

ГИБРИДНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА В СОВРЕМЕННОМ ПОДХОДЕ К ЛЕЧЕНИЮ АТЕРОСКЛЕРОЗА АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ. АНАЛИЗ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА И РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ

В. А. Сухоручкин^{1*}, А. В. Светликов^{1, 2}, В. А. Ратников¹, П. П. Яблонский²

¹ Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова ФМБА России
 194291, Россия, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4

² Санкт-Петербургский государственный университет
 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9

Поступила в редакцию 02.10.2024 г.; принята к печати 21.01.2026 г.

Гибридный метод хирургии сосудов представляет собой перспективный подход к лечению облитерирующего атеросклероза, объединяя эндоваскулярные и открытые методы. В обзоре рассматривается эволюция и определение гибридных вмешательств, фенотипические особенности мультифокального поражения артерий нижних конечностей, результаты крупных исследований, современные подходы к хирургическому лечению и перспективы новых вмешательств, а также возможные осложнения и их коррекция.

Ключевые слова: облитерирующий атеросклероз, генерализованный атеросклероз, ОАСНК, гибридная хирургия, эндоваскулярная хирургия, открытая хирургия, результаты лечения, консервативная терапия, тактика лечения

Для цитирования: Сухоручкин В. А., Светликов А. В., Ратников В. А., Яблонский П. П. Гибридные вмешательства в современном подходе к лечению атеросклероза артерий нижних конечностей. Анализ патогенетических факторов риска и результатов лечения. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2026;185(1):106–113. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2026-185-1-106-113>.

* **Автор для связи:** Владислав Александрович Сухоручкин, Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова ФМБА России, 194291, Россия, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4. E-mail: sukhoruchkin68@gmail.com.

HYBRID VASCULAR INTERVENTIONS IN THE PRESENT APPROACH TO THE TREATMENT OF ATHEROSCLEROTIC ARTERIAL DISEASE OF THE LOWER EXTREMITIES. ANALYSIS OF PATHOGENETIC RISK FACTORS AND TREATMENT RESULTS

Vladislav A. Sukhoruchkin^{1*}, Aleksey V. Svetlikov^{1, 2}, Vyacheslav A. Ratnikov¹, Pavel P. Yablonskiy²

¹ North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov
 4, Kultury pr., Saint-Petersburg, Russia, 194291

² St. Petersburg State University
 7/9, Universitetskaya embankment, Saint Petersburg, Russia, 199034

Received 02.10.2024; accepted 21.01.2026

Hybrid vascular surgery represents a promising approach to treating occlusive atherosclerosis, combining endovascular and open surgical methods. This review examines the evolution and definition of hybrid interventions, phenotypic features of multifocal lower extremity arterial disease, outcomes from major trials, contemporary surgical treatment approaches, and prospects for novel interventions, as well as potential complications and their management.

Keywords: *obliterating atherosclerosis, generalized atherosclerosis, obliterating atherosclerosis of the lower extremities (OALE), hybrid surgery, endovascular surgery, open surgery, treatment results, conservative therapy, treatment tactics*

For citation: Sukhoruchkin V. A., Svetlikov A. V., Ratnikov V. A., Yablonskiy P. P. Hybrid vascular interventions in the present approach to the treatment of atherosclerotic arterial disease of the lower extremities. Analysis of pathogenetic risk factors and treatment results. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2026;185(1):106–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2026-185-1-106-113>.

* **Corresponding author:** Vladislav A. Sukhoruchkin, North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov, 4, Kultury pr., Saint-Petersburg, 194291, Russia. E-mail: sukhoruchkin68@gmail.com.

Введение. Гибридный метод хирургии сосудов – современный способ лечения при локализованном и генерализованном облитерирующем атеросклерозе. Высокая вариабельность комбинаций эндоваскулярной и открытой реконструкций, ряд очевидных преимуществ делает его чрезвычайно перспективным. Диверсификация и постоянное развитие компонентов, складывающихся в понятие гибридной хирургии, подтверждает прогрессивность этого направления сосудистой хирургии. Одной из наиболее частых областей применения гибридного метода является восстановление кровотока при стено-окклюдированном поражении артерий нижних конечностей. Основными точками приложения является коррекция путей притока и оттока, а следовательно, аорто-бедренный и бедренно-подколенно-берцовый артериальные сегменты – ключевые анатомические области, рассматриваемые при планировании вмешательств. В данном литературном обзоре будут рассмотрены следующие темы.

- Эволюция хирургии сосудов: «от эффекта памяти формы до первых комбинированных операций».
- Определение гибридных вмешательств.
- Фенотипические особенности и факторы риска мультифокального поражения артерий нижних конечностей.
- Результаты крупных рандомизированных исследований BEST-CLI и BASIL-2 в контексте оптимального лечения хронической ишемии нижних конечностей.
- Современные подходы к хирургическому лечению хронической ишемии и модель оценки анатомии артерий нижних конечностей.
- Взгляд на гибридную реваскуляризацию через призму международных и отечественных клинических рекомендаций.
- Перспективы новых вмешательств.
- Возможные осложнения и методы их коррекции.

