DOI: https://doi.org/10.17816/PED626430
Научная статья

Сравнительный ретроспективный анализ результатов гибридных вмешательств и бедренно-тибиального шунтирования при протяженных многоуровневых поражениях инфраингвинального артериального сегмента у пациентов с критической ишемией нижних конечностей

А.А. Кучай [1, 2], А.Н. Липин [2, 3]

[1] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;
[2] Городской центр спасения конечностей, Городская больница № 14, Санкт-Петербург, Россия;
[3] Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Традиционный подход к реваскуляризации нижней конечности при критической ишемии, вызванной протяженной окклюзией поверхностной бедренной артерии при проходимой подколенной артерии и тяжелом поражении артерий голени предполагает выполнение бедренно-тибиального шунтирования.

Цель — улучшить и оценить результаты сочетанных хирургических вмешательств нижней конечности при протяженной окклюзии поверхностной бедренной артерии и тяжелом поражении артерий голени.

Материалы и методы. В исследование были включены пациенты, страдающие критической ишемией нижней конечности (хроническая артериальная недостаточность IV степени) с протяженной (>20 см) окклюзией артерий бедренно-подколенного сегмента и тяжелым поражением путей оттока. Пациенты были разделены на две группы по критериям клинической картины и методам оперативного вмешательства.

Результаты. Дистальные гибридные вмешательства («дистальный гибрид») выполнены 40 пациентам (средний возраст 68,9 ± 7,9 года; 75,0 % мужчин), «бедренно-тибиальное шунтирование» — 35 пациентам (средний возраст 64,17 ± 11,2 года; 80,0 % мужчин). По данным предоперационной ангиографии в группе дистальных гибридов у большинства пациентов имела место протяженная окклюзия поверхностной бедренной артерии в сочетании с шунтабельной подколенной артерией и окклюзией трех артерий голени (65,0 %), у 27 пациентов выявлена окклюзия 3-го сегмента подколенной артерии при проходимых 1-м и 2-м сегментах (22,5 %), в небольшом числе наблюдений — проходимая подколенная артерия и стенозированная малоберцовая артерия как единственный путь оттока (12,5 %). Через 12 мес. группы «дистальный гибрид» и «бедренно-тибиальное шунтирование» не различались по показателям общей выживаемости (87,1 и 82,5 %; $p = 0,704$), сохранению конечности (73,7 и 74,9 %; $p = 0,755$), свободе от повторных реваскуляризаций (96,0 и 82,0 %; $p = 0,162$) и частоте заживления трофического дефекта (88,2 и 80,0 %; $p = 0,645$).

Выводы. По сравнению с бедренно-тибиальным шунтированием, «дистальный гибрид» обеспечивал более высокую первичную проходимость шунта.

Ключевые слова: критическая ишемия нижней конечности; гибридные вмешательства; многоуровневые поражения; реваскуляризация; инфраингвинальные реконструкции; протяженная окклюзия.

Как цитировать
Кучай А.А., Липин А.Н. Сравнительный ретроспективный анализ результатов гибридных вмешательств и бедренно-тибиального шунтирования при протяженных многоуровневых поражениях инфраингвинального артериального сегмента у пациентов с критической ишемией нижних конечностей // Педиатр. 2023. Т. 14. № 6. С. 25–35. DOI: https://doi.org/10.17816/PED626430

Рукопись получена: 19.09.2023 **Рукопись одобрена:** 30.11.2023 **Опубликована:** 29.12.2023

ЭКО•ВЕКТОР
Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2023

DOI: https://doi.org/10.17816/PED626430
Research Article

A comparative retrospective analysis of the results of hybrid interventions and femoral-tibial bypass in extended multi-level infrainguinal arterial segment lesions in patients with chronic critical limb ischemia

Arshed Ahmad Kuchay [1, 2], Aleksandr N. Lipin [2, 3]

[1] Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;
[2] City Limb Salvage Center, City Hospital No. 14, Saint Petersburg, Russia;
[3] Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The traditional approach to the revascularization of the lower limb in critical ischemia caused by extended occlusion of the superficial femoral artery in the passable popliteal artery and severe occlusive lesions of the tibial arteries suggests femoral-tibial bypass.

AIM: Improve and evaluate the results of combined lower extremity surgical interventions for extended occlusion of the superficial femoral artery and severe lesions of the lower leg arteries.

MATERIALS AND METHODS: The clinical research included patients suffering from chronic limb threatening ischemia (chronic arterial insufficiency, stage IV), with extended (>20 cm) occlusion of the femoral-popliteal segment arteries and severe damage to the outflow pathways. The patients were divided into two groups according to the criteria of the clinical picture and methods of surgical intervention.

RESULTS: Distal hybrid interventions («distal hybrid» — DH) was done in 40 patients (average age 68.9 ± 7.9; 75.0% men), Femoral tibial bypass — FTB 35 patients (average age 64.17 ± 11.2; 80.0% of men). According to the preoperative angiography data, in the group of distal hybrids in most patients, there was extensive occlusion of superficial femoral artery in combination with bypass to popliteal artery and occlusion of 3 tibial arteries (65.0%), In 27 patient's occlusion of the 3rd segment of popliteal artery was detected, while 1,2 segments (22.5%) were passable. In a small number of observations passable popliteal artery and occluded fibular artery was the only way out (12.5%). After 12 months, DH and FTB groups did not differ in overall survival (87.1% and 82.5%; $p = 0.704$), limb salvage (73.7% and 74.9%; $p = 0.755$), freedom from repeated revascularization (96.0% and 82.0%; $p = 0.162$) and healing frequency of trophic defect (88.2% and 80.0%; $p = 0.645$).

CONCLUSIONS: Compared to femoral tibial bypass, a hybrid intervention comprised of a bypass to a patent popliteal artery and subsequent crural angioplasty decreased the early failure rate without any negative effect on the long-term outcomes in chronic limb ischemia patients with long superficial femoral artery CTO and extensive runoff disease.

Keywords: critical limb ischemia; hybrid interventions; multilevel lesions; infrainguinal reconstruction; revascularization; extended occlusions.

