: 18 May 2020*

*Accepted for publication: 14 June 2021*

*Available online: 1 July 2021*