УДК 616.137.83-004.6-089.819 doi:10.25298/2221-8785-2026-24-5-463-469

РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ПОДКОЛЕННО-БЕРЦОВОГО СЕГМЕНТА АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА

В. Н. Засимович, А. И. Орловец, В. А. Асанович, С. В. Мшар, М. Н. Борисенко

Брестская областная клиническая больница, Брест, Беларусь

Актуальность настоящего обзора продиктована ростом числа пациентов с атеросклеротическим поражением подколенно-берцового сегмента артериального русла.

Цель. Выполнить анализ литературы по проблеме реваскуляризации нижних конечностей при поражении атеросклерозом подколенных и берцовых артерий, сравнить с собственным опытом.

Результаты. Неудовлетворительность результатов лечения данной когорты пациентов обусловлена тем, что более чем четверти из них отказывают в реваскуляризации в связи с отсутствием условий. Наиболее приемлемые исходы лечения фиксируются у пациентов, подвергнутых гибридным вмешательствам, сочетающим эндоваскулярные и «открытые» хирургические методы восстановления кровотока.

Выводы. Улучшение результатов лечения следует связывать с совершенствованием гибридного подхода.

Ключевые слова: *облитерирующий атеросклероз, гибридные вмешательства, шунтирование, стентирование, баллонная ангиопластика*

Для цитирования: *Реваскуляризация нижних конечностей при атеросклеротическом поражении подколенно-берцового сегмента артериального русла / В. Н. Засимович, А. И. Орловец, В. А. Асанович, С. В. Мшар, М. Н. Борисенко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2026. Т. 24, № 5. С. 463-469. https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-5-463-469*

Введение

В настоящее время практически во всех странах мира наблюдается рост заболеваемости атеросклерозом. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются основной причиной смертности в мире. В Республике Беларусь и Российской Федерации на долю ССЗ приходится 56–58% от всех причин смертности [1, 2]. Хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей (ХОЗАНК) составляют около 20% всех ССЗ [3]. Согласно исследованию PANDORA распространенность ХОЗАНК варьирует от 5,8% в США до 22,9% в Италии [4].

В первой четверти XXI века ХОЗАНК заняли третье место в структуре заболеваемости и смертности от ССЗ в мире, уступая лишь ишемической болезни сердца и церебральному атеросклерозу [5]. За 10 лет рост числа пациентов с ХОЗАНК составил 23,5%, зарегистрировано более 250 млн случаев заболевания. Произошли существенные изменения и в эпидемиологии: страны с высоким уровнем развития теряют первенство в распространенности атеросклероза [6]. В странах с низким уровнем дохода отмечены более высокая частота его встречаемости (рост на 29%) и превалирование женщин в популяции до 65 лет. Пациенты с ХОЗАНК имеют троекратно повышенный риск смерти от инфарктов миокарда и головного мозга [7]. По данным Трансатлантического международного сосудистого консенсуса (TASC II, 2015 г.), несмотря на реваскуляризацию, в первый год после возникновения критической ишемии нижней конечности (КИНК) риск ампутации составляет 30%, а риск смерти – 25% [8].

Из общего количества пациентов с ХОЗАНК поражение дистального сегмента артериального русла составляет до 40% случаев, что ограничивает техническую возможность хирургической реваскуляризации и значительно увеличивает вероятность ампутаций [9]. После высоких ампутаций летальность у данной категории пациентов составляет до 20%, а пятилетняя выживаемость – не более 50% [10]. В связи с этим адекватность выбранной тактики лечения при атеросклеротическом поражении подколенно-берцового сегмента артериального русла играет решающую роль в сохранении нижних конечностей и жизней пациентов.

Классификация и терминология

В научной литературе и рекомендациях термин ХОЗАНК используется наряду с прежним – заболевания периферических артерий (ЗПА), под которым подразумевается поражение артерий нижних конечностей, в первую очередь атеросклеротического генеза, основной характеристикой которого принято считать снижение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) менее 0,9 [11].

Прогрессирование хронической ишемии закономерно приводит к КИНК [12]. Под этим термином сосудистые хирурги подразумевают такую стадию, при которой ишемическая боль требует регулярного обезболивания при лодыжечном артериальном давлении менее 50 мм рт. ст. либо пальцевом артериальном давлении менее 30 мм рт. ст.; имеет место трофическая язва или гангрена стопы или пальцев ног [1]. С целью акцентирования внимания на угрозах и необходимости скорейшей реваскуляризации в последние годы термин КИНК заменен на ХИУПК – хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности (англ. – CLTI) [13].