To cite this article
Kuchay AA, Lipin AN. A comparative retrospective analysis of the results of hybrid interventions and femoral-tibial bypass in extended multi-level infrainguinal arterial segment lesions in patients with chronic critical limb ischemia. *Pediatrician (St. Petersburg).* 2023;14(6):25–35. DOI: https://doi.org/10.17816/PED626430

Received: 19.09.2023 **Accepted:** 30.11.2023 **Published:** 29.12.2023

ECO•VECTOR
The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Eco-Vector, 2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

Более чем у половины пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей и критической ишемией нижних конечностей (КИНК) обнаруживаются атеросклеротические изменения в поверхностной бедренной артерии (ПБА) [39–45]. Они чаще всего носят окклюзирующий характер [11, 12] и сочетаются с распространенным атеросклеротическим поражением артерий голени [36, 37]. По своим отдаленным результатам эндоваскулярные вмешательства при протяженных окклюзиях ПБА с тяжелым поражением путей оттока уступают аутовенозному инфраингвинальному шунтированию [2–30], которое остается предпочтительным методом коррекции многоуровневых поражений инфраингвинального сегмента с вовлечением значительной части длины ПБА [1]. В ряде случаев наличие у таких пациентов окклюзирующих изменений в артериях голени требует от хирурга формировать нижний анастомоз с более дистальным участком сосудистого русла (бедренно-тибиальное шунтирование, БТШ), что, по данным крупных исследований, сопряжено с более высокой частотой ранних осложнений, таких как тромбоз шунта и высокая ампутация конечности [9, 33]. Широко распространенный подход к лечению окклюзирующих поражений артерий голени — баллонная ангиопластика (БАП), которая, хотя и уступает шунтирующим вмешательствам по отдаленной проходимости, по некоторым данным столь же эффективна для сохранения конечности [40]. Другим потенциальным плюсом эндоваскулярного лечения инфрапоплитеальных поражений является возможность точной интраоперационной оценки особенностей кровоснабжения пораженного участка стопы с целью выполнения прямой (ангиосомной) реваскуляризации [3], которая, по некоторым данным, улучшает отдаленные показатели эффективности реконструктивных вмешательств при КИНК [4, 23]. Взаимодополняющие преимущества открытых и эндоваскулярных методик при многоуровневых поражениях инфраингвинального артериального сегмента создают предпосылки для внедрения гибридного подхода к реваскуляризации конечности у таких пациентов [13, 46]. При этом с целью коррекции окклюзирующего поражения ПБА выполняют шунтирующее вмешательство, а для восстановления проходимости путей оттока на уровне подколенно-стопного сегмента — эндоваскулярное. В настоящей работе проведен сравнительный ретроспективный анализ результатов гибридных вмешательств и БТШ при протяженных многоуровневых поражениях инфраингвинального артериального сегмента у пациентов с критической ишемией нижних конечностей.

Цель — оценить результаты сочетанных хирургических вмешательств на нижней конечности при протяженной окклюзии поверхностной бедренной артерии и тяжелом поражении артерий голени при критической ишемии нижних конечностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одноцентровое ретроспективное когортное исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации, зарегистрировано и одобрено Этическим комитетом медицинского учреждения. В исследование были включены пациенты с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей и КИНК, которым в период с января 2014 г. по март 2023 г. выполнены открытые или гибридные реконструктивные вмешательства на артериях нижних конечностей.

Критерии исключения: (1) боли покоя при отсутствии трофических изменений (хроническая артериальная недостаточность III степени по А.В. Покровскому); (2) наличие гемодинамически значимых изменений в аортоподвздошном сегменте или общей бедренной артерии на стороне поражения; (3) пациенты, которым выполнено шунтирование подколенной артерии без последующей эндоваскулярной коррекции путей оттока; (4) пациенты, которым выполнены какие-либо другие открытые реконструктивные вмешательства, кроме инфраингвинального шунтирования (например, эндартерэктомия или тромбэктомия); (5) гибридные вмешательства, в ходе которых на этапе открытой реконструкции было выполнено БТШ. Таким образом, критерии включения/исключения были направлены на формирование двух групп пациентов: (I) больные, которым выполнено бедренно-подколенное шунтирование (БПШ) с эндоваскулярной коррекцией путей оттока и (II) больные, которым выполнено БТШ. Решение о проведении пациенту хирургического вмешательства принимали на основании наличия клинических признаков КИНК, инструментальных данных, подтверждающих наличие окклюзирующих изменений инфраингвинального сегмента, наличия факторов, повышающих риск периоперационных осложнений, наличия неизмененной большой подкожной вены достаточного диаметра (для использования в качестве кондуита), а также наличия информированного согласия пациента. Показания к тому или иному типу вмешательства (гибридное или открытое) определяли на основании общих принципов реваскуляризации нижних конечностей, соответствующих российских и международных рекомендаций. Пациентам с протяженной окклюзией ПБА (>20 см) и функционирующей подколенной артерией (ПкА) выполняли БПШ с последующей эндоваскулярной коррекцией путей оттока. Больным с окклюзиями одновременно ПБА и ПкА выполняли БТШ. Пациентов с короткими (<20 см) поражениями ПБА, а также стеноокклюзирующими поражениями ПкА, не распространяющимися на трифуркацию ПкА и на дистальный сегмент ПБА, оперировали эндоваскулярно и не включали в данное исследование.

Группы пациентов и исследуемые показатели

В исследование были включены пациенты, страдающие КИНК (хроническая артериальная недостаточность

IV степени) с протяженной (>20 см) окклюзией артерий бедренно-подколенного сегмента и тяжелым поражением путей оттока (см. таблицу). Пациенты были разделены на две группы по критериям клинической картины и методам оперативного вмешательства. В I группе пациентов (n = 40, возраст 68,9 ± 7,9 года, из них 75,0 % мужчин) выполнены дистальные гибридные вмешательства (ДГВ). Во II группе (n = 35, возраст 64,17 ± 11,2 года; 80 % мужчин) выполнено БТШ. В группе ДГВ первым этапом лечения было БПШ, после чего проводили эндоваскулярную коррекцию путей оттока (магистральных артерий подколенно-тибиального сегмента). В обеих группах оценивали исходные демографические, клинические показатели, данные предоперационной ангиографии.

Учитывали также ближайшие (30-дневная летальность, послеоперационные осложнения, тромбозы шунта, послеоперационный койко-день) и отдаленные (общая выживаемость, сохранение конечности, первичная проходимость шунта, свобода от повторных реваскуляризаций и частота заживления трофических дефектов через 12 мес.) результаты вмешательств в группах ДГВ и БТШ. Вследствие ретроспективного дизайна исследования, частоту заживления трофических дефектов оценивали только через 12 мес. и лишь у тех пациентов, информация о судьбе которых была доступна на этот момент времени.

Предоперационное обследование

Предоперационное обследование включало в себя осмотр сосудистым хирургом и необходимый минимум лабораторных исследований. Глубину трофических изменений и течение раневого процесса после некрэктомии на пораженной конечности оценивали, соответственно, при поступлении и при выписке из стационара. Методы визуализации артерий конечности у пациентов в обеих группах включали в себя триплексное сканирование и прямую субтракционную ангиографию. Рутинное измерение лодыжечного/пальцевого давления, а также лодыжечно-плечевого индекса не проводили в связи с тем, что у большой части пациентов имел место выраженный кальциноз артерий голени, гангрена или состояние после ампутации I пальца стопы, часто отсутствовали проходимые сегменты магистральных артерий на уровне лодыжек.