Эволюция хирургии сосудов: «от эффекта памяти формы до первых комбинированных операций». Впервые «эффект памяти формы» Г. В. Курдюмов описал в 1949 г. [1]. Впоследствии, «эффект Курдюмова» (1980) осветил начало развития армирования сосудов: в 1963 г. ученые W. Ruchler et al. создали сплав никеля и титана (нитинол), обладавший «памятью формы», а через 20 лет американские радиологи Ch. Dotter и A. Cragg с коллегами независимо друг от друга использовали спирали из этого сплава, назвав их «стендами» [2].

Развитие гибридных процедур стало ответом на необходимость комбинированного подхода для более эффективного лечения пациентов с сосудистыми заболеваниями. Пионером в этой области считается Майкл Де Бейки (Michael DeBakey).

Он внес несравнимо огромный вклад в область сердечно-сосудистой хирургии, но термин «гибридное вмешательство» в контексте, как его понимаем сегодня, не был широко использован в его эпоху. Его работы в области реконструкции сосудов нижних конечностей включали применение как открытых хирургических методов, так и эндоваскулярных процедур.

В начале 1980-х гг. параллельно разработкам Ch. Dotter и A. Cragg в СССР усилиями ученых-медиков из Всесоюзного научного центра хирургии АМН СССР во главе с И. Х. Рабкиным и Московского института стали и сплавов было создано отечественное устройство: спираль из нитиноловой проволоки, специальное устройство для ее установки внутри сосуда, разработана оригинальная методика, прошедшая апробацию на животных, что послужило основанием для переноса результатов эксперимента в клинику. 11 марта 1984 г. впервые в мире успешно имплантировали нитиноловый стент в левую наружную подвздошную артерию пациенту с ишемией, угрожающей потерей конечности, обусловленной ее критическим стенозом. Данный случай описан в журнале «Вестник рентгенологии и радиологии», что символизировало возникновение рентгенохирургии как самостоятельной специальности [2].

Профессор Николай Леонтьевич Володось в 1983 г. начал исследования по разработке малотравматичных вмешательств для лечения острых проблем аорты. В результате сотрудничества конструкторами и инженерами ФТИИТ и УФИИ была изобретена и изготовлена новая конструкция на основе радиальной зигзагообразной пружины – самофиксирующийся синтетический протез. Вторым шагом стала разработка технологии дистанционного эндопротезирования кровеносных сосудов (stent-grafting) и апробация ее в эксперименте.

Профессор Н. Л. Володось впервые в мире применил в клинике малотравматичные вмешательства на основе этой технологии. Были выполнены комбинации эндоваскулярного и хирургического протезирования подвздошной артерии и одномоментное бедренно-берцовое аутовенозное шунтирование (1985), протезирование дуги аорты с перемещением ее ветвей (деветвизации дуги аорты) (1991) [3].

Понятие гибридной хирургии в сосудистой хирургии впервые было предложено в конце 1990-х гг. для обозначения комбинированного использования открытых и эндоваскулярных методов хирургического вмешательства. Однако точный источник или автор, который впервые использовал этот термин, сложно установить, поскольку он стал общепринятым врачебным термином с развитием сосудистой и хирургии в целом.

Определение гибридных вмешательств. В отечественной и мировой литературе встречаются

разночтения в определении понятия «гибридное вмешательство».

Мы предлагаем следующее определение гибридной хирургии: вмешательства, при которых одновременно используются эндоваскулярные методики лечения заболеваний артерий в сочетании с открытыми реконструкциями, выполняемые в одной операционной в рамках одной процедуры одной хирургической бригадой.

Данный вид хирургического вмешательства актуален пациентам, для адекватной реваскуляризации которым требуется коррекция нескольких уровней сосудистого русла.

Фенотипические особенности и факторы риска мультифокального поражения артерий нижних конечностей. Лечение пациентов с многоэтажным поражением артерий нижних конечностей наиболее сложный раздел хирургии периферических сосудов. При наблюдении в среднем в течение 6,3 лет у 7 % пациентов с бессимптомным течением заболеваний периферических артерий (ЗПА) развивается перемежающаяся хромота (ПХ), из которых у 21 % она прогрессирует до хронической ишемии, угрожающей потерей конечности (ХИУПК), с исходом в ампутацию в 4–27 % случаев [4].

Фенотип периферического атеросклероза варьирует в зависимости от преобладания сердечно-сосудистых факторов риска (ФР), что свидетельствует о различиях в механизмах поражения подвздошно-го сегмента или инфрапоплитеального сегмента. Для поражения подвздошного сегмента выявлено влияние таких ФР, как мужской пол и курение, и чаще проявление в более молодом возрасте, в то время как инфрапоплитеальное поражение регистрировалось у лиц старшего возраста, мужского пола и с сахарным диабетом. Гиперхолестеринемия менее распространена у пациентов с поражением ниже колена и, наоборот, при артериальной гипертензии [5].