В основу определения стадии хронической артериальной недостаточности нижних конечностей (ХАННК) положены характеристики дистанции безболевой ходьбы или перемежа-

Репозиторий ГрГМУ

ющейся хромоты (ПХ), боли и трофических нарушений. Для диагностики, наблюдения и показаний к определенным методам лечения в странах Европы применяется классификация Fontaine, в США – Rutherford, в Республике Беларусь и Российской Федерации – А. В. Покровского. Корреляция между ними представлена в таблице 1.

Соответственно пациенты с ХИУПК относятся к III–IV стадиям по Fontaine, к II–IV – по Rutherford, к IV и частично III – по А. В. Покровскому [14].

Таблица 1 – Соотношение стадий хронической ишемии нижних конечностей в различных классификациях

Table 1 – The relationship between the stages of chronic lower extremity ischemia in various classifications.

Симптом ишемии	Стадия ишемии		
	Fontaine	А. В. Покровский	Rutherford
Асимптомная	I	I	0
Невыраженная ПХ (200–1000 м)	II	IIA	I
Умеренная ПХ (<200 м)	II	IIБ	I
Выраженная ПХ (<50 м)	II	III	I
Боль в покое	III	III	II
Небольшие трофические нарушения	IV	IV	III
Язва или гангрена	IV	IV	IV

Для определения способа реваскуляризации нижних конечностей регламентирующим руководством является Трансатлантический консенсус TASC II (2007 г.) и его обновление (2015 г.) [8]. В соответствии с характером и протяженностью поражения артериального русла выделяют типы A, B, C и D. При диагностировании типов A и B поражения артериального русла приоритет в первичной реваскуляризации отдается рентгенэндоваскулярным методам, при типах поражения C и D – «открытым» хирургическим вмешательствам.

Шкала WIFI нашла широкое применение у пациентов с ХИУПК при диабетическом поражении дистального русла для определения риска ампутации и прогнозировании эффекта от реваскуляризации [13].

В 2019 году три международных организации – Мировая федерация обществ сосудистой хирургии, Европейское общество сосудистых хирургов и Общество сосудистой хирургии, используя принципы научно обоснованной реваскуляризации, разработали международное руководство по хирургическому лечению пациентов с ХОЗАНК [15]. Новая концепция PLAN (Patient risk, Limb severity and ANatomic complexity) структурирует лечение в строгой последовательности: оценка риска для пациента, классификация состояния конечности, анатомическая модель заболевания. В связи с этим внедрена новая система оценки характера поражения артерий нижних конечностей – GLASS (Global Limb Anatomic Staging System), включающая два важных критерия: целевой путь реваскуляризации и предполагаемую проходимость артерий нижней конечности. Так, при поражении инфраингвинальных артерий эндоваскулярное лечение однозначно показано при I стадии по GLASS и категорически противопоказано при III, когда предпочтительнее «открытое» хирургическое вмешательство.

Диагностика

Диагностика окклюзионно-стенотических поражений подколенно-берцового сегмента артериального русла предполагает системный характер проведения. Наряду с оценкой жалоб и анамнеза, следует уделять внимание изменениям в кровоснабжении других артериальных бассейнов, выявлению событий, предшествовавших появлению жалоб. Осмотр позволяет предварительно оценить степень ишемии конечности (цвет и температура кожного покрова, состояние волосяного покрова и подкожных вен, наличие трофических изменений). При помощи пальпации и аускультации определяется степень проходимости артериального русла.

Ультразвуковое исследование является основным, самым распространенным, доступным и достаточно информативным методом диагностики, позволяющим уточнить локализацию и протяженность окклюзий, выраженность стенозов и степень компенсации коллатерального кровообращения посредством выполнения дуплексного сканирования (УЗДС), допплерографии (УЗДГ) и определения ЛПИ [13].

Пациентам с ХИУПК (трофические нарушения, ЛПИ≤0,4) с целью уточнения анатомии поражения артерий при планировании реваскуляризации выполняются более информативные исследования – компьютерная томографическая ангиография и магнитно-резонансная ангиография. Однако золотым стандартом по-прежнему остается рентгенконтрастная ангиография, при которой, помимо диагностики поражения артериального русла, существует возможность эндоваскулярной интервенции [16].

Лечение

Методы лечения пациентов с ХОЗАНК разделяются на консервативные и хирургические. Медикаментозное лечение наиболее эффективно при I–IIA стадиях и включает использование антикоагулянтов, вазоактивных, антитромбоцитарных, антисклеротических препаратов, простагландинов, ферментов, биологически активных веществ в сочетании с физиотерапией и лечебной физкультурой. Наличие стадий ХАННК IIБ–IV является показанием к реваскуляризации нижних конечностей. Хирургическое лечение атеросклеротического поражения артерий подколенно-берцового сегмента представлено методами прямой [17] и непрямой [18, 19] реваскуляризации. Безусловно, прямая реваскуляризация предпочтительнее.

Репозиторий ГрГМУ

При выборе метода реваскуляризации необходимо руководствоваться локализацией и протяженностью окклюзионно-стенотического процесса согласно TASC II [20].

