

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИМ. АК. Е.Н. МЕШАЛКИНА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

СААЯ ШОРААН БИЧЕ-ООЛОВИЧ

МАЛОИНВАЗИВНЫЕ И ГИБРИДНЫЕ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ АОРТО-  
БЕДРЕННЫХ ПОРАЖЕНИЙ

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук

Научный консультант:  
Доктор медицинских наук  
Д.А. Сирота

Новосибирск, 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	16
1.1. Эпидемиология аорто-бедренных поражений .....	16
1.1.1. Распространенность аорто-бедренных поражений в структуре заболеваний периферических артерий .....	16
1.1.2. Поражение аорты и артерий нижних конечностей в структуре мультифокального атеросклероза.....	23
1.2. Хирургическое лечение аорто-бедренного сегмента .....	28
1.2.1. Известные хирургические подходы реваскуляризации аорто-бедренных поражений.....	31
1.2.1.1. Аорто-бедренное шунтирование как золотой стандарт лечения аорто-бедренного поражения: историческая эволюция, материалы и современное положение .....	31
1.2.1.2. Эндovasкулярные операции .....	46
1.2.1.3. Гибридные операции .....	61
1.3. Госпитальные, среднесрочные и долгосрочные результаты после открытых, эндovasкулярных и гибридных операций на аорто-бедренном сегменте.....	68
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ .....	76
2.1. Дизайн исследования .....	76
2.2. Наблюдение и ведение пациентов в послеоперационном периоде.....	78
2.3. Хирургическая техника и медикаментозная поддержка.....	78
2.3.1. Аорто-бедренное линейное шунтирование, аорто-бедренное бифуркационное шунтирование .....	78
2.3.2. Эндovasкулярная реканализация со стентированием подвздошных артерий резанными нитиноловыми стентами.....	79

2.3.3. Гибридная процедура: эндартерэктомия из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда + ангиопластика со стентированием подвздошных артерий резанными нитиноловыми стентами .....	80
2.3.5. Гибридная процедура: эндартерэктомия из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда + ангиопластика со стентированием подвздошных артерий с плетеным биомиметическим нитиноловым стентом .....	83
2.3.6. Эндоваскулярное стентирование бифуркации аорты и подвздошных артерий методом «киссинг».....	84
2.4. Статистический анализ .....	86
ГЛАВА 3. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОВАСКУЛЯРНОГО ЛЕЧЕНИЯ И ОТКРЫТОГО РЕКОНСТРУКТИВНОГО ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЛОНГИРОВАННОМ ПОРАЖЕНИИ ПОДВЗДОШНЫХ АРТЕРИЙ .....	88
3.1. Результаты исследования.....	92
3.2. Обсуждение полученных результатов .....	101
ГЛАВА 4. ГИБРИДНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПРОТИВ ОТКРЫТОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ ТАНДЕМНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ПОДВЗДОШНЫХ И ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИЙ.....	105
4.1. Результаты исследования .....	110
4.2. Обсуждение полученных результатов .....	125
ГЛАВА 5. ТОТАЛЬНОЕ СКВОЗНОЕ СТЕНТИРОВАНИЕ ПРОТИВ ГИБРИДНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ТАНДЕМНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ПОДВЗДОШНЫХ И ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ .....	130
5.1. Результаты .....	133
5.2. Обсуждение полученных результатов .....	142
ГЛАВА 6. ЭНДОВАСКУЛЯРНОЕ ЛЕЧЕНИЕ И АОРТО-БЕДРЕННОЕ ШУНТИРОВАНИЕМ ПРИ БИФУРКАЦИОННОМ ПОРАЖЕНИИ АОРТЫ И ПОДВЗДОШНЫХ АРТЕРИЙ.....	145
6.1. Результаты эндоваскулярной реваскуляризации сочетанных поражений бифуркации аорты и подвздошных артерий .....	145
6.1.1. Результаты исследования .....	147

6.1.2. Обсуждение полученных результатов .....	156
6.2. Сравнительный анализ эндоваскулярного и открытого оперативного лечения бифуркационного поражения аорто-подвздошного сегмента.....	159
6.2.1. Результаты исследования .....	161
6.2.2. Обсуждение полученных результатов .....	169
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	173
ВЫВОДЫ .....	176
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	178
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	183
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	185

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Окклюзионно-стенотическое поражение аорто-бедренного сегмента является одним из часто встречающихся локализаций при атеросклерозе, особенно у возрастных, курящих, больных с сахарным диабетом и дислипидемией, что влечет за собой развитие перемежающейся хромоты вплоть до критической ишемии нижних конечностей с последующей ампутацией [Покровский А. В. и др. 2001].

За последние годы подходы к лечению протяженного окклюзионно-стенотического поражения аорто-подвздошного сегмента изменились в сторону эндоваскулярной реваскуляризации. Хотя «золотым стандартом» лечения при таком типе поражений является аорто-бедренное шунтирование, количество осложнений и смертность при открытой хирургической реконструкции по некоторым данным может достигать 10,4%, что привело к более активному использованию эндоваскулярных и гибридных технологий в настоящее время [Aboyans V. et al. 2017].

Еще одной нерешенной проблемой остается выбор метода лечения у пациентов с многоуровневым сочетанным поражением аорто-подвздошного сегмента и общей бедренной артерий. В Российских национальных и последних Европейских рекомендациях при данной анатомической ситуации предлагают либо открытую хирургию в объеме аорто-бедренного шунтирования, либо гибридное вмешательство, включающее стентирование подвздошной артерии и эндартерэктомию из общей бедренной артерии [Premaratne S. et al. 2020, Antoniou G. et al. 2009, Boufi M, et al. 2021].

Отмечено, что проходимость протезов после аорто-бедренного шунтирования может достигать 80% в сроки до 20 лет, в то время как при окклюзионно-стенотических поражениях аорто-подвздошного сегмента первичная проходимость в сроки до 5 лет при эндоваскулярных вмешательствах варьирует в пределах 60-80%. Текущие рекомендации Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC II) по-прежнему рекомендуют эндоваскулярное лечение при коротких

поражениях подвздошного сегмента и открытое лечение при протяженных окклюзиях [Norgren L. et al. 2007].

Учитывая многообразие методик, для широкого внедрения в повседневную практику требуется оценить и определить роль малоинвазивных технологий в современной практике лечения пациентов с аорто-бедренным поражением с целью улучшения результатов безопасности и эффективности в отдаленном периоде наблюдения.

### **Степень разработанности**

Анализ современной литературы свидетельствует о наличии ряда нерешенных противоречий. Согласно клиническим рекомендациям, эндоваскулярные методы показаны преимущественно при коротких поражениях, тогда как при протяженных окклюзиях предпочтение отдается открытой хирургии. Однако стремительное развитие эндоваскулярных и гибридных технологий ставит под сомнение однозначность этих рекомендаций и требует их пересмотра на основе новых доказательных данных.

Наименее изученными остаются вопросы лечения пациентов с сочетанными (многоуровневыми) поражениями подвздошно-бедренного сегмента и бифуркации аорты. Существующие работы, сравнивающие открытые, гибридные и эндоваскулярные подходы, немногочисленны, часто имеют ретроспективный характер и не позволяют сделать однозначных выводов о долгосрочных результатах. Отсутствуют проспективные рандомизированные исследования.

Кроме того, в доступной литературе недостаточно данных о факторах, предсказывающих неблагоприятные исходы (рестеноз, ампутацию, смерть) в зависимости от выбранного метода реваскуляризации. Отсутствие четких предикторов затрудняет персонализированный подход к выбору тактики лечения.

Таким образом, степень разработанности темы характеризуется фрагментарностью знаний, противоречивостью существующих рекомендаций и дефицитом проспективных сравнительных исследований. Это определяет актуальность настоящей диссертационной работы, целью которой является

определение оптимальной стратегии реваскуляризации аорто-бедренных поражений с помощью малоинвазивных технологий на основе оценки ближайших и отдаленных результатов различных методов лечения и выявления предикторов их эффективности и безопасности.

### **Научная гипотеза**

Малоинвазивные и гибридные технологии реваскуляризации аорто-бедренных поражений при сопоставимых результатах снижают риск развития локальных и системных осложнений в госпитальном и отдаленном периоде наблюдения.

### **Цель исследования**

Определить оптимальную стратегию реваскуляризации аорто-бедренных поражений при помощи малоинвазивных технологий.

### **Задачи исследования**

1. Оценить ближайшие и отдаленные результаты открытого и эндоваскулярного лечения протяженных поражений подвздошного сегмента (TASC II C, D).
2. Провести сравнительный анализ выживаемости, свободы от рестенозов / реокклюзий и частоты осложнений после аорто-бедренного шунтирования и гибридных вмешательств при окклюзионно-стенотических сочетанных поражениях подвздошно-бедренного сегмента (TASC II C, D).
3. Сравнить результаты сквозного эндоваскулярного стентирования и гибридных вмешательств при сочетанных окклюзионно-стенотических поражениях подвздошно-бедренного сегмента.
4. Сравнить отдаленные результаты по безопасности и эффективности открытого и эндоваскулярного лечения поражения бифуркации брюшной аорты.
5. Изучить преимущества и недостатки эндоваскулярного «киссинг» стентирования при бифуркационном поражении терминального отдела аорты и подвздошных артерий.