Шунтирующие вмешательства

Все открытые шунтирующие вмешательства проводили в условиях спинномозговой анестезии. Антиагрегантная терапия перед операцией включала в себя ацетилсалициловую кислоту (АСК) в дозе 100 мг/сут. В качестве кондуита использовали большую подкожную вену, которую выделяли из отдельных разрезов и промывали гепаринизированным физиологическим раствором. Выделяли артерии притока и оттока. Непосредственно

Таблица. Основные клинические характеристики пациентов с критической ишемией нижних конечностей, которым выполнены гибридные вмешательства

Table. The main clinical characteristics of patients with critical limb threatening ischemia who were performed hybrid interventions

Клинические характеристики / Clinical characteristics	ДГВ / DHI (n = 40)	БТШ / FTB (n = 35)	p
Возраст, лет / Age	68,9 ± 7,9	64,17 ± 11.2	0,059
Мужчины / Male	30 (75,0)	28 (80,0)	0,783
Артериальная гипертензия / Arterial hypertension	37 (92,5)	33 (94,3)	1,000
Гиперлипидемия / Hyperlipidemia	22 (55,0)	20 (57,1)	1,000
Ишемическая болезнь сердца / Ischemic heart disease	38 (95,0)	33 (94,3)	1,000
Острый инфаркт миокарда в анамнезе / Acute myocardial infarction in anamnesis	15 (37,5)	9 (25,7)	0,632
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	19 (47,5)	10 (28,6)	0,104
Курение / Smoking	22 (55,0)	20 (57,1)	1,000
Хроническая болезнь почек / Chronic renal disease	1 (2,5)	1 (2,9)	1,000
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе / Acute cerebral circulation disorder in anamnesis	7 (17,5)	5 (14,2)	0,762
Трофический дефект / Trophic defect			
• поверхностный / Superficial	18 (45)	19 (54,3)	0,491
• глубокий / Deep	22 (55)	16 (45,7)	0,491
Пораженная ангиосома / Angiosome defect	34 (85,0)	30 (85,7)	1,000
• задняя большеберцовая артерия / posterior tibial artery	9 (22,5)	8 (22,9)	1,000
• артерия тыла стопы / dorsalis pedis artery			
Малоберцовая артерия / Peroneal artery	3 (7,5)	2 (5,7)	1,000

Примечание. ДГВ — дистальное гибридное вмешательство; БТШ — бедренно-тибиальное шунтирование. *Note*. DHI — distal hybrid intervention; FTB — femoral-tibial bypass.

перед пережатием артерии внутривенно вводили гепарин в дозе 5000 МЕ. В группе ДГВ проксимальный анастомоз формировали с общей (ОБА) или глубокой бедренной артерией (ГБА). Дистальный анастомоз создавали на уровне Р1 (от межмыщелковой ямки до проксимального края коленной чашечки) или Р3 (от центра коленного сустава до места отхождения передней большеберцовой артерии) сегмента ПкА. В группе БТШ проксимальный анастомоз формировали с ОБА, ГБА, ПБА или ПкА, дистальный — с одной из артерий голени (нестенозированной, предпочтительно передней или задней большеберцовой). Аутовенозный кондуит имплантировали в реверсированной или нереверсированной позиции (в последнем случае использовали вальвулотом). Выбор мест для анастомозов, а также решение о реверсировании шунта осуществлял оперирующий хирург. После снятия сосудистых зажимов функцию шунта контролировали мануально, в сомнительных случаях использовали интраоперационное триплексное сканирование. После достижения гемостаза раны ушивали послойно. В первые сутки после операции пациенты получали низкомолекулярный гепарин в профилактической дозе (1 МЕ/кг однократно) с целью профилактики венозных тромбоэмболических осложнений. В дальнейшем антикоагулянтную терапию получали только пациенты с хронической формой фибрилляции предсердий. Всем пациентам на первые сутки после шунтирования проводили триплексное сканирование с целью контроля проходимости и функции шунта.

Эндоваскулярные вмешательства

Эндоваскулярные вмешательства в группе ДГВ выполняли после БПШ — либо в тот же день непосредственно после зашивания ран (симультанные ДГВ), либо спустя несколько дней (двухэтапные ДГВ) (см. рисунок).

Симультанный подход использовали в тех случаях, когда трофические изменения на пораженной конечности носили глубокий и стремительно прогрессирующий характер. В два этапа вмешательство проводили у пациентов с поверхностными и непрогрессирующими некротическими изменениями. Временной интервал между БПШ и эндоваскулярной коррекцией путей оттока составлял 2–10 дней. Перед операцией все пациенты ежедневно получали АСК в дозе 100 мг/сут. При симультанных ДГВ пациенты принимали нагрузочную дозу клопидогрела (300 мг) непосредственно после завершения открытого этапа реконструкции с целью снижения возможной кровопотери во время шунтирования. При двухэтапных ДГВ нагрузочную дозу клопидогрела назначали непосредственно перед вторым (эндоваскулярным) этапом вмешательства. В качестве внутрисосудистого доступа использовали антеградный бедренный, контрлатеральный бедренный либо боковую ветвь аутовенозного шунта. Выбор доступа осуществлял оперирующий хирург. Чаще всего использовали интродьюсер 6French. Перед началом реканализации пораженного артериального сегмента пациенту внутривенно вводили нефракционированный гепарин в дозе 5000 МЕ. Реканализацию окклюзирующих

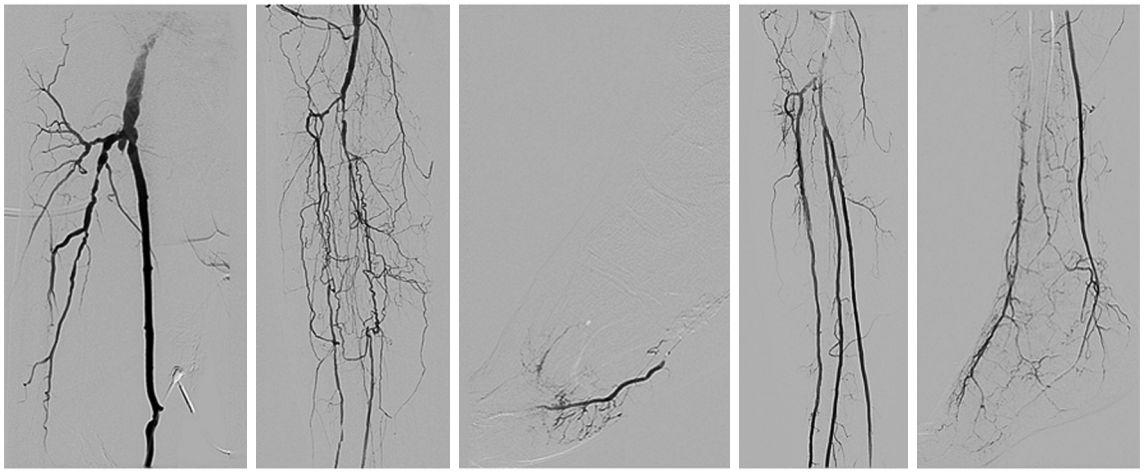

Рис. 1. Пример симультанного дистального гибридного вмешательства, выполненного пациенту 64 лет с критической ишемией нижних конечностей и глубокими трофическими изменениями в бассейне латеральной плантарной артерии: *a* — интродьюсер 6F установлен антеградно через боковую ветвь функционирующего бедренно-подколенного шунтирования; *b* — селективная прямая ангиография артерий подколенно-тибиального сегмента через интродьюсер: окклюзия всех трех артерий голени; *c* — этап реканализации задней большеберцовой артерии: инъекция контрастного вещества в латеральную плантарную артерию через просвет баллонного катетера; *d* — окончательный результат эндоваскулярного вмешательства: все три артерии голени функционируют; *e* — прямая ангиосомная реваскуляризация стопы