Основным методом операции при ХИУПК на фоне поражения подколенно-берцового артериального сегмента остается открытое хирургическое вмешательство – бедренно-подколенное либо бедренно-берцовое шунтирование (ББШ), в том числе и экстраанатомическое [21]. А наиболее адекватным шунтирующим материалом по-прежнему считается аутовена, несмотря на увеличивающиеся возможности применения синтетических и биологических материалов, а также аллографтов [22].

Однако накопленный в последние годы опыт привел к изменению стратегии: все чаще хирургическое лечение начинается с эндоваскулярного вмешательства, даже при наиболее сложных поражениях, относящихся к типу D по TASC II [1]. Наиболее часто у обсуждаемой когорты пациентов используется эндоваскулярная баллонная дилатация (ЭБД), позволяющая эффективно ликвидировать локальные поражения – стеноз до 10 см и окклюзию до 3 см [23]. Применение ЭБД ограничивает высокая частота развития рестенозов и реокклюзий [24]. В связи с этим в настоящее время применяются только баллоны с лекарственным покрытием (например, паклитакселем), что препятствует эндотелиальной пролиферации и снижает частоту рестенозов в течение первого года более чем на четверть [25].

Применение стентов в рентгенэндоваскулярной хирургии подколенно-берцового сегмента артериального русла ограничено подвижностью подколенной артерии и высокой частотой поломок нитиноловых стентов после операции, достигающей по некоторым данным более чем трети случаев [16].

Таким образом, открытые и эндоваскулярные хирургические вмешательства имеют как неоспоримые преимущества, так и серьезные недостатки. А поражение артериального русла у пациентов с ХИУПК зачастую носит многоуровневый характер и нуждается в многоэтажных реконструкциях [26, 27]. Логичным образом развитие ангиохирургии пришло к максимальному использованию преимуществ обоих способов реваскуляризации в виде их гибридного сочетания. Гибридные вмешательства (ГВ) – комбинированные хирургические операции по реваскуляризации артериального русла, сочетающие в себе эндоваскулярный и открытый хирургический методы [28]. ГВ разделяются на две группы: одномоментные, выполняющиеся в гибридной операционной; этапные, когда два или более этапов разделены во времени [29]. Преимуществами ГВ являются более полная реваскуляризация; каждый из этапов нивелирует недостатки другого; уменьшение хирургической травмы; снижение риска инфекционных осложнений; снижение риска анестезиологического пособия; экономический эффект от уменьшения срока пребывания в стационаре; увеличение показателей первичной и вторичной проходимости и сохранения конечности [19, 27, 30, 31, 32].

Несмотря на развитие методов реваскуляризации, по-прежнему поражение подколенно-берцового сегмента артериального русла, в особенности с вовлечением дистальной порции подколенной артерии и тибиоперонеального ствола (ТПС), соответствующее типам C и D по классификации TASC II, наиболее проблематично поддается как открытому, так и эндоваскулярному лечению. Такое поражение артерий по классификации GLASS определяется как FP Grade + IP Grade 4 и характеризуется риском непосредственной неудачи реваскуляризации более 20%, а показатель проходимости сосудистого русла через год после операции не превышает 50% [13].

Такие неутешительные результаты реваскуляризаций привели к ситуации, когда пациентам с поражением подколенно-берцового артериального сегмента хирурги все чаще отказывают в открытом хирургическом вмешательстве. Соответственно растет доля эндоваскулярных интервенций, что, казалось бы, является позитивной тенденцией. Например, в Российской Федерации за 10 лет количество эндоваскулярных вмешательств увеличилось в 10 раз, а их доля в хирургии артерий голени достигла 92% [29]. Однако у подобной статистики есть обратная сторона. Эндоваскулярные хирургические вмешательства относительно эффективны при типах поражения A и B по TASC II, при типе C их результаты значительно хуже, а при типе поражения D, особенно с поражением дистальной порции подколенной артерии и ТБС, подобные интервенции практически не применимы. Отказ в реваскуляризации пациентам именно этой группы по причине отсутствия условий и определяет высокую вероятность ампутаций нижних конечностей и высокую смертность в среднесрочной перспективе.

Кроме того, применяемые в настоящее время способы аутовенозного ББШ не удовлетворяют современным потребностям. Необходима его существенная модернизация для успешного использования как самостоятельно, так и в качестве этапа ГВ.

Собственный опыт

За 5 лет с 2021 по 2025 гг. в отделении сосудистой хирургии УЗ «Брестская областная клиническая больница» на лечении находились 674 пациента со стадией ХАННК IIБ–IV по Фонтейну–Покровскому на фоне атеросклеротического поражения подколенно-берцового сегмента артериального русла. Средний возраст составил 67,12±1,04 года, 536 пациентов были мужчинами (79,5%), 138 (20,5%) – женщинами. Всем пациентам выполнялись рентгенконтрастная ангиография и УЗДС артерий нижних конечностей с определением ЛПИ.