6. Выявить предикторы развития рестеноза/реокклюзии оперированных сегментов, предикторы смерти и ампутации в зависимости от метода реваскуляризации.

### **Научная новизна**

1. Впервые проведено проспективное рандомизированное исследование по оценке результатов аорто-бедренного шунтирования и эндоваскулярного стентирования при длинных поражениях подвздошных сегментов. Установлено, что у пациентов со сложными поражениями подвздошной артерии при эндоваскулярном стентировании частота 30-дневных осложнений была ниже, хотя 3-летняя первичная проходимость была выше при аорто-бедренном шунтировании.

2. Впервые представлены результаты проспективного рандомизированного исследования сравнивающего результаты аорто-бедренного шунтирования и гибридного лечения при сочетанных поражениях подвздошных и общей бедренной артерии. Подтверждена безопасность гибридных процедур в раннем послеоперационном периоде, сопоставимая эффективность обоих методов реваскуляризации в периоде наблюдения до 3х лет и преимущество в проходимости аорто-бедренного шунтирования над гибридным подходом в 6-летнем наблюдении.

3. Впервые проведено пилотное проспективное рандомизированное исследование сравнивающего результаты сквозного стентирования и гибридной реваскуляризации с использованием плетеного нитинолового стента у пациентов с сочетанным окклюзионно-стенотическим поражением подвздошных и общей бедренной артерий. Это исследование показало, что гибридное лечение имеет одинаковый результат с эндоваскулярным сквозным стентированием с точки зрения госпитальной безопасности, однако в отдаленном периоде наблюдения до 3х лет у гибридных процедур имеется преимущество в безопасности и первичной проходимости перед эндоваскулярными операциями.

4. Эндоваскулярный подход при лечении поражений бифуркации аорты и подвздошных артерий с использованием голо-металлических стентов

демонстрирует сопоставимую первичную проходимость с аорто-бедренным бифуркационным шунтированием за 3-летний период наблюдения.

5. Впервые представлены убедительные доказательства, что снижение первичной проходимости были сопряжены с наличием критической ишемии нижней конечности, гемодинамически значимым поражением бедренных артерий, «выходом» проксимальных участков стентов выше бифуркации аорты, малым диаметром имплантированных стентов и присутствием тромботических масс в брюшном отделе аорты.

### **Практическая значимость полученных новых научных знаний**

1. Использование эндоваскулярных технологий, при лечении сложных поражений подвздошных артерий (TASCII C и D) сокращает время пребывания больного в стационаре и снижает частоту послеоперационных осложнений. Показатель первичной проходимости был значительно выше у пациентов из группы открытой хирургии. Результаты этого исследования показывают, что при рассмотрении вариантов лечения важно оценить хирургические риски, принять во внимание общее состояние здоровья пациента.

2. Результаты исследования показали, что гибридный подход безопаснее и обладает приемлемым показателем проходимости за 3 года наблюдения, хотя уступает в 6-летнем периоде аорто-бедренному шунтированию, но с одинаковой частотой выживаемости и сохранения конечности.

3. Гибридное лечение при сочетанном поражении подвздошных и общей бедренной артерии имеет преимущество перед эндоваскулярным сквозным стентированием с точки зрения первичной проходимости в 3-летнем периоде наблюдения. Техническая возможность выполнения гибридных и эндоваскулярных реинтервенций при реокклюзиях после эндоваскулярных вмешательств позволяет сохранить высокую вторичную проходимость, сравнимую с гибридными операциями. Отмечена техническая простота удаления плетеного стента из подвздошных и бедренной артерий вместе с атеротромботическими массами.

4. При использовании метода «киссинг» стентирования бифуркации аорты и подвздошных артерий были получены удовлетворительные результаты как с технической точки зрения в раннем периоде, так и в сохранении отдаленной проходимости стентированных артерий.

5. Выявленные предикторы потери первичной проходимости в зоне реваскуляризации указывают на необходимость более тщательного планирования тактики лечения. У отдельных больных при наличии пристеночных тромбомасс в брюшной аорте и подвздошных артериях следует рассматривать возможность проведения первичной открытой операции либо рассмотреть возможность использования для стентирования стент-графты.

6. Отмечено снижение продолжительности пребывания в стационаре пациентов, получивших малоинвазивные операции: эндоваскулярное стентирование <гибридный подход <аорто-бедренное шунтирование.

### **Значимость для науки и практической деятельности, полученных автором результатов**

В ходе диссертационной работы сформулированы выводы и практические рекомендации, способствующие повышению эффективности и безопасности хирургического лечения пациентов с окклюзионно-стенотическими поражениями аорто-бедренного сегмента, с использованием открытых, эндоваскулярных и гибридных технологий. Практические рекомендации внедрены в ежедневную клиническую практику в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России.

### **Методология и методы исследования**

Дизайн настоящей работы объединяет результаты трех проспективных одноцентровых рандомизированных и двух ретроспективных исследований. В период с 2015 по 2021 гг. в анализ были включены 593 пациента с хронической ишемией нижних конечностей, обусловленной окклюзионно-стенотическими поражениями аорто-подвздошного, аорто-бедренного и подвздошно-бедренного

сегментов (по классификации TASCII C, D). Проведена сравнительная оценка безопасности и эффективности гибридных и эндоваскулярных вмешательств с золотым стандартом реваскуляризации — аорто-бедренным шунтированием. Диагностический алгоритм на предоперационном этапе включал ультразвуковое исследование (УЗИ), мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) с контрастированием аорты и артерий нижних конечностей, а также расчет лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ).

Объект исследования – больные с атеросклерозом аорты и артерий нижних конечностей и окклюзионно-стенотическое поражения брюшной аорты, подвздошных артерий и бедренных артерий, которым выполнены различные методы реваскуляризации. Предмет исследований – аорто-бедренное шунтирование, эндоваскулярные интервенции со стентированием аорто-бедренного сегмента и гибридные процедуры с эндартерэктомией из общей и/или глубокой бедренной артерий с эндоваскулярной реканализацией и стентированием аорто-подвздошного сегмента с обоснованием метода реваскуляризации с учетом предикторов позволяющие повысить процедурный успех, снизить пери-операционные осложнения и улучшить долгосрочную эффективность.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Эндоваскулярное стентирование при длинных поражениях подвздошных артерий является более безопасным методом лечения в ближайшем послеоперационном периоде в сравнении открытым аорто-бедренным шунтированием.

2. Гибридные процедуры при сочетанных поражениях подвздошных и бедренных артерий характеризуются меньшим количеством ранних послеоперационных осложнений в сравнении с открытыми реконструктивными операциями.

3. Открытое аорто-бедренное шунтирование по эффективности (первичная и первично-ассистированная проходимость) превосходит эндоваскулярные операции в отдаленном периоде наблюдения.

4. Показатели проходимости открытого реконструктивного оперативного лечения при поражениях подвздошно-бедренного сегмента в 3-летнем периоде сопоставима с гибридным лечением, однако превосходит в 6-летнем периоде наблюдения.

5. Гибридные методы реваскуляризации имеют преимущество над эндоваскулярным сквозным стентированием у пациентов при сочетанном поражении подвздошно-бедренного сегмента в показателях безопасности и первичной проходимости в 3-летнем периоде наблюдения.

6. «Киссинг» стентирование является технически выполнимым, безопасным и эффективным методом лечения при бифуркационном поражении аорты и подвздошных артерий. Эндоваскулярный подход лечения поражений бифуркации аорты и подвздошных артерий голо-металлическими стентами продемонстрировал сопоставимую с аорто-бедренным бифуркационным шунтированием первичную проходимость за трехлетний период наблюдения и сопоставимую частоту развития осложнений.

7. Определены предикторы, которые влияли на первичную проходимость (ПП). Выведение стентов в брюшную аорту более 1 см по типу "двустволки" приводило к снижению проходимости. Наличие тромботических масс в инфраренальной аорте (по данным томограмм) также достоверно приводило к снижению проходимости. Малый диаметр стентов, увеличивал риск рестенозов и реокклюзий. Наличие предоперационной критической ишемии нижней конечности и гемодинамически значимое поражение бедренных артерий повышали риск развития рестеноза\реокклюзии.

### **Степень достоверности и апробация материалов диссертации**

Для построения выводов и практических рекомендаций в диссертационную работу включены 3 проспективных рандомизированных и 2 ретроспективных исследования по лечению пациентов с окклюзионно-стенотическим поражением аорто-бедренного сегмента.

Для достоверной оценки результатов в работе использованы современные средства обработки данных, такие как анализы выживаемости, многофакторной логистической и линейной регрессии, ROC-анализ, псевдорандомизация и др.

Представленные результаты доложены на Российских и международных конгрессах, проверены на оригинальность исследований, биоэтику, заимствования и цитирование данных и допущены к публикации в ведущих журналах по профилю сердечно-сосудистая хирургия и апробированы в клинической практике ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России.

Целостность и внутреннее единство научно-квалификационной работы, высокий уровень методологии и методов исследования, адекватная мощность и размер выборки, использование углубленных методов статистического анализа, подтверждают достоверность и обоснованность полученных выводов и практических рекомендаций, представленных в диссертационной работе.

Достаточное число клинических наблюдений, использование высокоинформативных и современных методик, комплексный подход к научному анализу с применением современных методов статистической обработки и современного программного компьютерного обеспечения, является свидетельством высокой достоверности выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе.