Еще одним фактором развития и агрессивности течения атеросклеротического процесса в последнее время признается концентрация показателя липопротеида (а) (Лп(а)), открытого в 1963 г. Карлом Бергом. Установлена взаимосвязь уровня Лп(а) с заболеваниями коронарных сосудов различной тяжести [6], атеросклерозом сонных артерий, независимо от ишемической болезни сердца (ИБС) и других факторов риска, корреляция с высоким уровнем холестерина в крови и высоким давлением. Значение концентрации Лп(а) как независимого ФР возникновения и развития атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний должно приниматься во внимание при разработке алгоритмов по ведению пациентов с периферическим атеросклерозом [7]. Исследований, посвященных связи Лп(а) с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей (ОАСНК) крайне мало, что не укладывается

в логическую структуру атеросклероза как генерализованного процесса.

Для облитерирующего атеросклероза характерно полисегментарное мультифокальное поражение артерий нижних конечностей. Например, у пациентов с ХИУПК или диабетической стопой часто наблюдается сочетание поражения в бедренно-подколенном и подколенно-берцовом сегментах [8]. Пациенты с критической ишемией нижних конечностей (КИНК), обусловленной поражением артерий голени и стопы, характеризуются максимально высоким риском потери конечности и снижением продолжительности жизни [9]. Открытые многоэтажные сосудистые реконструкции нередко сопряжены с высоким риском периоперационных осложнений, а эндоваскулярная коррекция особенно при протяженных окклюзиях не всегда возможна и отдаленные результаты не оптимальны.

Современной альтернативой с точки зрения снижения количества осложнений является гибридный подход. Методика расширяет арсенал и возможности хирургического лечения: увеличивается выживаемость пациентов прежде всего за счет снижения времени операции, риска хирургического вмешательства и меньшей кровопотери. Помимо этого, уменьшается срок пребывания в стационаре, что положительно влияет на психический статус пациента [10].

Результаты крупных рандомизированных исследований BEST-CLI и BASIL-2 в контексте оптимального лечения хронической ишемии нижних конечностей. В 2023 г. и годом ранее были представлены результаты двух больших рандомизированных исследований, посвященных проблеме оптимального лечения ХИУПК – BASIL-2 (Великобритания) и BEST-CLI (США). Наблюдается противопоставление традиционной хирургии сосудов эндоваскулярным методам лечения хронической ишемии нижних конечностей. В исследование включались пациенты, которым технически могло быть выполнено оба вида вмешательств – открытое и эндоваскулярное. При этом больших исследований, посвященных гибридной хирургии, при анализе литературы не выявлено.

На научной сессии АНА 2022 доложены результаты открытого рандомизированного исследования BEST-CLI, в котором сравнивались основные подходы к реваскуляризации при КИНК у пациентов с поражением ниже паховой складки. Сравнение выполнено в двух когортах: 1) у пациента есть возможность использовать в качестве шунта большую подкожную вену (БПВ), 2) подкожная вена не может быть использована [11]. Показано, что прогноз у пациентов с критической ишемией нижних конечностей достаточно неблагоприятный, частота серьезных исходов превышает 40 % за 1,5 года,

однако операция шунтирования при доступности большой подкожной вены снижает частоту неблагоприятных событий в сравнении с эндоваскулярной реваскуляризацией [12].

Результаты BASIL-2 представлены на симпозиуме Charing Cross в 2023 г. и одновременно опубликованы в журнале The Lancet: сердечно-сосудистые и респираторные осложнения были наиболее распространенными причинами смерти в обеих группах. Большая ампутация или смерть произошли у 63 % пациентов в группе аутовенозного шунтирования по сравнению с 53 % с группой, которой проведено эндоваскулярное лечение.

Меньшее количество смертей в группе эндоваскулярного лечения было основной причиной разницы в AFS (amputation-free survival – выживаемость без ампутации) [13]. В 30-дневный срок по осложнениям и смертельному исходу группы не отличались. Наиболее оптимальной по результатам исследования следует считать полную реваскуляризацию артерий нижних конечностей. Однако выполнение многоуровневых сосудистых реконструкций не всегда допустимо по причине выраженной коморбидности пациентов, а результаты исключительно эндоваскулярного лечения не всегда однозначны [8]. В таких случаях методом выбора оказывается использование гибридных методов лечения [10, 14].