После обследования 181 (26,9%) пациенту было отказано в хирургическом лечении в связи с отсутствием условий как для прямой,

Репозиторий ГрГМУ

так и непрямой реваскуляризации, 111 пациентам (16,5%) выполнена поясничная симпатэктомия. В 382 случаях (56,6%) выполнены хирургические вмешательства по прямой реваскуляризации нижних конечностей, из которых 239 (62,6%) были рентгенэндоваскулярными – стентирования и ЭБД (в 43 случаях – их сочетание), 98 (25,7%) – «открытыми» (ББШ, эндартерэктомия), 45 (11,7%) – ГВ с различным сочетанием этапов и локализаций.

Анализ результатов лечения подтверждает литературные данные о недопустимо большом удельном количестве пациентов из обсуждаемой когорты, которым отказывается в хирургической помощи. Вместе с тем, очевидно, что и развитие рентгенэндоваскулярных технологий не решает всех проблем. Только гибридное сочетание обоих способов реваскуляризации обладает потенциалом улучшения результатов хирургического лечения. По нашему мнению, реализация данного потенциала возможна при совершенствовании ББШ, как основного «открытого» способа вмешательства, а также в изменении алгоритма ГВ. Изменения, внесенные нами в методику аутовенозного ББШ, касаются «физиологичного» позиционирования шунта, разработки инструмента для его нетравматичного проведения, комбинирования аутовен, способов формирования анастомозов. Создаваемый алгоритм ГВ основывается на приоритетах первоочередности эндоваскулярного этапа и первоочередности увеличения объема бассейна оттока. Принятый в настоящее время способ ГВ, когда ББШ предшествует ЭБД [33], по нашему опыту, угрожает усугублением исходной ишемии при неудаче в дилатации.

Заключение

Таким образом, лечение критической ишемии нижних конечностей вследствие атеросклеротического поражения подколенно-берцового сегмента артериального русла является актуальной нерешенной проблемой. Улучшение результатов лечения, на наш взгляд, следует связывать с совершенствованием гибридного хирургического подхода к данной когорте пациентов.

Литература

1. Гибридный подход реваскуляризации при хронической критической ишемии нижних конечностей / Д. А. Майтесян, Ш. А. Хазамов, С. А. Папоян [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2024. – Т. 19, № 2. – С. 108-114. – doi 10.25881/20728255_2024_19_2_108. – edn COYUDA.
2. Смертность населения Республики Беларусь: официальный статистический сборник за 2018-2019 гг. – Минск, 2020. – 229 с. – URL: https://m.med.by/content/stat/stat2019/2019-2.pdf (дата обращения: 28.09.2026).
3. Лечение больных с критической ишемией нижних конечностей: эндоваскулярные методы или реконструктивные операции / А. В. Гавриленко, А. А. Кравченко, А. Э. Котов, Д. В. Шаталова // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 145-151. – edn: ZDQEDN.
4. Зудин, А. М. Эпидемиологические аспекты хронической критической ишемии нижних конечностей / А. М. Зудин, М. А. Засорина, М. А. Орлова // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2014. – № 10. – С. 78-82. – edn: TAQYFZ.
5. Аракелян, В. С. Пути снижения частоты осложнений у больных, перенесших реконструктивные и эндоваскулярные операции на артериях нижних конечностей / В. С. Аракелян // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 165-173. – doi: 10.33529/angio2020106. – edn: EDLMJH.
6. Criqui, M. H. Epidemiology of peripheral artery disease / M. H. Criqui, V. Aboyans // Circ Res. – 2015. – Vol. 116, № 9. – P. 1509-26. – doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303849.
7. Acute Limb Ischemia and Outcomes With Vorapaxar in Patients With Peripheral Artery Disease: Results From the Trial to Assess the Effects of Vorapaxar in Preventing Heart Attack and Stroke in Patients With Atherosclerosis-Thrombolysis in Myocardial Infarction 50 (TRA2 P-TIMI 50) / M. P. Bonaca, J. A. Gutierrez, M. A. Creager [et al.] // Circulation. – 2016. – Vol. 133, № 10. – P. 997-1005. – doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019355.
8. An Update on Methods for Revascularization and Expansion of the TASC Lesion Classification to Include Below-the-Knee Arteries: A Supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II): The TASC Steering Comittee(.) / M. R. Jaff, C. J. White, W. R. Hiatt [et al.] // Ann Vasc Dis. – 2015. – Vol. 8, № 4. – P. 343-57. – doi: 10.3400/avd.tasc.15-01000.
9. Иоскевич, Н. Н. Артериализация венозного русла нижних конечностей в лечении хронической ишемии нижних конечностей атеросклеротического генеза / Н. Н. Иоскевич, С. П. Якубюк, Л. Ф. Васильчук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2025. – Т. 23, № 3. – С. 203-208. – doi: 10.25298/2221-8785-2025-23-3-203-208. – edn: LPUFWR.
10. Critical limb ischemia: current challenges and future prospects / L. Uccioli, M. Meloni, V. Izzo [et al.] // Vasc Health Risk Manag. – 2018. – Vol. 14. – P. 63-74. – doi: 10.2147/VHRM.S125065.
11. GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 // Lancet. – 2017. – Vol. 390, № 10100. – P. 1211-1259. – doi: 10.1016/S0140-6736(17)32154-2.
12. Алексеев, С. А. Особенности лечения критической ишемии нижних конечностей: прямые и непрямые методы реваскуляризации / С. А. Алексеев, Н. А. Роговой // Медицинский журнал. – 2025. – № 3. – С. 11-17. – doi: 10.51922/1818-426X.2025.3.11. – edn: SVMKIK.
13. Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia / M. S. Conte, A. W. Bradbury, P. Kolh [et al.] // Eur J Vasc Endovasc Surg. – 2019. – Vol. 58, 1Suppl. – P. S1-S109.e33. – doi: 10.1016/j.ejvs.2019.05.006.
14. Засимович, В. Н. Эндартерэктомия из инфраингвинальных артерий / В. Н. Засимович, Н. Н. Иоскевич, В. В. Зинчук. – Брест : Альтернатива, 2024. – 261 с.
15. GLASS (Global Limb Anatomic Staging System): a critical appraisal / R. Ferraresi, A. Ucci, A. Casini [et al.]