По теме диссертационной работы сделаны доклады в следующих конференциях:

1. Leipzig Interventional Course (LINC 2020), январь 2020г, Лейпциг, Германия;
2. Ежегодная международная конференция «Гибридные технологии в лечении сердечно-сосудистых заболеваний» MICHS-2022. Февраль 2022г, Москва;
3. 30-й Конгресс Всемирного общества сердечно-сосудистых и торакальных хирургов (WSCTS) и 11-й Международный конгресс «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии». Сентябрь 2022г, Санкт – Петербург;
4. Ежегодная международная конференция «Гибридные технологии в лечении сердечно-сосудистых заболеваний» MICHS-2023. Февраль 2023г, Москва;

5. The 24th Congress of Asian Society for Vascular Surgery (ASVS). Декабрь 2023г, Анталья, Турция;
6. Ежегодная международная конференция «Гибридные технологии в лечении сердечно-сосудистых заболеваний» MICHS 2024. Февраль 2024г, Москва;
7. Актуальные вопросы сосудистой хирургии. Апрель 2024г, Самарканд, Узбекистан;
8. XII научные чтения, посвященные памяти академика Е.Н. Мешалкина. Лечение коморбидного пациента – взгляд в будущее. Июнь 2024г, Новосибирск;
9. Ежегодная международная конференция «Гибридные технологии в лечении сердечно-сосудистых заболеваний» MICHS 2025. Февраль 2025г, Москва;
10. V съезд Казахстанского общества сосудистых хирургов Апрель 2025г, Туркестан, Казахстан;
11. Ежегодная международная конференция «Гибридные технологии в лечении сердечно-сосудистых заболеваний» MICHS 2026. Февраль 2026г, Москва.

#### **Личный вклад автора в получении новых научных результатов исследования**

Личное участие автора осуществлялось на всех этапах работы и включало: анализ источников литературы, обследование и отбор больных с окклюзионно-стенотическими заболеваниями аорто-бедренного сегмента для открытых, эндоваскулярных и гибридных операций, пред- и послеоперационное ведение больных, самостоятельное выполнение всех методик реваскуляризации, диспансерное наблюдение и лечение в отдаленном послеоперационном периоде. Автор лично провел анализ клинических, лабораторных, инструментальных, ангиографических данных больных. Выполнил статистический анализ и интерпретацию полученных данных. Личное участие автора в получении научных результатов, приведенных в диссертации, подтверждается соавторством в публикациях по теме диссертации и докладами в Российских и международных конгрессах.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием клинического материала и методов исследования, 6 глав собственных исследований и обсуждения полученных результатов, выводов и практических рекомендаций. Диссертация изложена на 223 страницах машинописного текста. Указатель литературы содержит 59 отечественных и 278 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 26 таблицами и 41 рисунками.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Эпидемиология аорто-бедренных поражений

#### 1.1.1. Распространенность аорто-бедренных поражений в структуре заболеваний периферических артерий

Заболевания периферических артерий (ЗПА), сопровождающиеся хронической ишемией нижних конечностей (ХИНК), характеризуются неуклонным ростом распространенности в глобальных масштабах. В Российской Федерации, как и в странах с высоким уровнем дохода, сердечно-сосудистая патология сохраняет лидирующие позиции в структуре причин смертности и инвалидизации взрослого населения. Поражения аорты и артерий нижних конечностей составляют свыше 20% всех сердечно-сосудистых заболеваний в РФ, что эквивалентно приблизительно 3% населения страны или более чем трем миллионам человек [Акчурин Р.С. и др., 2024; Покровский А. В. и др., 2017; Aboyans и др., 2018; Kristensen и др., 2014; Visseren и др., 2021].

Атеросклероз является этиологическим фактором в 88-95% случаев облитерирующих поражений аорты и артерий нижних конечностей. Среди его клинически значимых проявлений окклюзионно-стенотические поражения аорто-бедренного сегмента (АоБС) занимают особое место, выявляясь более чем у 50% пациентов с симптоматическим течением ЗПА [Белов Ю.В. и др., 2012; Покровский и др., 2001].

Эпидемиологические исследования демонстрируют значительное влияние ЗПА на прогноз исхода болезни. Наличие сердечно-сосудистых заболеваний в анамнезе ассоциировано со снижением ожидаемой продолжительности жизни в среднем на 7.7 лет, а у пациентов, перенесших инфаркт миокарда (ИМ) на 9.2 года. Распространенность поражений аорто-бедренного сегмента имеет выраженную возрастную зависимость: от 1.1% в возрасте 40 лет, до 5.2% в 70 лет и 5-7% у лиц старше 70 лет. Отмечается тенденция к увеличению заболеваемости в более молодых возрастных группах. Симптомы ХИНК наблюдаются у половины лиц пожилого возраста. Мужчины подвержены заболеванию значительно чаще женщин

(соотношение ~10:1) [Горелик С.Г. и др., 2013; Покровский А.В. и др., 2014; Ткаченко А.Н. и др., 2011].

Гемодинамически значимое поражение аорты и подвздошных артерий служит маркером генерализованного атеросклероза, указывая на высокий риск мультифокального поражения сосудистого русла и развития жизнеугрожающих осложнений. Это обстоятельство требует комплексного подхода к ведению пациентов. К специфическим клиническим проявлениям поражения АоБС относятся проксимальная перемежающаяся хромота характеризующая болью в ягодицах, бедрах или икроножных мышцах при ходьбе, особенно у пациентов, сохраняющих способность к интенсивным физическим нагрузкам, и эректильной дисфункцией у мужчин, особенно при распространении процесса на внутренние подвздошные артерии (ВПА) [Бокерия Л. А., и др., 2009; Гавриленко А. В., и др., 2012].

Пациенты с АоБ поражениями относятся к группе высокого риска сердечно-сосудистых осложнений. Спектр клинических проявлений варьирует от перемежающейся хромоты до критической ишемии нижних конечностей (КИНК) [Суковатых Б.С. и др., 2014]. Последнее, при отсутствии возможностей реваскуляризации нередко приводит к гангрене, необходимости ампутации и последующим тяжелым, в том числе фатальным осложнениям.

Хотя непосредственной причиной смерти при атеросклерозе АоБС регистрируется реже, чем при ишемической болезни сердца (ИБС) или остром нарушении мозгового кровообращения (ОНМК), общая смертность пациентов, особенно перенесших высокую ампутацию, значительно выше, во многом именно вследствие высокого риска сердечно-сосудистых осложнений [Арутюнов А.Г. и др., 2021; Суковатых Б.С. и др., 2014; Сумин А.Н. и др., 2011; Шарафеев А.З. и др., 2011].

Мета-анализы и крупные когортные исследования свидетельствуют о значительном повышении рисков у данной категории пациентов. Например, риск ИМ возрастает до 60%, а риск инсульта увеличивается до 40%. По некоторым данным общая сердечно-сосудистая смертность при наличии атеросклероза повышается в 6 раз [Арутюнов А.Г. и др., 2021; Жданкина Н.В. и др., 2022; Короткевич А.А. и др., 2022; Кашталап В.В. 2009; Кобзева Н.Д. 2021].

Особую прогностическую настороженность вызывает сочетание сахарного диабета (СД) и КИМК, ассоциированное со значительным ухудшением прогноза и снижением выживаемости по сравнению с пациентами без СД [Барбараш О.Л. и др., 2020; Сумин А.Н. и др., 2011].

*Динамика и структура хирургической активности при облитерирующих поражениях аорто-бедренного сегмента в Российской Федерации*

Реконструктивные операции на артериях нижних конечностей, направленные на купирование симптомов ХИМК атеросклеротического генеза, сохраняют устойчиво высокие объемы ежегодного выполнения в Российской Федерации. Реваскуляризации при поражениях аорто-подвздошного сегмента (АПС) сегмента занимают значимое место в структуре вмешательств ввиду высокой распространенности данной патологии и тяжести клинических проявлений. Данные многолетнего мониторинга, представленные в ежегодных отчетах академика А.В. Покровского и профильных обществ (в частности, Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов - РОАИСХ), свидетельствуют о существенном росте хирургической активности. За период с 2013 по 2018 год общее количество реконструктивных операций на артериях нижних конечностей в РФ увеличилось на 30%, что отражает как возрастающую потребность хирургической реваскуляризации, так и развитие сосудистой службы [Акчурин Р.С. и др., 2024; Покровский А. В., и др., 2017].

Согласно данным РОАИСХ за 2023 год, общее количество реконструктивных операций на артериях составило 84 089, в том числе открытых операций выполнены 56 901, эндоваскулярных интервенций 24 694 и проведено гибридных процедур 2 460. Отмечен рост на 10 000 операций по сравнению с 2018 годом.

РОАИСХ классифицирует ЗПА по трем основным сегментам (аорто-подвздошный, бедренно-подколенный, большеберцовый) в связи с различиями в прогнозе и тактике реваскуляризации. Таким образом, количество процедур при облитерирующих заболеваниях АПС увеличилось с 10 893 в 2018 году до 11 552 в 2023 году. Уровень смертности при этих процедурах составил 1.65%, как показано в таблице 1.