Современные подходы к хирургическому лечению хронической ишемии и модель оценки анатомии артерий нижних конечностей. Подходы к хирургическому лечению пациентов с поражением проксимального и дистального русла, включая больных с сахарным диабетом, разработаны и подробно описаны в рекомендациях TASC (TransAtlantic Inter-Society Consensus) и TASC II [15]. Применение интервенционной хирургии на аорто-подвздошном сегменте характеризуется хорошими результатами и отличным уровнем безопасности – 5-летняя проходимость как после открытой, так и после эндоваскулярной коррекции магистральных артерий составляет не менее 80 % [15]. При этажном поражении эндоваскулярным путем возможна реваскуляризация проксимального сосудистого русла (артерий притока), в то время как открытым путем проводят коррекцию проходимости дистального русла [8, 16].

Для повышения эффективности хирургического лечения ниже паховой связки создана модель GLASS (Global Limb Anatomic Staging System). В этой системе акцент сделан на поражениях инфраингвинальных артерий. Общая (ОБА) и глубокая (ГБА) бедренные артерии рассматриваются как русло притока, а инфраингвинальный сегмент начинается с поверхностной артерии бедра (ПБА). Это оправданно, так как для лечения поражений ОБА и ГБА долгосрочные результаты аналогичны

результатам при вмешательствах в аорто-подвздошном сегменте [17].

Оптимальным открытым этапом при поражении аорто-подвздошно-бедренного сегмента является эндартерэктомия из ОБА (включая коррекцию пристеночных изменений ПБА и ГБА): 5-летняя первичная проходимость 91–96 % [10, 18]. На аорто-подвздошном сегменте реконструкцией с наибольшей эффективностью признано стентирование, в то время как баллонная ангиопластика чаще требует повторных вмешательств [19]. В дальнейшем, вероятно, операцией выбора в данной области станет установка стент-графта, так как текущие исследования показывают одинаковую со стентированием 5-летнюю первичную проходимость при более высоком профиле безопасности устройств [17], также имеются данные об успешном применении тактики установки стент-графта в подвздошный сегмент при поражении типа C и D (TASC II).

Эндоваскулярная коррекция аорто-подвздошного сегмента может сочетаться с различными вариантами коррекции дистального русла: перекрестным бедренно-бедренным шунтированием; бедренно-подколенным шунтированием; эндартерэктомией из общей бедренной артерии изолированно, или в сочетании с бедренно-подколенным шунтированием (выше или ниже уровня щели коленного сустава); феморопрофундопластикой; коррекция берцового сегмента, как русла оттока, эндоваскулярными методами [10, 20].

В нашей хирургической практике при гибридном подходе мы оцениваем ОБА и, при необходимости, открытое восстановление места отхождения ГБА дополняем эндоваскулярной хирургией в проксимальном и дистальном направлении. На дистальном русле, когда происходит техническая неудача или эффективность эндоваскулярной коррекции заведомо ниже эффективности шунтирования, выбор тактики предполагает конверсию в открытое вмешательство, при допустимых операционных рисках.

Взгляд на гибридную реваскуляризацию через призму международных и отечественных клинических рекомендаций. По мере возрастания сложности процедуры увеличивается периоперационная заболеваемость и смертность. Эндоваскулярное вмешательство обычно успешно проводится у большинства пациентов с поражениями артерий аорто-подвздошного сегмента.

Открытое вмешательство выполняется при протяженных окклюзионных поражениях или после неудачной эндоваскулярной процедуры. Открытое хирургическое вмешательство следует рассматривать только с учетом риска для пациента, анатомической модели заболевания и других клинических факторов [17].

Эндартерэктомия остается оптимальным подходом к лечению гемодинамически значимого

поражения ОБА, которое часто сопровождается наличием кальцинированных бляшек. В некоторых случаях предпочтение отдается стентированию бедренной артерии. Главная задача любой из этих процедур – обеспечение максимального притока крови к ГБА. Эндартерэктомия ОБА можно комбинировать с вмешательством на проксимальном отделе для лечения комбинированного поражения [17].

Стратегия реваскуляризации при поражении инфраингвинального сегмента основывается на оценке стадии поражения конечности (WIFI) и анатомической модели заболевания (GLASS). Шунтирование и эндоваскулярное вмешательство дополняют друг друга. Пациенты, у которых отсутствует возможность использования аутовены (БПВ), относятся к отдельной группе, так как это критический фактор для определения успеха и стабильности результата шунтирования.

Влияние поражений артерий инфрамаллеолярного сегмента на успех проксимальной реваскуляризации (эндоваскулярное вмешательство или шунтирование) также пока достаточно не изучено. Хотя сообщается о техническом успехе эндоваскулярных вмешательств на своде стопы, нет данных о долговечности, также о гемодинамической и клинической эффективности результатов подобного варианта лечения. Наличие непораженной артериальной дуги стопы, несомненно, играет огромную роль, но клинического успеха можно достичь даже при значительном поражении данного сегмента [21].

Отечественные описательные исследования указывают на эффективность и безопасность гибридной тактики как в ближайшем, так и в отдаленном периодах: первичная проходимость, %: через 6 месяцев – 94, через 12–94, через 24–85, через 36–79 в исследуемых группах, разделенных по типу поражения сегментов.