Репозиторий ГрГМУ

// J Cardiovasc Surg (Torino). – 2021. – Vol. 62, № 2. – P. 98-103. – doi: 10.23736/S0021-9509.20.11696-3.
16. Нелипович, Е. В. Гибридный метод реваскуляризации в лечении критической ишемии нижних конечностей / Е. В. Нелипович, В. А. Янушко, И. П. Климчук // Новости хирургии. – 2020. – Т. 28, № 1. – С. 92-99. – doi: 10.18484/2305-0047.2020.1.92. – edn: PXSJUJ.
17. Современные эндоваскулярные методы лечения больных с поражением артерий голени: предпосылки и перспективы / А. В. Чебан, А. А. Карпенко, И. В. Попова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2018. – Т. 17, № 4. – С. 74-80. – doi: 10.15829/1728-8800-2018-4-74-80. – edn: XYUQHR.
18. Клеточная терапия болезни периферических артерий / С. Г. Щербак, Д. Г. Лисовец, А. М. Сарана [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2018. – № 5(87). – С. 16-24. – edn: YOTDSP.
19. Иванин, С. Л. Этажная артериализация венозного русла в лечении критической ишемии нижних конечностей / С. Л. Иванин // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 26, № 3. – С. 116-121. – doi: 10.33529/ANGIO2020225. – edn: NUTNRD.
20. Белов, Ю. В. Концепция подхода к хирургическому лечению критической ишемии нижних конечностей / Ю. В. Белов, И. А. Винокуров // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2015. – Т. 8, № 5. – С. 9-13. – doi: 10.17116/kardio2015859-13. – edn: VHSPAD.
21. Комплексное лечение пациентов с хронической критической ишемией нижних конечностей при многоуровневом поражении в стадии трофических осложнений / И. П. Михайлов, Б. В. Козловский, Н. Е. Кудряшова [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2021. – Т. 14, № 6. – С. 505-511. – doi: 10.17116/kardio202114061505. – edn: IIFZQI.
22. Lower extremity arterial disease perspective: IUA consensus document on “lead management”. Part 1. / P. L. Antignani, M. Gargiulo, G. Gastaldi [et al.] // Int Angiol. – 2023. – Vol. 42, № 5. – P. 382-395. – doi: 10.23736/S0392-9590.23.05110-6.
23. Rapid increase in hybrid surgery for the treatment of peripheral artery disease in the Vascular Quality Initiative database / A. Fereydooni, B. Zhou, Y. Xu [et al.] // J Vasc Surg. – 2020. – Vol. 72, № 3. – P. 977-986.e1. – doi: 10.1016/j.jvs.2019.11.041.
24. Затевахин, И. И. Баллонная ангиопластика при ишемии нижних конечностей : рук. для врачей / И. И. Затевахин, В. Н. Шиповский, В. Н. Золкин. – Москва : Медицина, 2004. – 256 с.
25. Paclitaxel-coated balloons reduce restenosis after femoro-popliteal angioplasty: evidence from the randomized PACIFIER trial / M. Werk, T. Albrecht, D. R. Meyer [et al.] // Circ Cardiovasc Interv. – 2012. – Vol. 5, № 6. – P. 831-40. – doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.112.971630.
26. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей / Р. С. Акчурин, Б. Г. Алекян, Т. В. Апханова [и др.]. – Москва, 2019. – 89 с. – edn: LULSLW.
27. Гибридные вмешательства при атеросклеротическом поражении артерий нижних конечностей : методические рекомендации / сост.: С. А. Папоян, А. А. Щеголев, Д. Г. Громов, М. М. Мутаев. – Москва, 2022. – 32 с. – edn: WJWJHH.
28. Grandjean, A. Surgical and endovascular hybrid approach in peripheral arterial disease of the lower limbs / A. Grandjean, K. Iglesias, C. Dubuis // Vasa. – 2016. – V. 45, № 5. – P. 417-422. – doi: 10.1024/0301-1526/a000561.
29. Роль гибридных вмешательств при атеросклеротическом поражении артерий нижних конечностей / А. А. Щеголев, С. А. Папоян, М. М. Мутаев [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2023. – № 9. – С. 103-109. – doi: 10.17116/hirurgia2023091103. – edn: WLISKN.
30. Fareed, A. Hybrid revascularization techniques in the management of multiple level peripheral vascular disease / A. Fareed, N. A. Zaid, Y. Alkhateep // Egypt J Surg. – 2018. – Vol. 37. – P. 96-103. – doi:10.4103/ejs.ejs_122_17.
31. Сабеков, Р. Д. Хирургическая тактика при критической ишемии нижних конечностей у пациентов с хронической сердечной недостаточностью / Р. Д. Сабеков, Р. К. Муфасалов, С. М. Жусупов // Наука и здравоохранение. – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 74-87. – edn: XSNQTJ.
32. Martini, R. Trends of the treatment of Critical Limb Ischemia during the last two decades / R. Martini // Clin Hemorheol Microcirc. – 2018. – Vol. 69, № 4. – P. 447-456. – doi: 10.3233/CH-170352.
33. Способ хирургического лечения окклюзирующего поражения артерий бедренно-подколенно-берцового сегмента : пат. BY 18744 / В. А. Янушко, Д. В. Турлюк, П. А. Ладыгин, П. Ф. Черноглаз ; Государственное учреждение Республиканский научно-практический центр «Кардиология» Министерства здравоохранения Республики Беларусь. – Опубл. 30.12.2014.