Таблица 1 - Хирургическая активность и летальность при вмешательствах на аорто-подвздошном сегменте (РОАИСХ, 2023)

<b>Тип операции</b>	<b>Количество операций</b>	<b>Летальность <i>n</i> (%)</b>
Общее количество операций при поражении аорто-подвздошного сегмента	11552	191 (1.65)
Линейное аорто-бедренное шунтирование/протезирование	1026	48 (4.67)
Бифуркационное аорто-бедренное шунтирование/протезирование	2470	96 (3.89)
Эндартерэктомия из подвздошных артерий	914	8 (0.86)
Подвздошно-бедренное шунтирование/протезирование	1048	8 (0.76)
Бедренно-бедренное шунтирование	616	8 (1.30)
Подмышечно-бедренное шунтирование	69	8 (11.59)
Реканализация и стентирование аорты и подвздошных артерий	469	1 (0.21)
Реканализация и стентирование подвздошного сегмента	1734	8 (0.46)
Ангиопластика и стентирование подвздошного сегмента	2402	3 (0.12)
Реконструктивные вмешательства при стенозах дистальных анастомозов АБШ/АББШ	482	1 (0.21)

Продолжение таблицы 1

Эндоваскулярные вмешательства при стенозах дистальных анастомозов АБШ/АББШ	35	0
Реконструктивные вмешательства при аневризмах дистальных анастомозов АБШ/АББШ	285	2 (0.70)
Эндоваскулярные вмешательства при аневризмах дистальных анастомозов АБШ/АББШ	2	0

В то же время отмечается значительный рост активности на артериях ниже паховой складки (инфраингвинальный сегмент), в 2018 году проведены 19 304 операции, в 2023 году 24 888 операций. Летальность при инфраингвинальных реконструкциях в 2023 г. составила 0.5%. Частота вторичных ампутаций была 0.89% (рисунок 1, таблица 2).

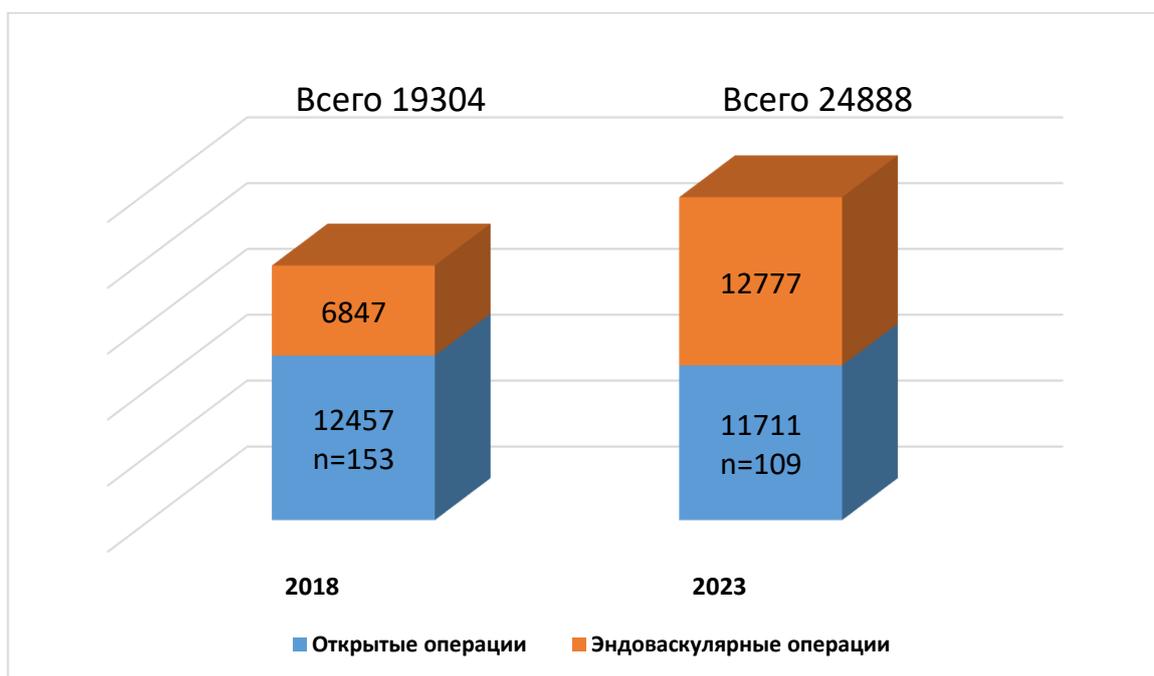


Рисунок 1 - Динамика количества реконструктивных операций на артериях нижних конечностей в РФ (аорто-подвздошный и инфраингвинальный сегменты), 2018-2023

### *Проблема ампутаций и прогноз*

Ежегодно в РФ у ~140 000 пациентов диагностируется КИНК в следствии атеросклеротического поражения аорты и артерий нижних конечностей. Из них около 35 000 пациентов подвергаются ампутациям конечностей. Ампутация является высоко-травматичным вмешательством, приводящим к ранней инвалидизации и высокой смертности. Средняя продолжительность жизни после ампутации одной конечности составляет 5 лет, после ампутации обеих конечностей — 1 год [Вачёв А.Н. и др., 2012; Клинков Р.Р и др., 2022; Учкин И.Г. и др. 2013].

Рост объемов реваскуляризации способствует снижению частоты ампутаций при КИНК. Так с 2013 по 2018 гг. показатель ампутаций снизился на 3.6%, составив 7.4%. В 2023 г. частота вторичных ампутаций после артериальных реконструкций составила 0.89% [Акчурин Р.С. и др., 2024].

Таблица 2 - Хирургическая активность, вторичные ампутации и летальность при инфраингвинальных реконструкциях (РОАИСХ, 2023)

	<b>Количество операций n</b>	<b>Вторичные ампутации n (%)</b>	<b>Летальность n (%)</b>
Общее количество инфраингвинальных реконструкций	24888	222 (0.89)	126 (0.5)
Эндартерэктомия из бедренных артерий	1486	9 (0.6)	16 (1.07)
Ангиопластика/стентирование бедренной артерии	1839	3 (0.16)	1 (0.05)
Профундопластика/протезирование глубокой бедренной артерии	1176	11 (0.93)	1 (0.08)

Продолжение таблицы 2

Ангиопластика/ стентирование глубокой бедренной артерии	75	0 (0)	1 (1.33)
Эндартерэктомия из поверхностной бедренной артерии	1168	11 (0.94)	13 (1.11)
Ангиопластика/стентирование поверхностной бедренной артерии	4602	30 (0.65)	14 (0.30)
Бедренно-подколенное шунтирование проксимальное	4200	17 (0.40)	17 (0.40)
Бедренно-подколенное шунтирование дистальное	2127	44 (2.06)	16 (0.75)
Эндартерэктомия из подколенной артерии	346	5 (1.44)	1 (0.28)
Ангиопластика/стентирование подколенной артерии	1949	5 (0.25)	0 (0)
Бедренно-берцовое/стопное шунтирование	936	32 (3.41)	20 (2.13)
Ангиопластика берцовых артерий	4273	47 (1.09)	11 (0.25)
Артериализация венозной системы при ХИНК	152	4 (2.63)	0 (0)
Открытые реконструкции при периферических аневризмах нижних конечностей	520	4 (0.76)	7 (1.34)
Эндопротезирование при периферических аневризмах нижних конечностей	39	0 (0)	8 (20.5)

### **1.1.2. Поражение аорты и артерий нижних конечностей в структуре мультифокального атеросклероза**

Известно, что пациенты с атеросклеротическим поражением аорты и артерий нижних конечностей относятся к группе высокого сосудистого риска и этот диагноз является всеобщим принятым индикатором генерализованного атеросклероза [Виноградов С.Н. и др., 2018; Константинова Е.В. и др., 2021; Doobay A. и др., 2005; Norgren и др., 2007].

Как правило, у пациентов старших возрастных групп с облитерирующим атеросклерозом нередко отмечаются проявления мультифокального атеросклероза (МФА) – ишемическая болезнь сердца, хроническое нарушение мозгового кровообращения, артериальная гипертензия и поражение других сосудистых артериальных бассейнов. Так, по данным разных авторов, у 60-80% пациентов с облитерирующим атеросклерозом имеет место явная или скрытая форма ишемической болезни сердца, а у 25% – поражение брахиоцефальных артерий. Чаще всего пациенты этой категории имеют избыточный вес, повышенное АД, как правило, среди них много курильщиков (свыше 80%) [Жданкина Н.В. и др., 2022; Короткевич А.А. и др., 2022].

По данным литературы, в популяции старше 60 лет с момента постановки диагноза атеросклероз АоБС в течение 5 лет у 1% больных развивается критическая ишемия пораженной конечности, 30% больных умирают, у 20% развиваются нефатальные острые ишемические эпизоды (инфаркт, инсульт) [Aronow W и др., 1994].

В большинстве случаев (40–60%) пациенты с заболеваниями периферических артерий умирают от осложнений ишемической болезни сердца. Цереброваскулярная болезнь может привести к смерти в 20% случаев. Выживаемость больных с клиническими проявлениями облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей в 3-летний период составляет в среднем 86.3%, 5-летний – 77.4%, 10-летний – 55.8% [Соловьев В.А. и др., 2023; Aboyans V. и др., 2018; Alekuyan B. и др., 2019; Nakashima K. и др., 2022].