Технический успех составляет 93,7 % при реваскуляризации всех типов поражений артерий нижних конечностей с использованием гибридных сосудистых реконструкций. Сохранение конечности, %: в течение 36 месяцев у всех пациентов – 91,6, при хронической артериальной недостаточности (ХАН) IIб ст. по А. В. Покровскому – 93,3; при КИНК – 88,8. Общая выживаемость достигает 95,8 % [18].

Возможные осложнения и методы их коррекции. Наряду с очевидными преимуществами гибридного метода лечения, следует помнить о типичных и специфических осложнениях, которые следуют за компонентами открытого и эндоваскулярного этапа лечения. К возможным осложнениям гибридного метода относятся:

- перфорация и диссекция сосудистой стенки;
- рестеноз, гиперплазия неоинтимы, неоатеросклероз;

- тромбоз или эмболия;
- инфекция;
- кровотечение;
- анатомические ограничения;
- неудачи эндоваскулярных устройств.

При своевременном выявлении осложнения каждое из них поддается коррекции.

Гибридная хирургия обеспечивает успех лечения в условиях, когда использование только одного из способов реваскуляризации артериального русла не достигает должного эффекта, а также в существенной степени расширяет возможности хирургического лечения [10, 20, 22].

Преимущество гибридных реконструкций заключается в меньшем объеме кровопотери, числа осложнений, срока пребывания в стационаре и хорошей первичной проходимости оперированного сегмента, однако часть преимуществ нивелируется наличием открытого доступа [23].

Не стоит забывать о комплексности подхода к пациенту. Консервативный компонент лечения вносит огромный вклад как у пациентов с поражением сосудов, но компенсацией кровообращения, так и уже оперированных пациентов с восстановленным кровотоком. Методы первичной и вторичной профилактики факторов риска системного атеросклероза, их компенсация в послеоперационном периоде, циклическое исследование области реконструкции на контрольных временных точках позволяет надолго закрепить эффект от хирургического лечения. Гибридные технологии позволяют расширить область реконструкции, не увеличивая травматичность процедуры для пациента.

Перспективы новых технологий.

Применение новых технологий и комбинаций методов консервативного и хирургического лечения. К ним можно отнести расширение показаний к применению стент-графтов, баллонных катетеров и стентов с лекарственным покрытием, устройства атерэктомии.

С целью профилактики развития рестеноза на рубце в 6 месяцев и более, после имплантации стентов, были разработаны устройства с длительной кинетикой дозированного высвобождения цитостатиков в стенку артерии с максимальным пиком на 27 день. Именно в течение этого времени наблюдается активная фаза воспаления и регенерации сосудистой стенки [24].

Использование биоразлагаемых и неметаллических стентов. Описано применение биодеградируемых стентов на коронарных артериях. В результатах исследования STEALTH I спустя 2 года клиническая безопасность применения голометаллического стента и голометаллического каркаса, покрытого полимолочной кислотой в комплексе с биолимузом А9 с замедленным высвобождением, была одинакова [25, 26].

Перспективными представляются технологии интраоперационного контроля эффекта лечения –

внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) и оптическая когерентная томография (ОКТ). Оба метода позволяют оценить морфологию атеросклеротического поражения [27].

Заключение. Гибридный метод позволяет использовать преимущества открытой и малоинвазивной техник лечения, но также требует высокой квалификации хирурга, который должен обладать компетенцией в обеих сферах и иметь сертификат по направлениям «сердечно-сосудистая хирургия» и «рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения», либо организована мультидисциплинарная сосудистая команда, которая последовательно, но в рамках одного вмешательства, может выполнить открытый и эндоваскулярный этап. В случае разделенного по времени вмешательства мы говорим об этапах лечения. На сегодняшний день возможно как этапное лечение, так и гибридный подход без значительного повышения уровня осложнений и летальности. Эффективность гибридной реваскуляризации сравнима с традиционными результатами открытых одноуровневых реконструкций.

Еще одним открытым вопросом остается хирургическая тактика, применимая к анатомии поражения сосудов пациента. Опираясь на данные исследований эффективности отдельных операций и их комбинаций, возможна организация программного обеспечения (ПО) на основе Artificial Intelligence (AI), и наряду с рутинным оцениванием предоперационных ангиограмм позволяющего с наибольшей точностью, ориентируясь, в том числе, и на состояние пациента, подобрать объем вмешательства.