References

1. Maytesyan DA, Khazamov ShA, Papoyan SA, Shchegolev AA, Mzokov HT. Hybrid approach of revascularisation for chronic critical limb ischemia. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2024;19(2):108-114. doi 10.25881/20728255_2024_19_2_108. edn COYUDA. (Russian).
2. Smertnost naselenija Respubliki Belarus: oficialnyj statistichekij sbornik za 2018-2019 gg. Minsk; 2020. 229 p. [Internet]. Available from: https://m.med.by/content/stat/stat2019/2019-2.pdf (Russian).
3. Gavrilenko AV. Kravchenko AA. Shatalova DV. Treatment of patients with critical lower limb ischaemia: endovascular methods or reconstructive operations. *Angiology and Vascular Surgery*. 2017;23(3):145-151. edn: ZDQEDN. (Russian).
4. Zudin AM, Zasorina MA, Orlova MA. Epidemiology of chronic critical limb ischemia. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2014;(10):78-82. edn: TAQYEZ. (Russian).
5. Arakelyan VS. Ways of decreasing incidence of complications in patients after endured reconstructive and endovascular operations on lower limb arteries. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020;26(1):165-173. doi: 10.33529/angio2020106. edn: EDLMJH. (Russian).
6. Criqui MH, Aboyans V. Epidemiology of peripheral artery disease. Circ Res. 2015;116(9):1509-26. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303849.
7. Bonaca MP, Gutierrez JA, Creager MA, Scirica BM, Olin J, Murphy SA, Braunwald E, Morrow DA. Acute Limb Ischemia and Outcomes With Vorapaxar in Patients With Peripheral Artery Disease: Results From the Trial to Assess the Effects of Vorapaxar in Preventing Heart Attack and Stroke in Patients With Atherosclerosis-Thrombolysis in Myocardial Infarction 50 (TRA2 P-TIMI 50). *Circulation*. 2016;133(10):997-1005. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019355.
8. Jaff MR, White CJ, Hiatt WR, Fowkes GR, Dormandy J, Razavi M, Reekers J, Norgren L. An Update on Methods

Репозиторий ГрГМУ

for Revascularization and Expansion of the TASC Lesion Classification to Include Below-the-Knee Arteries: A Supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II): The TASC Steering Comittee(.). *Ann Vasc Dis*. 2015;8(4):343-57. doi: 10.3400/avd.tasc.15-01000.