Особенно часто мультифокальный атеросклероз выявляется среди лиц с ишемической болезнью сердца, нуждающихся в проведении реваскуляризации коронарного русла. Как правило, это пациенты с СД с многососудистым поражением

коронарных артерий, что побуждает к целенаправленному обследованию проявлений генерализованного атеросклероза, в наибольшей степени определяющего ближайшие исходы операции [Вершинина Е.О. и др., 2014; Barbarash L. и др., 2013].

Проблема распространенности и клинического значения МФА системно изучалась в ряде масштабных международных исследований. Проспективный обсервационный регистр REACH (Reduction of Atherothrombosis for Continued Health), включивший 67 888 амбулаторных пациентов старше 45 лет с установленным атеротромбозом (ИБС, цереброваскулярные заболевания, поражение аорты/периферических артерий) или пациенты с более 3 факторами риска атеросклероза, предоставил важные результаты. Регистр не только подтвердил роль классических факторов риска и их неадекватный контроль, но и убедительно продемонстрировал высокую частоту МФА среди лиц с атеротромбозом, напрямую ассоциированного с увеличением частоты достижения комбинированных конечных точек в течение периода наблюдения [Ohman E. и др., 2006; Suárez C. и др., 2010].

Распространенность мультифокального поражения была количественно оценена в различных когортах. В исследовании CAPRIE (Clopidogrel versus Aspirin in Patients at Risk of Ischemic Events; n=19185, медиана наблюдения 1.9 года) поражение трех сосудистых бассейнов диагностировано у 3.3% пациентов. Чаще встречалось сочетанное поражение двух бассейнов: коронарных и артерий нижних конечностей (11.9%), брахиоцефальных и коронарных артерий (7.3%), брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей (3.8%). В целом, поражение двух и более сосудистых бассейнов было выявлено у значительной части пациентов – 26.3% [Gent M. и др., 1996].

Масштабное исследование CRUSADE (Can Rapid risk stratification of Unstable angina patients Suppress ADverse outcomes with Early implementation of the ACC/AHA guidelines; n=95749) специально оценивало частоту МФА и его влияние на исходы. Пациенты были стратифицированы по числу пораженных сосудистых бассейнов: изолированное поражение одного бассейна зафиксировано у 38.3%, двух – у 11.2%, трех – у 1.6%. Ключевым выводом стала строгая зависимость риска ишемических

событий, включая летальные, который достоверно возрастал пропорционально увеличению числа пораженных сосудистых бассейнов [Bhatt L. и др., 2009].

Данные международного проспективного исследования AGATHA (A Global Atherothrombosis Assessment; n=8891) также подтвердили значительную долю пациентов с высоким риском атеротромботических осложнений, имеющих мультифокальное поражение. Хотя у 65.2% пациентов выявлено поражение одного сосудистого русла, у 35.7% (27.6% - два бассейна, 7.1% - три бассейна) диагностирован МФА. Среди ведущих факторов риска в этой когорте доминировали артериальная гипертензия (АГ), СД и дислипидемия [Fowkes F. и др., 2006].

Особый интерес представляют данные о взаимосвязи МФА с СД. Японское исследование (n=1597, из них 46.3% с СД) выявило генерализованный атеросклероз у 27.9% пациентов (n=446), включая гемодинамически значимый стеноз брюшной аорты (6.0%) и артерий нижних конечностей (18.8%). Примечательно, что среди всех больных СД и МФА обнаруживался почти у половины (49.3%) из них. Многофакторный анализ определил независимые предикторы риска МФА: возраст, АГ, перенесенное ОНМК, хроническая болезнь почек (ХБП) и инсулинотерапия. Наиболее сильная ассоциация выявлена с ХБП ( $p < 0.0001$ ). Пятилетняя частота неблагоприятных исходов в группе с МФА была существенно выше, чем при изолированной ИБС (12% против 3.8%,  $p < 0.0001$ ) [Miura T. и др., 2013].

Прогностическая значимость МФА ярко иллюстрирована данными регистра GRACE у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС). Стационарная летальность составила 4.5% у пациентов без признаков коронарного атеросклероза. Наличие сопутствующего атеросклероза аорты и артерий нижних конечностей увеличивало смертность до 7.2%. У пациентов с перенесенным ОНМК этот показатель достигал 8.9%. Максимальная летальность (9.4%) наблюдалась при сочетании атеросклероза аорты/артерий нижних конечностей и ОНМК в анамнезе [Fox K. и др., 2006].

Серьезную проблему представляет частое бессимптомное течение периферического атеросклероза. Исследование LIFE показало, что лишь у 5% пациентов с ЗПА наблюдается типичная клиническая картина. У 30% отмечаются

атипичные симптомы, а у большинства (65%) заболевание протекает асимптомно [Ruwald A. и др., 2012]. При этом, по данным Хирш, даже асимптомное ЗПА ассоциировано с пятикратным увеличением риска смерти по сравнению с лицами без ЗПА, а при тяжелом симптомном течении риск возрастает в 11 раз [Hirsch A. и др., 2001].

Фаглиа с соавт. выявили, что пациенты с СД и КИНК характеризуются особо высокой пятилетней смертностью, достигающей 30%. Поражение артерий нижних конечностей часто сопутствует цереброваскулярной патологии и служит важным индикатором риска развития ОНМК [Faglia E. и др., 2006]. Более того исследование Мевеса подтвердило, что наряду с возрастом старше 65 лет, ОНМК в анамнезе и СД, ЗПА является существенным независимым предиктором ишемического инсульта [Meves S. и др., 2014].

### **1.1.3. Факторы риска атеросклероза аорты и артерий нижних конечностей**

Ключевые факторы риска развития и прогрессирования атеросклероза аорты и артерий нижних конечностей систематически изучались в крупных исследованиях. Европейский субанализ регистра REACH выявил значимые различия между пациентами с МФА и лицами с монофокальным поражением. Пациенты с МФА были достоверно старше ( $68 \pm 9.4$  года против  $66.3 \pm 9.9$  лет) и характеризовались более высокой распространенностью курения (64.9% против 58.7%), артериальной гипертензии (59.7% против 46.6%) и сахарного диабета (34.5% против 25.9%). Российская когорта в рамках REACH ( $n=999$ ) продемонстрировала наиболее высокую частоту тяжелых сердечно-сосудистых осложнений за период наблюдения, особенно выраженную при поражении двух и более сосудистых бассейнов [Suárez C. и др., 2010].

Сахарный диабет является мощным независимым предиктором МФА. Данные Фрамингемского исследования подтверждают, что у пациентов с СД риск развития атеросклероза аорты и артерий нижних конечностей возрастает в 3,5–8,6 раз по сравнению с лицами без диабета. Для СД характерно также более агрессивное течение периферического атеросклероза, ассоциированное с

повышенной частотой сердечно-сосудистых событий и ампутаций [Bhatt L. и др., 2007; Jude E. и др., 2010; Malmstedt J. и др., 2008].

Дислипидемия, в частности гиперхолестеринемия, играет значимую роль в развитии атеросклероза. Фрамингемское исследование установило, что уровень общего холестерина натощак  $>7$  ммоль/л удваивает риск заболеваний периферических артерий. Существуют убедительные доказательства того, что активная коррекция гиперлипидемии (прежде всего, статиноterapia) достоверно снижает заболеваемость атеросклерозом и замедляет его прогрессирование [Long M. и др., 2016; Tsao C. и др., 2015].

Артериальная гипертензия признана важнейшим модифицируемым фактором риска. Патогенетическая связь АГ с атеросклерозом обусловлена несколькими механизмами: механическим повреждением эндотелия на фоне повышенного давления, ускорением утолщения комплекса интима-медиа и облегчением инфильтрации сосудистой стенки липопротеинами низкой (ЛПНП) и очень низкой плотности (ЛПОНП) [Евсиков Е. и др., 2019; Морозова Н. и др., 2022; Gonzalez A. и др., 2024; Hernández-López P. и др., 2024; Stone P. И др., 2021].

Хроническая болезнь почек и особенно ее терминальная стадия являются независимыми и мощными факторами риска развития и ускоренного прогрессирования атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Пациенты с ХБП имеют в 10-20 раз более высокий риск смерти от сердечно-сосудистых событий (инфаркт, инсульт, сердечная недостаточность) по сравнению с общей популяцией, и этот риск возрастает по мере снижения функции почек [Мухин Н.А. и др., 2008; Margolis D. И др., 2008; Yamada S. и др., 2023].

Курение представляет собой один из наиболее значимых управляемых факторов риска. Его негативное влияние на развитие облитерирующего атеросклероза, в частности перемежающейся хромоты (относительный риск 3.7% по данным Edinburgh Arterial Study), известно с начала XX века. Патогенетически никотин и монооксид углерода (СО) повреждают эндотелий, повышая проницаемость для липопротеинов, вызывая вазоспазм, усиливая адгезию тромбоцитов и способствуя накоплению холестерина в стенке артерии. У

курильщиков диагноз КИНК устанавливается в среднем на 10 лет раньше, а степень поражения сосудов напрямую коррелирует с интенсивностью курения. Примечательно, что отказ от курения приводит к значимому снижению риска (до 3% у бросивших в течение последних 5 лет) и улучшению клинических исходов, что подчеркивает важность антитабачного информирования в клинической практике [Смирнова И. и др., 2006; Ховаева Я. и др., 2016; Ambrose J. и др., 2004; Ishida M. и др., 2024].