Fig. 1. Example of a simultaneous distal hybrid intervention performed on a 64-year-old patient with CLTI and deep trophic changes in the lateral plantar artery: *a* — the introducer 6F is introduced antegradely via the lateral branch of the functioning femoral-popliteal shunt/bypass (FPB); *b* — selective direct angiography of the arteries of the popliteal-tibial segment, performed through the introducer: occlusion of all three tibial arteries; *c* — recanalization stage of the posterior tibial artery: the injection of contrast material into the lateral plantar artery through the lumen of the balloon catheter; *d* — the final result of the endovascular intervention: all three tibial arteries are functioning; *e* — direct angiosomal foot revascularization

DOI: https://doi.org/10.17816/PED626430

поражений в подколенном сегменте проводили с помощью гидрофильного проводника диаметром 0,035 дюйма, в тибиальном сегменте — с помощью гидрофильного проводника диаметром 0,014 дюйма. После выхода проводника в истинный просвет дистальнее окклюзии в зону поражения по проводнику устанавливали баллонный катетер (в ряде случаев для облегчения антеградного продвижения катетера требовались короткие инфляции баллона), затем выполняли баллонную ангиопластику при номинальном давлении, продолжительность ангиопластики составляла 90 с после полного расправления баллона. Если после первой инфляции баллона ангиографический результат был неудовлетворительным (остаточный стеноз >30 % либо гемодинамически значимая диссекция), проводили повторную инфляцию под давлением на 2 атм выше номинального продолжительностью 120 с. Если и после этого сохранялся остаточный стеноз/диссекция, в зону ангиопластики имплантировали самораскрывающийся стент без лекарственного покрытия (в подколенном сегменте) или баллон-расширяемый стент, покрытый паклитакселом (в тибиальном сегменте).

Стратегия ангиопластики на уровне тибиального сегмента заключалась в том, чтобы восстановить проходимость как можно большего числа артерий голени, отдавая предпочтение артерии, кровоснабжавшей пораженную ангиосому. Выбор диаметра баллонного катетера, а также выбор стента осуществлял оперирующий хирург. В ходе вмешательства не использовали устройств для внутрисосудистой атерэктомии, тромбэктомии, выхода в истинный просвет, а также противоэмболических фильтров. Всем пациентам на следующий день после процедуры проводили триплексное сканирование с целью контроля проходимости артерий конечности в зоне вмешательства.

Продолжительность антиагрегантной терапии (клопидогрел в дозе 75 мг/сут + АСК 100 мг/сут) после операции составляла 6 мес. Далее пациенты продолжали принимать АСК в дозе 100 мг/сут.

Местное лечение трофических изменений

Всем пациентам при поступлении назначали антибактериальную терапию препаратами широкого спектра действия с последующим переходом на препараты более узкого спектра в соответствии с результатами посева раневого отделяемого. Антибактериальную терапию продолжали 2 нед. или до исчезновения признаков активного инфекционного процесса (если это происходило быстрее). Первичную малую ампутацию/некрэктомию по поводу некротических изменений на стопе выполняли либо до реваскуляризации (при наличии выраженного воспаления), либо через несколько дней после нее. После реваскуляризации пациентам проводили ежедневные перевязки с антисептиками, при необходимости — с механической некрэктомией, до полного очищения раневого (язвенного) дефекта на стопе от мертвых тканей. В единичных случаях использовали вакуум-терапию и закрытие обширных раневых/язвенных дефектов свободным перфорированным кожным трансплантатом. После выписки из стационара пациенты продолжали лечение у хирурга в поликлинике по месту жительства до полного заживления трофического дефекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным предоперационной ангиографии, в группе ДГВ у большинства пациентов имела место протяженная окклюзия ПБА в сочетании с шунтабельной ПкА и окклюзией трех артерий голени (65,0 %), у 28 пациентов выявлена окклюзия 3-го сегмента ПкА при проходимых 1-м, 2-м сегментах ПкА (22,5 %), в небольшом числе наблюдений — проходимая ПкА и стенозированная малоберцовая артерия как единственный путь оттока (12,5 %). Проксимальный анастомоз чаще всего формировали с ОБА, дистальный — с 1-м сегментом ПкА. Около половины гибридных вмешательств были двухэтапными. Во время эндоваскулярной коррекции путей оттока доступ через боковую ветвь шунта чаще всего применяли при симультанных операциях. В случае, если гибридную процедуру выполняли в два этапа, в большинстве случаев использовали контрлатеральный бедренный доступ. Необходимость в имплантации стента возникала достаточно редко, непосредственный ангиографический успех составил 100 %, прямая (ангиосомная) реваскуляризация достигнута в 90,0 % случаев.

У пациентов в группе БТШ при предоперационной ангиографии чаще всего находили окклюзию ПБА и/или ПкА. Приблизительно в 2/3 случаев проксимальный анастомоз формировали с ОБА или ПБА. Дистальный анастомоз был расположен на уровне верхней или средней трети голени, частота прямой реваскуляризации стопы составила 69,2 % — достоверно ниже, чем в группе ДГВ (p = 0,006).

Достоверных различий по частоте использования аутовенозного шунта в нереверсированной позиции между группами ДГВ и БТШ выявлено не было: этот показатель составил 77,5 и 68,6 % соответственно (p = 0,439).

Группы ДГВ и БТШ не различались по непосредственным результатам и ранним осложнениями, включая частоту раннего тромбоза шунта и послеоперационный койко-день. Единственный случай раннего тромбоза в группе ДГВ развился через неделю после симультанного гибридного вмешательства, что потребовало высокой ампутации конечности. В группе БТШ зарегистрировано пять (n = 5) случаев раннего тромбоза шунта: успешная эндоваскулярная тромбэктомия выполнена 2 пациентам, повторное шунтирование — 1, высокая ампутация конечности — 1, медикаментозная терапия — 1. Все случаи раннего тромбоза шунта были зарегистрированы через 1–7 дней после открытого вмешательства.

Через 12 мес. группы ДГВ и БТШ имели сопоставимые показатели общей выживаемости (87,1 и 82,5 %; p = 0,704), сохранения конечности (73,7 и 74,9 %;

p = 0,755), свободы от повторных реваскуляризаций (96,0 и 82,0 %; p = 0,162) и частоты заживления трофического дефекта (88,2 и 80,0 %; p = 0,645) соответственно. Первичная проходимость была достоверно выше у пациентов после ДГВ (80,8 %) по сравнению с пациентами, перенесшими БТШ (53,2 %), p = 0,041.

Доля ампутаций голени среди всех высоких ампутаций, выполненных в течение срока наблюдения, составила 50,0 % (4 из 8) и 28,6 % (2 из 7) в группах ДГВ и БТШ соответственно (p = 0,608).