9. Iaskevich NN, Yakubyuk SP, Vasilchuk LF. Arterialization of the venous bed of the lower extremities in the treatment of chronic lower limb ischemia of atherosclerotic origin. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2025;23(3):203-208. doi: 10.25298/2221-8785-2025-23-3-203-208. edn: LPUFWR. (Russian).
10. Uccioli L, Meloni M, Izzo V, Giurato L, Merolla S, Gandini R. Critical limb ischemia: current challenges and future prospects. *Vasc Health Risk Manag*. 2018;14:63-74. doi: 10.2147/VHRM.S125065.
11. GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017;390(10100):1211-1259. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32154-2.
12. Alekseev SA, Rogovoj NA. Features of treatment of critical ischemia of the lower extremities: direct and indirect methods of revascularization. *Medical Journal*. 2025;(3):11-17. doi: 10.51922/1818-426X.2025.3.11. (Russian).
13. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, Mills JL, Ricco JB, Suresh KR, Murad MH, Aboyans V, Aksoy M, Alexandrescu VA, Armstrong D, Azuma N, Belch J, Bergoeing M, Bjorck M, Chakfé N, Cheng S, Dawson J, Debus ES, Dueck A, 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.
14. Zasimovich VN. Ioskevich NN, Zinchuk VV. Endarterjektomija iz infraingvinalnyh arterij. Brest: Alternativa; 2024. 261 p. (Russian).
15. Ferraresi R, Ucci A, Casini A, Caminiti M, Minnella D, Clerici G, Montero-Baker M. GLASS (Global Limb Anatomic Staging System): a critical appraisal. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2021;62(2):98-103. doi: 10.23736/S0021-9509.20.11696-3.
16. Nelipovich EV, Yanushko VA, Klimchuk IP. Hybrid Revascularization Method in the Treatment of Critical Lower Limb Ischemia. *Surgery News.* 2020;28(1):92-99. (Russian).
17. Cheban AV, Karpenko AA, Popova IV, Saaya ShB, Gostev AA, Rabtsun AA, Novikova OA, Laktionov PP. Modern endovascular methods in treatment of patients with the tibial arteries lesion: determinants and perspectives. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2018;17(4):74-80 doi: 10.15829/1728-8800-2018-4-74-80. edn: XYUQHR. (Russian).
18. Scherbak SG, Lisovets DG, Sarana AM, Makarenko SV, Kamilova TA, Bogdanov AN, Noskov AV. Cellular Therapy in the Treat Ment of Peripheral Arterial Disease. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2018;(5):16-24. edn: YOTDSP. (Russian).
19. Ivanin SL. Multilevel arterialization of the venous bed in treatment of critical lower limb ischaemia. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020;26(3):116-121. doi: 10.33529/ANGIO2020225. edn: NUTNRD. (Russian).
20. Belov YuV, Vinokurov IA. The concept of surgical treatment of critical limb ischemia. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2015;8(5):9-13. doi: 10.17116/kardio2015859-13. edn: VHSPAD. (Russian).
21. Mikhailov IP, Kozlovskiy BV, Kudryashova NE, Borovkova NV, Migunova EV, Leshchinskaya OV, Ponomarev IN. Complex treatment of patients with chronic critical lower limb ischemia in multifocal arterial lesions complicated by trophic defects. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2021;14(6):505-511. doi: 10.17116/kardio202114061505. (Russian).
22. Antignani PL, Gargiulo M, Gastaldi G, Jawien A, Mansilha A, Poredos P. Lower extremity arterial disease perspective: IUA consensus document on “lead management”. Part 1. *Int Angiol.* 2023;42(5):382-395. doi: 10.23736/S0392-9590.23.05110-6.
23. Fereydooni A, Zhou B, Xu Y, Deng Y, Dardik A, Ochoa Chaar CI. Rapid increase in hybrid surgery for the treatment of peripheral artery disease in the Vascular Quality Initiative database. *J Vasc Surg.* 2020;72(3):977-986.e1. doi: 10.1016/j.jvs.2019.11.041.
24. Zatevahin II, Shipovskij VN, Zolkin VN. Ballonnaja angioplastika pri ishemii nizhnih konechnostej. Moskva: Medicina; 2004. 256 p. (Russian).
25. Werk M, Albrecht T, Meyer DR, Ahmed MN, Behne A, Dietz U, Eschenbach G, Hartmann H, Lange C, Schnorr B, Stiepani H, Zoccai GB, Hänninen EL. Paclitaxel-coated balloons reduce restenosis after femoro-popliteal angioplasty: evidence from the randomized PACIFIER trial. *Circ Cardiovasc Interv.* 2012;5(6):831-40. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.112.971630.
26. Akchurin RS, Alekjan BG, Aphanova TV, Arakeljan VS, Ahmedzhanov NM, burleva EP, Vachjov AN, Gavrilenko AV, Galstjan GR, Gamzatov TH, Eroshenko AV, Eroshkin IA, Kalashnikov VJu, Zatevahin II, Kalinin RE, Karpenko AA, Katelnickij II, Kohan EP, Kuznecov MR, Kulchickaja DB, Matjushkin AV, Mahamadeev IS, Ostroumova AD, Sapelkin SV, Svetlikov AV, et al. Nacionalnyje rekomendacii po diagnostike i lecheniju zabolevanij arterij nizhnih konechnostej. Moskva; 2019. 89 p. edn: LULSLW. (Russian).
27. Papojan SA, Shhegolev AA, Gromov DG, Mutaev MM, compilers. Gibridnyje vmeshatelstva pri aterosklerotich-eskom porazhenii arterij nizhnih konechnostej. Moskva; 2022. 32 p. edn: WJWJHH. (Russian).
28. Grandjean A, Iglesias K, Dubuis C, Déglise S, Corpataux JM, Saucy F. Surgical and endovascular hybrid approach in peripheral arterial disease of the lower limbs. *Vasa*. 2016;45(5):417-22. doi: 10.1024/0301-1526/a000561.
29. Shchegolev AA, Papoyan SA, Mutaev MM. The role of hybrid interventions in atherosclerotic lesions of the arteries of the lower extremities. *Surgery. Pirogov Journal.* 2023;(9):103-109. doi: 10.17116/hirurgia2023091103. (Russian).
30. Fareed A, Zaid NA, Alkhateep Y. Hybrid revascularization techniques in the management of multiple level peripheral vascular disease. *Egypt J Surg*. 2018;37:96-103. doi:10.4103/ejs.ejs_122_17.
31. Sabekov RD, Mufasalov RK, Zhusupov SM. Surgical tactics in critical lower limb ischemia in patients with chronic heart failure. *Science & Healthcare.* 2018;20(3):74-87. edn: XSNQTJ. (Russian).
32. Martini R. Trends of the treatment of Critical Limb Ischemia during the last two decades. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2018;69(4):447-456. doi: 10.3233/CH-170352.