## РЕЗЮМЕ

Таким образом, прогрессирование атеросклероза аорты и артерий нижних конечностей определяется комплексом взаимосвязанных факторов, среди которых ведущую роль играют немодифицируемые (возраст) и модифицируемые (СД, АГ, дислипидемия, курение) факторы риска. Эффективный контроль модифицируемых факторов, особенно отказ от курения и коррекция гиперлипидемии, является краеугольным камнем профилактики и лечения атеросклероза. Однако, помимо этих установленных факторов, существуют другие, менее изученные детерминанты, требующие дальнейшего углубленного исследования для разработки персонализированных стратегий управления риском.

### **1.2. Хирургическое лечение аорто-бедренного сегмента**

Хирургическое вмешательство при поражении аорто-бедренного сегмента показано в случаях, когда консервативная терапия становится не эффективной. При хронической ишемии нижних конечностей IIБ стадии (по классификации А.В. Покровского), характеризующейся тяжелой перемежающейся хромотой (ПХ) (боль при ходьбе менее 200 метров, существенно ограничивающая привычный образ жизни), консервативные методы могут быть оправданы как начальный подход. Однако если, несмотря на адекватное консервативное лечение, симптомы сохраняются и значительно снижают качество жизни пациента, также рассматривается вопрос о хирургической реваскуляризации [Савельев В.С. и др., 2004; Трифоненко А.Е. и др., 2013; Diehm C. и др., 2004].

Критическая ишемия нижних конечностей (III и IV стадии) является абсолютным показанием к хирургическому вмешательству, так как на этих стадиях консервативные методы лечения неэффективны для сохранения конечности и купирования тяжелых симптомов таких как боли в покое, наличие трофических язв и гангрены конечности [Кучай А.А. и др., 2024; Karimi A. и др., 2022; Yannoutsos A, и др., 2022].

Выбор конкретного метода инвазивного лечения АоБС представляет собой сложный междисциплинарный процесс, требующий тщательного анализа. Ключевой целью любого вмешательства должно быть достижение долгосрочной эффективности и безопасности при минимальном риске осложнений. Решение основывается прежде всего на детальной оценке анатомических особенностей поражения, включая его локализацию, протяженность, характер и, что особенно важно, состояние бифуркации общих бедренных артерий (ОБА) [Виноградов Р.А. и др., 2025; Nordanstig J. и др., 2024].

Процесс принятия решения «осложняется» рядом факторов такие как широкий спектр доступных технологий и методик (открытые, эндоваскулярные, гибридные), дефицит высококачественных рандомизированных клинических исследований (РКИ) с длительным периодом наблюдения и четкими, унифицированными конечными точками и значительная неоднородность пациентов в исследованиях по возрасту, коморбидности и анатомии поражения [Imhoff R. и др., 2025; Makaloski V. и др., 2025; Ricci J. и др., 2025].

При выборе конкретной тактики у сохранных пациентов с тяжелой хромотой следует учитывать распространенность поражения. Так распространенные окклюзии (захватывающие подвздошные артерии и аорту вплоть до почечных артерий) могут служить показанием к открытой операции, такой как АББШ. При сочетанном поражении подвздошных артерий и ОБА предпочтительной стратегией часто является гибридная процедура, например, сочетающая эндартерэктомию из ОБА с пластикой заплатой и стентирование подвздошных артерий [Карпенко А.А. и др., 2014; Сусанин Н.В., и др., 2022; Gudz O. и др., 2022; Serna Santos J. и др., 2023].

По данным разных исследователей, у 10–40% пациентов с клинической симптоматикой ХИНК наблюдается тенденция к прогрессированию заболевания, в то время как у остальных 60–90% состояние остаётся стабильным с момента проявления симптомов. В том случае, если в окклюзионно-стенотический процесс вовлечен АоБС с наличием КИНК, то первичная ампутация конечности сопряжена с высоким риском осложнений вплоть до нарушения процессов заживления послеоперационной раны культи конечности и её инфицирования [Николаевич В.В. и др., 2014; Brooke В. и др., 2025; Kang I. и др., 2025; Koksoy С. и др., 2025; Powell R. и др., 2025].

За последние десятилетия методы эндоваскулярной реваскуляризации значительно развились и стали эффективным и зачастую малоинвазивным способом лечения пациентов с поражением АПС. В настоящее время доступны различные эндоваскулярные методы лечения, которые позволяют проводить операции даже при сложных поражениях АоБС. Результаты таких операций безопасны, хотя долгосрочная эффективность имеет неоднозначные результаты [Мочалова А.Б. и др., 2022; 2021; Ahn S. и др., 2017; Guerra P. и др., 2025; Liang H. и др., 2021; Powell R. и др., 2025; Roisin S. и др., 2025].

Хирургическая реваскуляризация артерий нижних конечностей помогают устранить симптомы ишемии в тех случаях, когда это возможно. В большинстве случаев реконструктивные операции на АоБС позволяют избежать ампутации конечности. Однако эти операции выполнимы лишь для 70-75% пациентов с критической ишемией. Причиной тому являются поражения в дистального артериального русла [Манджгаладзе Т.Г. и др., 2018; Nordanstig J. и др., 2023; Wiggers R. и др., 2025].

Из-за прогрессирования атеросклероза после реконструктивных вмешательств могут возникнуть осложнения, которые потребуют повторных операций. При этом риск ампутаций значительно возрастает. При анализе пятилетнего прогноза для конечности, в 4–27% случаев может потребоваться ампутация конечности. По данным различных авторов, смертность после ампутации в раннем послеоперационном периоде составляет от 5 до 20%. В течение первых двух лет после ампутации уровень смертности может достигать 25–30%, а через пять лет — 50–75%

[Золоев Г.К. и др., 2014; Foley M. и др., 2025; Fridling J. и др., 2026; Li B. и др., 2025; McGinagle K. и др., 2024].

Интересно, что только 69.4% пациентов, которым ампутировали голень, продолжают ходить с протезами через два года после операции, а после ампутации бедра — всего 30.3%. Кроме того, пожилой возраст большинства таких пациентов сам по себе является фактором, увеличивающим хирургический риск. К тому же, наличие тяжёлого сопутствующего заболевания усложняет процесс реабилитации [Риффель А.В. и др., 2006; Рындина Р.Б., и др., 2022; Roffman C. и др. 2014; Venkataraman K. и др., 2016; Wijekoop A. и др., 2023].

## РЕЗЮМЕ

Таким образом, основываясь на наблюдениях, можно предположить, что течение облитерирующего атеросклероза аорты и артерий нижних конечностей у разных пациентов может различаться и зависеть от множества факторов. В настоящее время не существует точных рекомендаций, которые позволили бы чётко классифицировать и прогнозировать течение этого заболевания с целью определения тактики дальнейшего хирургического лечения.

### **1.2.1. Известные хирургические подходы реваскуляризации аорто-бедренных поражений**

#### **1.2.1.1. Аорто-бедренное шунтирование как золотой стандарт лечения аорто-бедренного поражения: историческая эволюция, материалы и современное положение**

Хирургическое лечение пациентов с поражением аорто-подвздошно-бедренного сегмента развивалось с течением времени и в основном состоит из аорто-бедренного шунтирования и эндоваскулярного аорто-подвздошного стентирования. Со временем открытые травматичные методы лечения все больше устаревают и в большинстве сосудистых хирургических практик из-за их высоких технических требований и растущего уклона в сторону эндоваскулярной терапии выполняются все меньше [Габиов А. и др., 2025; Редькин Д.С. и др., 2025; Затевахин И.И. и др. 2025 ].

Развитие реконструктивной сосудистой хирургии напрямую зависело от эволюции сосудистых трансплантатов, представляющей собой череду научных открытий и технологических достижений. Технология АБШ обрела жизнь лишь тогда, когда была решена фундаментальная задача сосудистой хирургии – разработан надежный и биосовместимый артериальный протез. Пионерские работы конца XIX – середины XX вв. (например, трубки из металла и кости Т. Глюка, 1882 г., или концепция синтетических заменителей Алексиса Карреля, 1910 г.) оставались на экспериментальном уровне из-за склонности к тромбозам, инфицированию и механической недолговечности материалов, не способных к биологической интеграции [Chiesa R. и др. 2010].

Переломный момент наступил благодаря исследованиям Артура Вурхиса (Arthur Voorhees Jr.) и его команды в 1952 г., разработавших пористые трубки из винилона-N для артериального замещения у животных. Ключевым был принцип биологической пористости (позже описанный С. Весоловски (S. Wesolowski) в начале 1960-х). Поры позволяли тканям реципиента прорасти в протез, образуя новую внешнюю оболочку (neoadventitia), а просвет сохранялся за счет стабилизированного тромба. Этот принцип стал фундаментом для создания текстильных протезов. Затем, знаковым событием стали независимые сообщения в 1954 году от А.Н. Блейкмора (A.N. Blakemore), А.В. Вурхиса (A.V. Voorhees), Х.Б. Шумакера (H.B. Schumacker) и Х. Кинга (H. King) об успешном использовании бифуркационных винилоновых протезов при аневризмах брюшной аорты. Это положило начало эре сосудистого протезирования, в том числе и аорто-бедренного шунтирования [Ahn S. и др., 1997; Beard J. и др., 2008; Blakemore A., и др., 1954; Kinmonth J. и др., 1955; Shumacker H. и др., 1955; Thomford N. и др. 1968; Voorhees A. и др. 1952].