ОБСУЖДЕНИЕ

В данной работе были исследованы результаты гибридных вмешательств, сочетающих в себе преимущества открытого и эндоваскулярного подходов. Наиболее интересным и дискутабельным в этом отношении представляется отказ от традиционной в данной ситуации тактики хирургического лечения (БТШ или бедренно-стопное шунтирование) в пользу гибридной реваскуляризации. Различия между ДГВ и БТШ по частоте ранних тромбозов шунта не достигли уровня статистической значимости. Процент прямой ангиосомной реваскуляризации был достоверно (и закономерно) выше в группе ДГВ, поскольку расположение дистального анастомоза на уровне ПкА позволяет хирургу выбрать для баллонной ангиопластики ту артерию голени, которая преимущественно кровоснабжает пораженную ангиосому стопы. Важной находкой представляется более высокая первичная проходимость шунта после ДГВ по сравнению с БТШ. Не вполне понятно, связано ли это с улучшением состояния периферического русла, поскольку проходимость артерий голени в отдаленном периоде не оценивали. Кроме того, эффективность прямой ангиосомной реваскуляризации по сравнению с непрямой некоторые авторы ставят под сомнение [31, 32, 34].

Одним из возможных факторов, определяющих результат реваскуляризации при поражении артерий голени, является восстановление проходимости нескольких артерий голени (так называемая множественная реваскуляризация). По сравнению с ангиопластикой одной артерии голени множественная реваскуляризация, по некоторым данным, улучшает отдаленный результат реконструктивного вмешательства [25, 35, 38, 41].

У пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей характер кровообращения в культе голени влияет на риск возможной реампутации конечности на более проксимальном уровне [5]. Таким образом, функционирующий БПШ, возможно, снижает риск такой реампутации в подобных случаях. В настоящем исследовании, однако, подтвердить этот тезис не удалось.

Отказ от клопидогрела перед симультанными гибридными вмешательствами не приводил к увеличению частоты раннего тромбоза шунта или артерий голени.

Методологические ограничения

К методологическим ограничениям исследования относятся (1) ретроспективный нерандомизированный дизайн; (2) отсутствие оценки отдаленной проходимости артерий голени; (3) скорость заживления трофического дефекта оценивали лишь в конце срока наблюдения.

ВЫВОДЫ

Дистальные гибридные вмешательства — это эффективная стратегия реваскуляризации у пациентов с КИНК при протяженной окклюзии ПБА в сочетании с функционирующей подколенной артерией и тяжелым поражением путей оттока. По сравнению с БТШ, ДГВ обеспечивали более высокую первичную проходимость шунта при сопоставимых показателях сохранения конечности, выживаемости и заживления трофического дефекта. При этом, несмотря на распространенные окклюзирующие изменения путей оттока, риск раннего тромбоза шунта при гибридных вмешательствах был небольшим. Для получения более детальных данных о возможных преимуществах такого подхода к реваскуляризации необходимы проспективные рандомизированные исследования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли одинаковый равный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Этический комитет. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» (протокол № 2/10 от 10 февраля 2020 г.).

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

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

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Protocol No. 2/10, 2020 Feb 10).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L., et al. 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. Vol. 39, N. 9. P. 763–816. doi: 10.1093/eurheartj/ehx095

2. Ah Chong A.K., Tan C.B., Wong M.W., et al. Bypass surgery or percutaneous transluminal angioplasty to treat critical lower limb ischaemia due to infrainguinal arterial occlusive disease? // Hong Kong Med J. 2009. Vol. 15, N. 4. P. 249–254.

3. Alexandrescu V.A., Brochier S., Limgba A., et al. Healing of diabetic neuroischemic foot wounds with vs without wound-targeted revascularization: preliminary observations from an 8-year prospective dual-center registry // J Endovasc Ther. 2020. Vol. 27, N. 1. P. 20–30. doi: 10.1177/1526602819885131

4. Attinger C.E., Evans K.K., Bulan E., et al. Angiosomes of the foot and ankle and clinical implications for limb salvage: reconstruction, incisions, and revascularization // Plast Reconstr Surg. 2006. Vol. 117, N. 7. P. 261S-293S. doi: 10.1097/01.prs.0000222582.84385.54

5. Berli M., Wanivenhaus F., Kabelitz M., et al. Predictors of reoperation after lower limb amputation in patients with peripheral arterial disease // Vasa. 2019. Vol. 48. P. 419–424. doi: 10.1024/0301-1526/a000796

6. Biancari F., Albäck A., Ihlberg L., et al. Angiographic runoff score as a predictor of outcome following femorocrural bypass surgery // Eur J Vasc Endovasc Surg. 1999. Vol. 17, N. 6. P. 480–485. doi: 10.1053/ejvs.1999.0825

7. Bisdas T., Torsello G., Stachmann A., et al. CRITISCH study group. Results of peripheral bypass surgery in patients with critical limb ischemia (CRITISCH registry) // Gefasschirurgie. 2016. Vol. 21, N. 2. P. 71–79. doi: 10.1007/s00772-016-0166-2

8. Blair J.M., Gewertz B.L., Moosa H., et al. Percutaneous transluminal angioplasty versus surgery for limb-threatening ischemia // J Vasc Surg. 1989. Vol. 9, N. 5. P. 698–703. doi: 10.1067/mva.1989.vs0090698

9. Bradbury A.W., Adam D.J., Bell J., et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: A description of the severity and extent of disease using the Bollinger angiogram scoring method and the TransAtlantic Inter-Society Consensus II classification // J Vasc Surg. 2010. Vol. 51, N. 5. P. 32S-42S. doi: 10.1016/j.jvs.2010.01.075

10. Brochado N.F., Gonzalez J., Cinelli M Jr., et al. Bypass to the genicular arteries for revascularisation of the lower limb // Eur J Vasc Endovasc Surg. 2000. Vol. 20, N. 6. P. 545–549. doi: 10.1053/ejvs.2000.1236

11. Brewster D.C., Charlesworth P.M., Monahan J.E., et al. Isolated popliteal segment V tibial bypass. Comparison of hemodynamic and clinical results // Arch Surg. 1984. Vol. 119, N. 7. P. 775–779. doi: 10.1001/archsurg.1984.01390190019004

12. Chung J., Modrall J.G., Knowles M., et al. Arteriographic patterns of atherosclerosis and the association between diabetes mellitus and ethnicity in chronic critical limb ischemia // Ann Vasc Surg. 2017. Vol. 40. P. 198–205. doi: 10.1016/j.avsg.2016.11.003

13. Cotroneo A.R., Iezzi R., Marano G., et al. Hybrid therapy in patients with complex peripheral multifocal steno-obstructive vascular disease: two-year results // Cardiovasc Intervent Radiol. 2007. Vol. 30. P. 355–361. doi: 10.1007/s00270-005-0296-5

14. Clark T.W., Groffsky J.L., Soulen M.C. Predictors of long-term patency after femoropopliteal angioplasty: results from the STAR registry // J Vasc Interv Radiol. 2001. Vol. 12, N. 8. P. 923–933. doi: 10.1016/s1051-0443(07)61570-x

15. Conte M.S., Bradbury A.W., Kolh P., et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia // Eur J Vasc Endovasc Surg. 2019. Vol. 58, N. 1S. P. S1–S109.e33. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.05.006

16. Davies M.G., Saad W.E., Peden E.K., et al. Impact of runoff on superficial femoral artery endoluminal interventions for rest pain and tissue loss // J Vasc Surg. 2008. Vol. 48, N. 3. P. 619–625.