Согласно данным о непосредственных и отдаленных результатах определенных вмешательств предполагается послеоперационное ведение пациентов, уточнение сроков скрининговых исследований, комплаентность курсам консервативной и базовой терапии, профилактические осмотры.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курдюмов Г. В., Хандрос Л. Г. О термоупругом равновесии при мартенситных превращениях. Доклады Академии наук СССР. 1949. Т. 66, № 2. С. 211–214.
2. Глянец С. П. Профессор Иосиф Хаймович Рабкин и его приоритеты в рентгеноэндоваскулярной хирургии. Ангиология и сосудистая хирургия. 2014. Т. 20, № 2. С. 21–23.
3. Троян В. И. Памяти профессора Н. Л. Володоса. URL: <https://health-ua.com/article/4846-pamyati-professora-nikolaya-leontevichavolodosya> (дата обращения: 20.01.2025).
4. Карпенко А. А., Стародубцев В. Б., Чернявский М. А., Игнатенко П. В. Гибридные оперативные вмешательства у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2012. Т. 1. С. 43–46.
5. Diehm N., Shang A., Silvestro A. et al. Association of cardiovascular risk factors with pattern of lower limb atherosclerosis in 2659 patients undergoing angioplasty. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006. Vol. 31, № 1. P. 59–63. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2005.09.006>.
6. Тихонов А. В. Лп(а) липопротеид и атеросклероз. Атеросклероз. 2007. Т. 3, № 1. С. 3–23.
7. Тмоян Н. А., Афанасьева О. И., Ежов М. В. и др. Липопротеид(а), полиморфизм апобелка(а) и аутоантитела против липопротеида(а) при стенозирующем атеросклерозе сонных артерий. *Кардиология*. 2019. Т. 59, № 12. С. 20–27. <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.12.n727>.
8. Темрезов М. Б., Коваленко В. И., Темрезов Т. Х. и др. Гибридная хирургия в лечении пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей (обзор литературы). *Трансляционная медицина*. 2020. Т. 7, № 1. С. 33–38. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2020-7-1-33-38>.
9. Бокерия Л. А., Темрезов М. Б., Коваленко В. И. и др. Хирургическое лечение больных с первичной критической ишемией нижних конечностей. *Анналы хирургии*. 2010. Т. 1. С. 16–19.
10. Чернявский М. А., Артюшин Б. С., Чернов А. В. и др. Клинический случай гибридного лечения пациента с многоуровневым атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2018. Т. 22, № 4. С. 103–110. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-103-110>.
11. Агарков М. В., Лазакович Д. Н., Козлов К. Л. и др. Современное состояние проблемы хирургического лечения пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей. Обзор литературы. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2023. № 75. С. 76–93. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-75-76>.
12. Best Endovascular vs. Best Surgical Therapy in Patients With Critical Limb Ischemia (BEST-CLI). URL: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT02060630> (accessed: 28.01.26).
13. Bradbury A. W., Moakes C. A., Popplewell M. et al. A vein bypass first versus a best endovascular treatment first revascularisation strategy for patients with chronic limb threatening ischaemia who required an infra-popliteal, with or without an additional more proximal infra-inguinal revascularisation procedure to restore limb perfusion (BASIL-2): an open-label, randomised, multicentre, phase 3 trial. *Lancet*. 2023. Vol. 401, № 10390. P. 1798–1809. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(23\)00462-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(23)00462-2).
14. Казаков Ю. И., Лукин И. Б., Казаков А. Ю. и др. Выбор метода реконструкции сосудов при критической ишемии нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2015. Т. 21, № 2. С. 152–158.
15. Norgren L., Hiatt W. R., Dormandy J. A. et al. InterSociety consensus for the management of peripheral arteria disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007. Vol. 33. P. S1–S70.
16. Nishibe T., Kondo Y., Dardik A. et al. Hybrid surgical and endovascular therapy in multifocal peripheral TASC D lesions: up to three-year follow-up. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2009. Vol. 50, № 4. P. 493–9.
17. Conte M. S., Bradbury A. W., Kolh P. et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *Journal of vascular surgery*. 2019. Vol. 69, № 6S. P. 3S–125S.e40. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.016>.
18. Conte, Michael S. Aboyns, Victor et al. *Journal of Vascular Surgery*. 2019. Vol. 69, № 6. P. 3. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.09.020>.
19. Ballotta E., Gruppo M., Mazzalai F., Da Giau G. Common femoral artery endarterectomy for occlusive disease: an 8-year single-center prospective study. *Surgery*. 2010. Vol. 147, № 2. P. 268–74. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.08.004>.