Параллельно интенсивно исследовались различные материалы и конструкции сосудистых протезов: нейлон (N. Shumway, 1954), фортизон, ивалон (пористая поливинилалкогольная губка), тефлон (C. Bollack, 1955), а также тканые (R.A. Deterling), плетеные (A. Blakemore, W. Edwards) и вязаные варианты

[Benjamin R. и др., 1957; D'angelo J. и др. 1955; Hardin C. и др., 1957; Kinmonth J. и др., 1955; Shumway N. и др., 1955].

Важно подчеркнуть, что в то же время в СССР были разработаны прототипы практически всех искусственных волокон, которые использовались на Западе. В 1959 году Е. Н. Мешалкин предложил использовать лавсан для создания сосудистых протезов. Однако этот материал не получил широкого распространения в клинической практике. Значительные работы велись в СССР с лавсаном (советский аналог терилена/дакрона): пионерские разработки В.С. Крылова (1956) и Н.Б. Добровой (1957), плетеный протез Л.В. Лебедева (1960-1961, успешно внедрен М.И. Лыткиным), композит фторлон-лавсан 40/60% (Лебедев, Доброва, 1963) [Бакулев, А. Н., Мешалкин, Е. Н., 1956; Лазаренко В.А. и др., 2021; Лебедев Л.В., Плоткин Л.Л., 1961].

Однако к концу 1950-х многие материалы (нейлон, орлон, ивалон) столкнулись с проблемой гидролитической деградации, приводящей к катастрофической потере прочности до 80%, (В. Catchpole, R. Curran, 1958). Триумфатором оказался дакрон (полиэтилентерефталат, ПЭТФ). После первоначальных клинических трудностей (О. Julian et al., 1957) совместная работа М. DeVaKey и инженера Е. Edman увенчалась созданием вязаного дакронового протеза ("De VaKey Knitted Dacron Arterial Graft"), чья пористость обеспечила отличную тканевую интеграцию. Биостабильность, контролируемая пористость и превосходные хирургические свойства сделали дакрон (и лавсан) основным материалом на долгие годы [D'angelo J. и др., 1955; Kinmonth J. и др., 1955; Ratner V., 2023; Shumway N. и др., 1955].

Массивная интраоперационная кровопотеря оставалась ключевой проблемой пористых сосудистых протезов. Для ее предотвращения [Hufnagel C. 1955] ввел метод "праеклотинга" (замачивание в крови пациента). Позже для придания "нулевой пористости" разработали импрегнацию рассасывающимися материалами: коллагеном [Humphries A. и др., 1961] и желатином [Jordan G., и др. 1963], доказавшую свою эффективность в снижении кровопотери [Quarmby J. и др. 1998]. Однако использование этих полубиологических покрытий выявило недостатки:

усиление воспаления [Utoh J. и др. 1996], гипертермические синдромы и риск инфекций до 15% [Абдулгасанов Р.А. и др., 2001; Кайдорин А.Г. и соавт., 2008; Гусинский А.В., 2005; Forlivesi L. и др., 1959; Geelhoed W. и др., 2017; Niu G. и др., 2014].

Переломным моментом стало изобретение W. Gore экспандированного ПТФЭ (ePTFE, Gore-Tex) в конце 1960-х. Его биологическая инертность, гидрофобность, химическая стабильность, прочность, специфическая микропористая структура (минимизирующая прораствание), атеромбогенность и ненужность праеклотинга сделали его лидером среди сосудистых протезов. После начала массового производства компанией Bard (США, кон. 1970-х) в СССР/России также были созданы аналогичные протезы ("Пластполимер", Ленинград). С 1994 года под маркой "Экофлон" (ЗАО НПК "Экофлон", СПбГМУ им. Павлова) они выпускаются серийно, демонстрируя биосовместимость и эксплуатационные качества на уровне зарубежных аналогов [Лебедев Л.В., Плоткин Л.Л., 1961; Drews J. и др., 2017; Ebnesajjad S. и др., 2021; Gregory R. и др., 2013; Jorgensen C. и др., 1998].

Сравнительное исследование материалов, используемых в аорто-бедренном шунтировании, показало, что ранние и долгосрочные результаты применения дакроновых и политетрафторэтиленовых протезов сопоставимы. В частности, ранняя проходимость составляет 97.6%, а первичная пятилетняя проходимость для ПТФЭ — 91–95%. Кровопотеря, продолжительность операции и летальность не демонстрируют значимых различий между этими материалами [Кохан Е. и др., 2010; Максимов А. В. и др., 2014].

Что касается инфекционных осложнений, то при использовании ПТФЭ они не превышают таковые у текстильных протезов и достоверно ниже, чем у полубиологических. Также было отмечено, что потенциально реже возникают ложные аневризмы анастомозов при использовании ПТФЭ из-за его большей инертности. Преимущества ПТФЭ включают в себя отсутствие необходимости в праеклотинге или импрегнации, а также меньший риск ранней воспалительной реакции. Однако у ПТФЭ есть и недостатки, такие как меньшая растяжимость и

потенциальная сложность формирования анастомозов, а также более высокая стоимость [Максимов А. В. и др., 2014].

Инфекция сосудистого протеза (ИСП) — это серьёзное осложнение, которое может возникнуть после АБШ. Она приводит к высокой смертности от 20% до 75% и риску потери конечности, который может достигать 75%. Частота возникновения ИСП колеблется от 0.5% до 10%. В группах риска этот показатель может достигать 21.6%. Порядка 20% ИСП развивается в первый месяц после операции, и является основной причиной образования ложных аневризм анастомозов, которые встречаются в 12–65% случаев. Сам синтетический материал, из которого изготовлен протез, может вызывать воспаление, известное как «реакция на инородное тело», создавая условия для инфицирования. Для предотвращения такого осложнения разрабатываются антимикробные протезы. Пионерские исследования в этой области были проведены Лебедевым и Плоткиным в 1963 году.

Наиболее эффективным методом профилактики инфекционных осложнений является пропитка протезов антибиотиками. Также используются ионы серебра. Чтобы предотвратить инфицирование протеза, важно строго соблюдать асептические условия, проводить антибиотикопрофилактику и обеспечить адекватное закрытие протеза тканями. Лечение ИСП может быть как радикальным, предполагающим удаление протеза, так и паллиативным, направленным на устранение симптомов и облегчение состояния пациента [Лебедев Л. В., Плоткин, Л. Л., и др., (2001). Бадретдинов И.А. и др., 2015; Абдулгасанов Р.А. и др., 2016; Charlton-Ouw K. и др., 2014; Heinola I. и др., 2016].

К сожалению, попытки искусственно создать эндотелий на внутренней поверхности сосудистого протеза, с целью предотвращения тромбообразования и развития инфекционных осложнений, не увенчались значительным улучшением клинических результатов. Вместо эндотелиальной выстилки в протезе образуется неоинтима, состоящая преимущественно из фиброзной ткани. Поэтому в настоящее время учёные сосредоточены на разработке биосовместимых поверхностей, таких как гепаринизированные покрытия, покрытия с

фосфорилхолином и др. Эти новшества в теории будут локально и дозированно выделять биологически активные вещества после имплантации, которые возможно будут препятствовать разрастанию ткани и развитию патогенных микроорганизмов [Саая Ш.Б. и др., 2017; Zakharova I. и др., 2017; Niu J. и др., 2014].

### *Современное положение АБШ как "золотого стандарта"*

Несмотря на смещение парадигмы в пользу эндоваскулярных методов (первая линия лечения для поражений TASC II A/B), аорто-бедренное шунтирование (АБШ) сохраняет статус «золотого стандарта» в отношении долговременной проходимости при определенных клинических сценариях. Исторически с 1950-х годов АБШ было основным методом лечения окклюзий аорто-подвздошного сегмента (синдром Лериша) и аневризм АПС. Пациенты, направляемые на АБШ, представляют весь спектр ишемии нижних конечностей – от инвалидизирующей перемежающейся хромоты высокого уровня (ягодичной, бедренной) и васкулогенной эректильной дисфункции до критической ишемии (боль в покое, трофические язвы, гангрена) [Бадретдинов И.А. и др., 2015; Nevelsteen A. и др., 1991; Satiani B. и др., 1981; Scali S. и др., 2014].