Репозиторий ГрГМУ

33. Janushko VA, Turljuk DV, Ladygin PA, Chernoglaz PF, inventors; Gosudarstvennoje uchrezhdenije Respublikanskij nauchno-prakticheskij centr “Kardiologija” Ministerstva zdravoohranenija Respubliki Belarus, assignee. Sposob hirurgicheskogo lechenija okkljuzirujushchego porazhenija arterij bedrenno-podkolenno-bercovogo segmenta. BY patent 18744. 2014 Dec 30. (Russian).

LOWER EXTREMITY REVASCULARIZATION FOR ATHEROSCLEROTIC LESIONS OF THE POPLITEAL-TIBIAL ARTERIAL SEGMENT

V. N. Zasimovich, A. I. Arlavets, V. A. Asanovich, S. V. Mshar, M. N. Barisenka
Brest Regional Clinical Hospital, Brest, Belarus

The importance of this review is driven by the increasing number of patients with atherosclerotic lesions involving the popliteal-tibial arterial segment.

Objective. To analyze the literature on lower extremity revascularization for atherosclerotic lesions of the popliteal and tibial arteries and to compare these data with our own experience.

Results. The unsatisfactory treatment outcomes in this cohort of patients were largely due to the fact that more than one quarter of them were not candidates for revascularization because of unfavorable conditions. The best treatment outcomes were observed in patients who underwent hybrid interventions combining endovascular and open surgical techniques for blood flow restoration.

Conclusion. Improved treatment outcomes can be attributed to refinements of the hybrid approach.

Keywords: *obliterating atherosclerosis, hybrid interventions, bypass, stenting, balloon angioplasty.*

For citation: *Zasimovich VN, Arlavets AI, Asanovich VA, Mshar SV, MN Barisenka. Lower extremity revascularization for atherosclerotic lesions of the popliteal-tibial arterial segment. Journal of the Grodno State Medical University. 2026;24(5):463-469. https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-5-463-469*

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Об авторах / About authors
*Засимович Владимир Николаевич / Zasimovich Vladimir, e-mail: zasimovich.v@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0759-4628.
Орловец Андрей Иосифович / Arlavets Andrei, ORCID: 0000-0002-2205-5729.
Асанович Валентин Александрович / Asanovich Valentin
Мшар Сергей Васильевич / Mshar Sergei
Борисенко Мария Николаевна / Barisenka Maria, ORCID: 0000-0003-1964-2276.
* – *автор, ответственный за переписку / corresponding author.*

Поступила / Received: 14.05.2026 *Принята к публикации / Accepted for publication: 24.09.2026*

Репозиторий ГрГМУ