17. Donaldson M.C., Mannic J.A., Whittermore A.D. Femoral-distal bypass with in situ greater saphenous vein. Long term results using the Mills valvulotome // Ann Surg. 1991. Vol. 213, N. 5. P. 457–464. doi: 10.1097/00000658-199105000-00011

18. Gerhard-Herman M.D., Gornik H.L., Barrett C., et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on clinical practice guidelines // J Am Coll Cardiol. 2017. Vol. 69, N. 11. P. 1465–1508. doi: 10.1016/j.jacc.2016.11.008

19. Gruss J.D., Heimer W. Results of femoropopliteal and femorotibial greater saphenous vein *in situ* bypass. Life table analysis // Int Angiol. 1992. Vol. 11, N. 2. P. 94–105.

20. Heimer W., Uy J., Geissler C., et al. Femoropopliteal and femorotibial greater saphenous vein "in situ" reconstructions in non selected patients. Life table analysis // J Cardiovasc Surg (Torino). 1993. Vol. 34, N. 4. P. 303–305.

21. Hiramori S., Soga Y., Tomoi Y., et al. Impact of runoff grade after endovascular therapy for femoropopliteal lesions // J Vasc Surg. 2014. Vol. 59, N. 3. P. 720–727. doi: 10.1016/j.jvs.2013.09.053

22. Ishii Y., Gossage J.A., Dourado R., et al. Minimum internal diameter of the greater saphenous vein is an important determinant of successful femorodistal bypass grafting that is independent of the quality of the runoff // Vascular. 2004. Vol. 12, N. 4. P. 225–232. doi: 10.1258/rsmvasc.12.4.225

23. Ihnat D.M., Duong S.T., Taylor Z.C., et al. Contemporary outcomes after superficial femoral artery angioplasty and stenting: the influence of TASC classification and runoff score // J Vasc Surg. 2008. Vol. 47, N. 5. P. 967–974. doi: 10.1016/j.jvs.2007.12.050

24. Iida O., Takahara M., Soga Y., et al. Impact of angiosome-oriented revascularization on clinical outcomes in critical limb ischemia patients without concurrent wound infection and diabetes // J Endovasc Ther. 2014. Vol. 21, N. 5. P. 607–615. doi: 10.1583/14-4692R.1

25. Kobayashi N., Hirano K., Yamawaki M., et al. Clinical effects of single or double tibial artery revascularization in critical limb ischemia patients with tissue loss // J Vasc Surg. 2017. Vol. 65. P. 744–753. doi: 10.1016/j.jvs.2016.08.106

26. Kuchai A.A., Lipin A.N., Antropov A.V., et al. Treatment of multilevel lesions of arteries in lower extremities in cases of CLTI // Medical Alliance. 2022. Vol. 10, N. S3. P. 187–189. EDN: IWSMIP

27. Kurianov P., Lipin A., Antropov A., et al. Popliteal Artery Angioplasty for Chronic Total Occlusions with versus without the Distal Landing Zone // Annals of Vascular Surgery. 2020. Vol. 62. EDN: FCOWBP doi: 10.1016/j. avsg.2020.04.054
28. Kram H.B., Gupta S.K., Veith F.J., et al. Late results of two hundred seventeen femoropopliteal bypasses to isolated popliteal artery segments // J Vasc Surg. 1991. Vol. 14, N. 3. P. 386–390.
29. Laxdal E., Jenssen G.L., Pedersen G., et al. Subintimal angioplasty as a treatment of femoropopliteal artery occlusions // Eur J Vasc Endovasc Surg. 2003. Vol. 25, N. 6. P. 578–582. doi: 10.1053/ejvs.2002.1899
30. Löfberg A.M., Karacagil S., Ljungman C., et al. Percutaneous transluminal angioplasty of the femoropopliteal arteries in limbs with chronic critical lower limb ischemia // J Vasc Surg. 2001. Vol. 34, N. 1. P. 114–121. doi: 10.1067/mva.2001.113486
31. Lees T., Troëng T., Thomson I.A., et al. International Variations in Infrainguinal Bypass Surgery — a VASCUNET Report // Eur J Vasc Endovasc Surg. 2012. Vol. 44, N. 2. P. 185–192. doi: 10.1016/j.ejvs.2012.05.006
32. Loh A., Chester J.F., Taylor R.S. PTFE bypass grafting to isolated popliteal segments in critical limb ischaemia // Eur J Vasc Surg. 1993. Vol. 7, N. 1. P. 26–30. doi: 10.1016/s0950-821x(05)80539-0
33. Moxey P.W., Hofman D., Hinchliffe R.J., et al. Trends and outcomes after surgical lower limb revascularization in England // Br J Surg. 2011. Vol. 98, N. 10. P. 1373–1382. doi: 10.1002/bjs.7547
34. Myint M., Schouten O., Bourke V., et al. A real-world experience with the Supera interwoven nitinol stent in femoropopliteal arteries: midterm patency results and failure analysis // J Endovasc Ther. 2016. Vol. 23, N. 3. P. 433–441. doi: 10.1177/1526602816639543
35. Mannick J.A., Jackson B.T., Coffman J.D., et al. Success of bypass vein grafts in patients with isolated popliteal artery segments // Surgery. 1967. Vol. 61, N. 1. P. 17–25.
36. Narula N., Dannenberg A.J., Olin J.W., et al. Pathology of peripheral artery disease in patients with critical limb ischemia // J Am Coll Cardiol. 2018. Vol. 72, N. 18. P. 2152–2163. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.002
37. Palena L.M., Diaz-Sandoval L.J., Sultato E., et al. Feasibility and 1-year outcomes of subintimal revascularization with Supera® stenting of long femoropopliteal occlusions in critical limb ischemia: the "Supersub" study // Catheter Cardiovasc Interv. 2017. Vol. 89, N. 5. P. 910–920. doi: 10.1002/ccd.26863
38. Park U.J., Kim H.T., Roh Y.N. Impact of tibial runoff on outcomes of endovascular treatment for femoropopliteal atherosclerotic lesions // Vasc Endovasc Surg. 2018. Vol. 52, N. 7. P. 498–504. doi: 10.1177/1538574418779466
39. Rueda C.A., Nehler M.R., Perry D.J., et al. Patterns of artery disease in 450 patients undergoing revascularization for critical limb ischemia: implications for clinical trial design // J Vasc Surg. 2008. Vol. 47, N. 5. P. 995–999. doi: 10.1016/j.jvs.2007.11.055
40. Romiti M., Albers M., Brochado-Neto F.C., et al. Meta-analysis of infrapopliteal angioplasty for chronic critical limb ischemia // J Vasc Surg. 2008. Vol. 47, N. 5. P. 975–981. doi: 10.1016/j.jvs.2008.01.005
41. Acín F., Varela C., López de Maturana I., et al. Results of infrapopliteal endovascular procedures performed in diabetic patients with critical limb ischemia and tissue loss from the perspective of an angiosome-oriented revascularization strategy // Int J Vasc Med. 2014. Vol. 2014. P. 270539. doi: 10.1155/2014/270539
42. Satiani B., Das B.M. Predictors of success in bypass grafts to the isolated popliteal segment // Surg Gynecol Obstet. 1986. Vol. 162, N. 6. P. 525–530.
43. Siracuse J.J., Menard M.T., Eslami M.H., et al. Vascular Quality Initiative. Comparison of open and endovascular treatment of patients with critical limb ischemia in the Vascular Quality Initiative // J Vasc Surg. 2016. Vol. 63, N. 4. P. 958–965. doi: 10.1016/j.jvs.2015.09.063
44. Toursarkissian B., D'Ayala M., Stefanidis D., et al. Angiographic scoring of vascular occlusive disease in the diabetic foot: relevance to bypass graft patency and limb salvage // J Vasc Surg. 2002. Vol. 35, N. 3. P. 494–500. doi: 10.1067/mva.2002.120046
45. Walden R., Adar R., Rubinstein Z.J., et al. Distribution and symmetry of arteriosclerotic lesions of the lower extremities: an arteriographic study of 200 limbs // Cardiovasc Intervent Radiol. 1985. Vol. 8, N. 4. P. 180–182. doi: 10.1007/BF02552893
46. Zhou M., Huang D., Liu C., et al. Comparison of hybrid procedure and open surgical revascularization for multilevel infrainguinal arterial occlusive disease // Clin Interv Aging. 2014. Vol. 9. P. 1595–603. doi: 10.2147/CIA.S66860