20. Джуракулов Ш. Р. Эндоваскулярное лечение больных с распространенным атеросклеротическим поражением аорты и артерий нижних конечностей: дисс. д-ра мед. наук: 14.01.26 / ФГБУ Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2017. 112–114 с.
21. Гавриленко А. В., Кравченко А. А., Котов А. Э., Шаталова Д. В. Лечение больных с критической ишемией нижних конечностей: эндоваскулярные или реконструктивные операции. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2017. Т. 23, № 3. С. 145–150.
22. Clinical Practice Guideline Document. 2019. Vol. 69, Issue 6, Supplement, 3S-125S.E40. URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(19\)30321-0/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(19)30321-0/fulltext) (accessed: 20.01.26).
23. Вачев А. Н., Сухоруков В. В., Дмитриев О. В., Кругомов А. В. Последовательность выполнения этапов гибридных операций у больных с синдромом Лериша при критической ишемии конечности. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2016. Т. 22, № 1. С. 159–163.
24. Глушков Н. И., Иванов М. А., Апресян А. Ю. и др. Оправдано ли применение гибридных технологий при реваскуляризации орто-подвздошно-бедренного сегмента. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 2020. Т. 8. С. 49–54. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202008149>.
25. Hou D., Huijbregtse B., Eppihimer M. et al. Fluorocopolymer-coated nitinol self-expanding paclitaxel-eluting stent: pharmacokinetics and vascular biology responses in a porcine iliofemoral model. *EuroIntervention*. 2016. Vol. 12, № 6. P. 790–797.
26. Grube E. STEALTH I: safety and performance evaluation of biosensors Biolimus A9TM international drugeluting stent (Bio-MatrixTM): a 4-year safety follow-up [Electronic resource]. TCT 2008: Transcatheter Cardiovascular Therapeutics 20th Annual Scientific Symposium (12-17 Oct, 2008). URL: <https://www.medscape.com/viewcollection/17472> (accessed: 15.01.2026).
27. Кузнецов К. А., Харькова М. В., Карпенко А. А., Лактионов П. П. Стенты сосудов: подходы, используемые для повышения их клинической эффективности. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018. Т. 24, № 2. С. 69–79.
28. Кочергин Н. А., Кочергина А. М. Возможности оптической когерентной томографии и внутрисосудистого ультразвука в выявлении нестабильных бляшек в коронарных артериях. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022. Т. 21, № 1. С. 2909.
10. Chernyavskiy M., Artyushin B., Chernov A. et al. A clinical case of hybrid treatment of a patient with multilevel atherosclerotic lesion of the arteries of the lower extremities. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery*. 2018;22(4):103–110. (In Russ.). <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-103-110>.
11. Agarkov M. V., Lazakovich D. N., Kozlov K. L. et al. The current state of the problem of surgical treatment of patients with atherosclerotic lesions of the arteries of the lower extremities. Literature review. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2023;(75):76–93. (In Russ.). <https://doi.org/10.24835/1727-818X-75-76>.
12. Best Endovascular vs. Best Surgical Therapy in Patients With Critical Limb Ischemia (BEST-CLI). URL: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT02060630> (accessed: 28.01.26).
13. Bradbury A. W., Moakes C. A., Popplewell M. et al. A vein bypass first versus a best endovascular treatment first revascularisation strategy for patients with chronic limb threatening ischaemia who required an infra-popliteal, with or without an additional more proximal infra-inguinal revascularisation procedure to restore limb perfusion (BASIL-2): an open-label, randomised, multicentre, phase 3 trial. *Lancet*. 2023;401(10390):1798–1809. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(23\)00462-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(23)00462-2).
14. Kazakov Yu. I., Lukin I. B., Kazakov A. Yu. et al. The choice of the method of vascular reconstruction in critical ischemia of the lower extremities. *Angiology and vascular surgery*. 2015;21(2):152–158. (In Russ.).
15. Norgren L., Hiatt W. R., Dormandy J. A. et al. InterSociety consensus for the management of peripheral arteria disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;33:S1–S70.
16. Nishibe T., Kondo Y., Dardik A. et al. Hybrid surgical and endovascular therapy in multifocal peripheral TASC D lesions: up to three-year follow-up. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2009;50(4):493–9.
17. Conte M. S., Bradbury A. W., Kolh P. et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *Journal of vascular surgery*. 2019;69(6S):3S–125S.e40. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.016>.
18. Conte, Michael S. Aboyns, Victor et al. *Journal of Vascular Surgery*. 2019. Vol. 69, № 6. P. 3. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.09.020>.
19. Ballotta E., Gruppo M., Mazzalai F., Da Giau G. Common femoral artery endarterectomy for occlusive disease: an 8-year single-center prospective study. *Surgery*. 2010. Vol. 147, № 2. P. 268–74. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.08.004>.
20. Dzhurakulov Sh. R. Endovascular treatment of patients with advanced atherosclerotic lesions of the aorta and arteries of the lower extremities: dissertation of Doctor of Medical Sciences: 14.01.26 / Pirogov National Medical and Surgical Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2017. 112–114 p. (In Russ.).
21. Gavrilenko A. V., Kravchenko A. A., Kotov A., Shatalova D. V. Treatment of patients with critical lower limb ischaemia: endovascular methods or reconstructive operations. *Angiol Sosud Khir*. 2017;23(3):145–150. (In Russ.).
22. Clinical Practice Guideline Document. 2019. Vol. 69, Issue 6, Supplement , 3S-125S.E40. URL: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(19\)30321-0/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(19)30321-0/fulltext) (accessed: 20.01.26).
23. Vachev A. N., Sukhorukov V. V., Dmitriev O. V., Krugomov A. V. Sequence of stages of hybrid operations in patients with Leriche syndrome and critical limb ischaemia. *Angiol Sosud Khir*. 2016;22(1):159–64. (In Russ.).
24. Glushkov N. I., Ivanov M. A., Апресян А. Ю. et al. Are hybrid technologies appropriate for revascularization of aortoiliac-femoral segment? *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N. I. Pirogova*. 2020;8:49–54. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/hirurgia202008149>.
25. Hou D., Huijbregtse B., Eppihimer M. et al. Fluorocopolymer-coated nitinol self-expanding paclitaxel-eluting stent: pharmacokinetics and vascular biology responses in a porcine iliofemoral model. *EuroIntervention*. 2016;12(6):790–797.
26. Grube E. STEALTH I: safety and performance evaluation of biosensors Biolimus A9TM international drugeluting stent (Bio-MatrixTM): a 4-year safety follow-up [Electronic resource]. TCT 2008: Transcatheter Cardiovascular Therapeutics 20th Annual Scientific Symposium (12-17 Oct, 2008). URL: <https://www.medscape.com/viewcollection/17472> (accessed: 15.01.2026).
27. Kuznetsov K. A., Kharkova M. V., Karpenko A. A., Laktionov P. P. Vascular stents: approaches used to improve their clinical effectiveness. *Angiology and vascular surgery*. 2018;24(2):69–79. (In Russ.).
28. Kochergin N. A., Kochergina A. M. Potential of optical coherence tomography and intravascular ultrasound in the detection of vulnerable plaques in coronary arteries. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(1):2909. (In Russ.).