REFERENCES

1. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, et al. 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;39(9): 763–816.
2. Ah Chong AK, Tan CB, Wong MW, et al. Bypass surgery or percutaneous transluminal angioplasty to treat critical lower limb ischaemia due to infrainguinal arterial occlusive disease? *Hong Kong Med J*. 2009;15(4):249–254.
3. Alexandrescu VA, Brochier S, Limgba A, et al. Healing of diabetic neuroischemic foot wounds with vs without wound-targeted revascularization: preliminary observations from an 8-year prospective dual-center registry. *J Endovasc Ther*. 2020;27(1):20–30.
4. Attinger CE, Evans KK, Bulan E, et al. Angiosomes of the foot and ankle and clinical implications for limb salvage: reconstruction, incisions, and revascularization. *Plast Reconstr Surg*. 2006;117(7):261S-293S. doi: 10.1097/01.prs.0000222582.84385.54
5. Berli M, Wanivenhaus F, Kabelitz M et al. Predictors of reoperation after lower limb amputation in patients with peripheral arterial disease. *Vasa*. 2019;48:419–424. doi: 10.1024/0301-1526/a000796
6. Biancari F, Albäck A, Ihlberg L, et al. Angiographic run-off score as a predictor of outcome following femorocrural bypass surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 1999;17(6):480–485. doi: 10.1053/ejvs.1999.0825
7. Bisdas T, Torsello G, Stachmann A, et al. CRITISCH study group. Results of peripheral bypass surgery in patients with critical limb

ischemia (CRITISCH registry). *Gefasschirurgie*. 2016;21(2):71–79. doi: 10.1007/s00772-016-0166-2

8. Blair JM, Gewertz BL, Moosa H, et al. Percutaneous transluminal angioplasty versus surgery for limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg*. 1989;9(5):698–703. doi: 10.1067/mva.1989.vs0090698

9. Bradbury AW, Adam DJ, Bell J, et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: A description of the severity and extent of disease using the Bollinger angiogram scoring method and the TransAtlantic Inter-Society Consensus II classification. *J Vasc Surg*. 2010;51(5):32S-42S. doi: 10.1016/j.jvs.2010.01.075

10. Brochado NF, Gonzalez J, Cinelli M Jr, et al. Bypass to the genicular arteries for revascularisation of the lower limb. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2000;20(6):545–549. doi: 10.1053/ejvs.2000.1236

11. Brewster DC, Charlesworth PM, Monahan JE, et al. Isolated popliteal segment v tibial bypass. Comparison of hemodynamic and clinical results. *Arch Surg*. 1984;119(7):775–779. doi: 10.1001/archsurg.1984.01390190019004

12. Chung J, Modrall JG, Knowles M, et al. Arteriographic patterns of atherosclerosis and the association between diabetes mellitus and ethnicity in chronic critical limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2017;40:198–205. doi: 10.1016/j.avsg.2016.11.003

13. Cotroneo AR, Iezzi R, Marano G, et al. Hybrid therapy in patients with complex peripheral multifocal steno-obstructive vascular disease: two-year results. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2007; 30:355–361. doi: 10.1007/s00270-005-0296-5

14. Clark TW, Groffsky JL, Soulen MC. Predictors of long-term patency after femoropopliteal angioplasty: results from the STAR registry. *J Vasc Interv Radiol*. 2001;12(8):923–933. doi: 10.1016/s1051-0443(07)61570-x

15. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2019;58(1S):S1–S109.e33. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.05.006

16. Davies MG, Saad WE, Peden EK, et al. Impact of runoff on superficial femoral artery endoluminal interventions for rest pain and tissue loss. *J Vasc Surg*. 2008;48(3):619–625.

17. Donaldson MC, Mannic JA, Whittermore AD. Femoral-distal bypass with in situ greater saphenous vein. Long term results using the Mills valvulotome. *Ann Surg*. 1991;213(5):457–464. doi: 10.1097/00000658-199105000-00011

18. Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on clinical practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(11):1465–1508. doi: 10.1016/j.jacc.2016.11.008

19. Gruss JD, Heimer W. Results of femoropopliteal and femorotibial greater saphenous vein *in situ* bypass. Life table analysis. *Int Angiol*. 1992;11(2):94–105.

20. Heimer W, Uy J, Geissler C, et al. Femoropopliteal and femorotibial greater saphenous vein «in situ» reconstructions in non selected patients. Life table analysis. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1993;34(4):303–305.