REFERENCES

1. Kurdyumov G. V., Khandros L. G. On thermoelastic equilibrium in martensitic transformations. *Dokl. AN SSSR*. 1949;66(2):211–214. (In Russ.).
2. Glyantsev S. P. Professor Joseph Khaimovich Rabkin and his priorities in X-ray endovascular surgery. *Angiology and Vascular Surgery*. 2014;20(2):21–23. (In Russ.).
3. Troyan V. I. In memory of Professor N. L. Volodos. (In Russ.). URL: <https://health-ua.com/article/4846-pamyati-professora-nikolaya-leontevicha-volodosya> (accessed: 20.01.2025).
4. Karpenko A. A., Starodubtsev V. B., Chernyavskiy M. A., Ignatenko P. V. Hybrid surgical interventions in patients with chronic lower limb ischemia. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery*. 2012;1:43–46. (In Russ.).
5. Diehm N., Shang A., Silvestro A. et al. Association of cardiovascular risk factors with pattern of lower limb atherosclerosis in 2659 patients undergoing angioplasty. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006;31(1):59–63. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2005.09.006>.
6. Tikhonov A. V. Lipoprotein(a) and atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2007; 3(1):3–23. (In Russ.).
7. Tmoyan N. A., Afanasieva O. I., Ezhov M. V. et al. Lipoprotein(a) Level, Apolipoprotein(a) Polymorphism and Autoantibodies Against Lipoprotein(a) in Patients with Stenotic Carotid Atherosclerosis. *Kardiologiya*. 2019;59(12):20–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.12.n727>.
8. Temrezov M. B., Kovalenko V. I., Temerezov T. Kh. et al. Hybrid surgery in the treatment of patients with obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities (literature review). *Translational medicine*. 2020;7(1):33–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2020-7-1-33-38>.
9. Bokeriya L. A., Temrezov M. B., Kovalenko V. I. et al. Surgical treatment of patients with primary critical ischemia of the lower extremities. *Annali hirurgii=Annals of Surgery*. 2010;1:16–19. (In Russ.).

Информация об авторах:

Сухоручкин Владислав Александрович, врач сердечно-сосудистый хирург, Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова ФМБА России (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-0862-7476; **Светликов Алексей Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия), врач сердечно-сосудистый хирург, зав. отделением сосудистой хирургии, Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова ФМБА России (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-8652-8778; **Ратников Вячеслав Альбертович**, доктор медицинских наук, профессор, зам. генерального директора-медицинский директор, Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова ФМБА России (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-9645-8408; **Яблонский Павел Петрович**, доцент кафедры госпитальной хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-0192-1931.

Information about the authors:

Sukhoruchkin Vladislav A., Cardiovascular Surgeon, North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-0862-7476; **Svetlikov Aleksey V.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University (Saint Petersburg, Russia), Cardiovascular Surgeon, Head of the Department of Vascular Surgery, North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-8652-8778; **Ratnikov Vyacheslav A.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director General-Medical Director, North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-9645-8408; **Yablonskiy Pavel P.**, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, St. Petersburg State University (Saint Petersburg-Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-0192-1931.