21. Hiramori S, Soga Y, Tomoi Y, et al. Impact of runoff grade after endovascular therapy for femoropopliteal lesions. *J Vasc Surg*. 2014;59(3):720–727. doi: 10.1016/j.jvs.2013.09.053

22. Ishii Y, Gossage JA, Dourado R, et al. Minimum internal diameter of the greater saphenous vein is an important determinant of successful femorodistal bypass grafting that is independent of the quality of the runoff. *Vascular*. 2004;12(4):225–232. doi: 10.1258/rsmvasc.12.4.225

23. Ihnat DM, Duong ST, Taylor ZC, et al. Contemporary outcomes after superficial femoral artery angioplasty and stenting: the influence of TASC classification and runoff score. *J Vasc Surg*. 2008;47(5): 967–974. doi: 10.1016/j.jvs.2007.12.050

24. Iida O, Takahara M, Soga Y, et al. Impact of angiosome-oriented revascularization on clinical outcomes in critical limb ischemia patients without concurrent wound infection and diabetes. *J Endovasc Ther.* 2014;21(5):607–615. doi: 10.1583/14-4692R.1

25. Kobayashi N, Hirano K, Yamawaki M et al. Clinical effects of single or double tibial artery revascularization in critical limb ischemia patients with tissue loss. *J Vasc Surg*. 2017;65:744–753. doi: 10.1016/j.jvs.2016.08.106

26. Kuchai AA, Lipin AN, Antropov AV, et al. Treatment of multilevel lesions of arteries in lower extremities in cases of CLTI. *Medical Alliance*. 2022;10(S3):187–189. EDN: IWSMIP

27. Kurianov P, Lipin A, Antropov A. et al. Popliteal Artery Angioplasty for Chronic Total Occlusions with versus without the Distal Landing Zone. *Annals of Vascular Surgery*. 2020:62. EDN: FCOWBP doi: 10.1016/j. avsg.2020.04.054

28. Kram HB, Gupta SK, Veith FJ, et al. Late results of two hundred seventeen femoropopliteal bypasses to isolated popliteal artery segments. *J Vasc Surg*. 1991;14(3):386–390.

29. Laxdal E, Jenssen GL, Pedersen G, et al. Subintimal angioplasty as a treatment of femoropopliteal artery occlusions. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2003;25(6):578–582. doi: 10.1053/ejvs.2002.1899

30. Löfberg AM, Karacagil S, Ljungman C, et al. Percutaneous transluminal angioplasty of the femoropopliteal arteries in limbs with chronic critical lower limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2001;34(1):114–121. doi: 10.1067/mva.2001.113486

31. Lees T, Troëng T, Thomson IA, et al. International Variations in Infrainguinal Bypass Surgery — a VASCUNET Report. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2012;44(2):185–192. doi: 10.1016/j.ejvs.2012.05.006

32. Loh A, Chester JF, Taylor RS. PTFE bypass grafting to isolated popliteal segments in critical limb ischaemia. *Eur J Vasc Surg*. 1993;7(1):26–30. doi: 10.1016/s0950-821x(05)80539-0

33. Moxey PW, Hofman D, Hinchliffe RJ, et al. Trends and outcomes after surgical lower limb revascularization in England. *Br J Surg*. 2011;98(10):1373–1382. doi: 10.1002/bjs.7547

34. Myint M, Schouten O, Bourke V, et al. A real-world experience with the Supera interwoven nitinol stent in femoropopliteal arteries: midterm patency results and failure analysis. *J Endovasc Ther*. 2016;23(3):433–441. doi: 10.1177/1526602816639543

35. Mannick JA, Jackson BT, Coffman JD, et al. Success of bypass vein grafts in patients with isolated popliteal artery segments. *Surgery*. 1967;61(1):17–25.

36. Narula N, Dannenberg AJ, Olin JW, et al. Pathology of peripheral artery disease in patients with critical limb ischemia. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(18):2152–2163. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.002

37. Palena LM, Diaz-Sandoval LJ, Sultato E, et al. Feasibility and 1-year outcomes of subintimal revascularization with Supera® stenting of long femoropopliteal occlusions in critical limb ischemia: the "Supersub" study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2017;89(5):910–920. doi: 10.1002/ccd.26863

38. Park UJ, Kim HT, Roh YN. Impact of tibial runoff on outcomes of endovascular treatment for femoropopliteal athero-

sclerotic lesions. *Vasc Endovasc Surg*. 2018;52(7):498–504. doi: 10.1177/1538574418779466

39. Rueda CA, Nehler MR, Perry DJ, et al. Patterns of artery disease in 450 patients undergoing revascularization for critical limb ischemia: implications for clinical trial design. *J Vasc Surg*. 2008;47(5):995–999. doi: 10.1016/j.jvs.2007.11.055

40. Romiti M, Albers M, Brochado-Neto FC, et al. Meta-analysis of infrapopliteal angioplasty for chronic critical limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2008;47(5):975–981. doi: 10.1016/j.jvs.2008.01.005

41. Acín F, Varela C, López de Maturana I, et al. Results of infrapopliteal endovascular procedures performed in diabetic patients with critical limb ischemia and tissue loss from the perspective of an angiosome-oriented revascularization strategy. *Int J Vasc Med*. 2014;2014:270539. doi: 10.1155/2014/270539

42. Satiani B, Das BM. Predictors of success in bypass grafts to the isolated popliteal segment. *Surg Gynecol Obstet*. 1986;162(6):525–530.

43. Siracuse JJ, Menard MT, Eslami MH, et al. Vascular Quality Initiative. Comparison of open and endovascular treatment of patients with critical limb ischemia in the Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg*. 2016;63(4):958–965. doi: 10.1016/j.jvs.2015.09.063

44. Toursarkissian B, D'Ayala M, Stefanidis D, et al. Angiographic scoring of vascular occlusive disease in the diabetic foot: relevance to bypass graft patency and limb salvage. *J Vasc Surg*. 2002;35(3):494–500. doi: 10.1067/mva.2002.120046

45. Walden R, Adar R, Rubinstein ZJ, et al. Distribution and symmetry of arteriosclerotic lesions of the lower extremities: an arteriographic study of 200 limbs. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 1985;8(4):180–182. doi: 10.1007/BF02552893

46. Zhou M, Huang D, Liu C, et al. Comparison of hybrid procedure and open surgical revascularization for multilevel infrainguinal arterial occlusive disease. *Clin Interv Aging*. 2014;9:1595–603. doi: 10.2147/CIA.S66860

ОБ АВТОРАХ

Аршед Ахмад Кучай, ст. преподаватель кафедры анатомии человека, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; врач сердечно-сосудистый хирург, клинический исследователь Городского центра спасения конечностей, СПб ГБУЗ «Городская больница №14», адрес: Россия, 198099, Санкт-Петербург, ул. Косинова, д. 19/9; ORCID: 0000-0002-7974-9369; eLibrary SPIN: 5455-9033; e-mail: drarshedcvs@gmail.com

Александр Николаевич Липин, д-р мед. наук, профессор, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия; руководитель Городского центра спасения конечностей, СПб ГБУЗ «Городская больница №14», Санкт-Петербург, Россия; ORCID: 0000-0002-8347-8821; eLibrary SPIN: 6751-9628; e-mail: a_lipin2001@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

Arshed Ahmad Kuchay, MD, MS, Senior Lecturer at Department of Human Anatomy, St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; Cardiovascular Surgeon, Clinical Researcher at City Limb Salvage Center, City Hospital No. 14, address: 19/9 Kosinova St., Saint Petersburg, 198099, Russia; ORCID: 0000-0002-7974-9369; eLibrary SPIN: 5455-9033; e-mail: drarshedcvs@gmail.com

Aleksandr N. Lipin, MD, PhD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Kirov Military Medical Academy; Chairman of the City Limb Salvage Center, City Hospital No. 14, Saint Petersburg, Russia; ORCID: 0000-0002-8347-8821; eLibrary SPIN: 6751-9628; e-mail: a_lipin2001@mail.ru