### *Показания к АБШ включают:*

- 1) Протяженные окклюзии и сложные поражения (TASC II C/D), когда эндоваскулярная реканализация невозможна или неэффективна;
- 2) Многоуровневые поражения с вовлечением устья глубокой бедренной артерии (ГБА), требующие открытой профундопластики для обеспечения адекватного оттока;
- 3) Тяжелые симптомы хромоты, несмотря на оптимальную медикаментозную терапию;
- 4) Критическая ишемия конечностей, которая может проявляться в виде боли в покое, гангрена нижней конечности, незаживающие трофические язвы;
- 5) Импотенция;
- 6) Молодые пациенты с низким операционным риском, где приоритетом является максимальная долговечность реконструкции;

7) Сочетание окклюзионно-стенотического и аневризматического поражения аорты и подвздошных артерий;

8) Инфекцию эндоваскулярного имплантата в аорто-подвздошном сегменте;

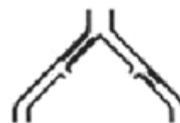
9) Выраженную циркулярную кальцификацию аорты, создающую высокий риск осложнений при эндопротезировании;

Перед оперативным вмешательством настоятельно рекомендуется коррекция модифицируемых факторов риска, включая отказ от курения, регулярные физические упражнения, антитромбоцитарную терапию, снижение массы тела, а также адекватный контроль сопутствующей патологии: гиперлипидемии, артериальной гипертензии и сахарного диабета [Бовтюшко П.В. и др., 2012; Киреев К.А. и др., 2016, ; Avery C. и др., 2012; Figtree G. и др., 2023; Mazhar J. и др., 2020].

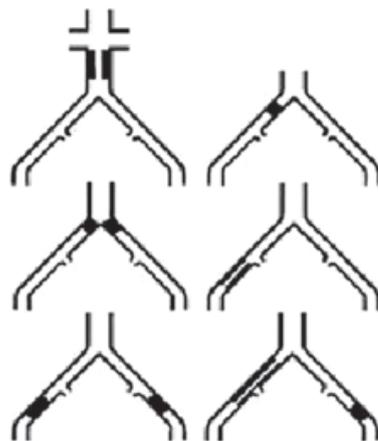
Классификация Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC II) (рисунок 2) разработана для помощи клиницистам в выборе оптимального метода лечения (открытого или эндоваскулярного) на основании морфологии атеросклеротических поражений аорто-подвздошного, бедренно-подколенного и берцового сегментов. Она учитывает степень стеноза, кальциноз, а также протяженность, сложность и латеральность (одно-/двусторонность) поражений, разделяя их на категории А, В, С и D. Согласно рекомендациям, поражения типов А и В предпочтительно лечить эндоваскулярно, тогда как типы С и D (у пациентов с низким риском) являются показанием к открытому шунтирующему вмешательству [Norgren L. и др., 2007].

**Тип А**

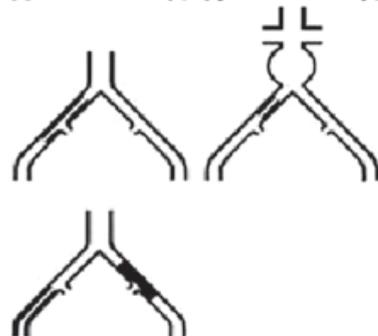
- Односторонние или двусторонние стенозы ОПА
- Односторонний или двусторонний единичный короткий ( $\leq 3$  см) стеноз НПА

**Тип В**

- Короткий ( $\leq 3$  см) стеноз инфраренальной аорты
- Односторонняя или двусторонняя окклюзия ОПА
- Двусторонние стенозы НПА 3–10 см длиной, не распространяющиеся в ОБА
- Двусторонние окклюзии НПА
- Короткий или множественный стеноз 3–10 см, вовлекающий НПА и не распространяющийся в ОБА
- Односторонняя окклюзия НПА, не вовлекающая устья внутренних подвздошных артерий или ОБА
- Диффузные множественные стенозы с вовлечением ОПА и НПА
- Стенозы подвздошных артерий у больных с АБА, подходящей для эндопротезирования

**Тип С**

- Односторонние стенозы НПА, распространяющиеся в ОБА
- Односторонние окклюзии НПА, вовлекающие устья внутренних подвздошных артерий и/или ОБА
- Тяжело кальцинированные односторонние окклюзии НПА без или с вовлечением устьев внутренних подвздошных артерий и/или ОБА

**Тип D**

- Окклюзия инфраренальной аорты
- Диффузное поражение, вовлекающее аорту и обе подвздошные артерии, требующее вмешательства
- Диффузные множественные стенозы с вовлечением ОПА, НПА и ОБА
- Односторонние окклюзии ОПА и НПА
- Стенозы подвздошных артерий у больных с АБА, требующей лечения и не подходящей для эндопротезирования, или с другими поражениями, требующими открытой операции

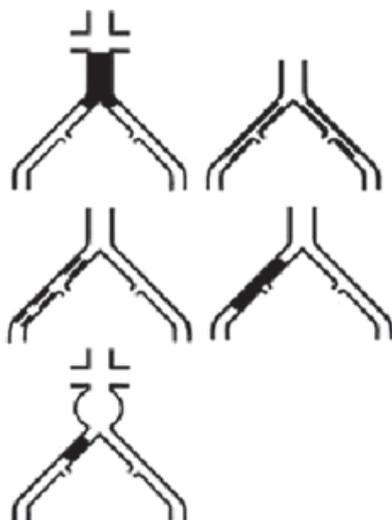


Рисунок 2 - Классификация аорто-подвздошных поражений по классификации TASC II

Однако современные подходы допускают эндоваскулярное лечение даже поражений TASC II C и D, поскольку всем пациентам перед открытой операцией следует рассматривать возможность эндоваскулярной реваскуляризации. Эндоваскулярные методы ассоциируются с меньшими затратами, сокращением сроков

госпитализации и снижением частоты осложнений. При этом летальность достоверно не различалась: 1.8% в эндоваскулярной группе против 2.5% в группе открытой хирургии. В отдельных случаях АБШ выполняется лапароскопически с приемлемыми ближайшими и отдаленными результатами [Bath J. и др., 2020; Deloose K. и др., 2017; Donato G. и др., 2015; Indes J. и др., 2010; Lecot F. и др., 2016].

#### *Противопоказания к аорто-бедренному шунтированию*

Абсолютным противопоказанием к АБШ служит непереносимость общей анестезии. Относительные противопоказания, ассоциированные с повышенным риском послеоперационных осложнений, включают тяжелую сердечную патологию, недавно перенесенный инфаркт миокарда или инсульт, обширный хирургический анамнез брюшной полости, забрюшинный фиброз и анатомические аномалии (например, подковообразную почку). Высокий риск также характерен для пациентов с терминальной ХБП [Мухин Н.А. и др., 2008].

#### *Оборудование*

Проведение процедуры требует наличия у хирурга специализированного сосудистого набора, содержащего атравматичные сосудистые зажимы, пинцеты и иглодержатели, а также протеза/трансплантата, принятого в конкретном учреждении. Обязательным является интраоперационное введение гепарина перед пережатием кровеносных сосудов с целью профилактики тромбоза. Стандартной практикой является последующее введение протамина для нейтрализации антикоагулянтного эффекта гепарина ближе к окончанию вмешательства. На завершающем этапе целесообразно иметь в доступности гемостатические средства.

#### *Персонал*

Эффективное проведение процедуры обусловлено квалификацией хирурга (как правило, требующей специализированной стажировки в сосудистой хирургии) и наличием обученного персонала, владеющего идентификацией и применением необходимых материалов для процедуры АБШ. Неотъемлемым элементом предоперационной подготовки является соблюдение пациентом режима, включающего отказ от курения минимум за 3-4 недели до операции и выполнение физических упражнений [Obitsu Y., и др., 2010].

### *Предоперационная подготовка*

Также необходимо обеспечить доступность запасов крови в операционной, с возможностью использования методов интраоперационной реинфузии, в том числе аппарат «CellSaver». Доказанное снижение летальности при операциях на аорте обеспечивает предоперационная стратификация риска с помощью стресс-тестов, селективной коронарографии или выполнения коронарной реваскуляризации (открытой или чрескожной) при необходимости. Стандартом периоперационного ведения является назначение антибиотикопрофилактики с целью снижения риска раневой инфекции [Frei E. и др., 2011; Freischlag J. и др., 2004; Huber T. и др., 1997; Inui T. и др., 2015; Reitman C. и др., 2004; Ricco J. и др., 2006; Whitlock и др., 2024].

### *Техника аорто-бедренного шунтирования*

Пациент позиционируется в положении на спине (supine) с отведенными под 90° руками. Операционное поле подготавливается от уровня сосков до колен. Доступ к бедренным артериям (общей, поверхностной, глубокой) осуществляется посредством двусторонних паховых разрезов. Обязательным условием является оценка дистальных отделов сосудов на предмет пригодности для наложения зажимов (отсутствие выраженного кальциноза). Аортальный доступ традиционно обеспечивается срединной лапаротомией (трансперитонеальный), хотя применяется и забрюшинный параректальный доступ [Chiu K. и др., 2010; Novotn T. и др., 2011].

### *Мобилизация аорты и туннелирование:*

Аорта выделяется инфраренально. Во избежание повреждения левой части ободочной кишки рекомендуется выделение аорты справа от нижней брыжеечной вены. Мобилизация может потребовать лигирования притоков почечной вены. Выделение аорты продолжается дистально до уровня нижней брыжеечной артерии (НБА). Забрюшинное туннелирование к паховым разрезам проводится кзади от мочеточников. Слева туннель целесообразно формировать позади НБА для изоляции протеза от кишечника [Kudo T. и др., 2006; Starodubtsev V. и др., 2022].

### *Проксимальный анастомоз:*

После системной гепаринизации (70-100 МЕ/кг, целевое АСТ 250-300 сек) накладывається проксимальный (инфраренальный) и дистальный аортальный зажимы.

Выполняется продольная аортотомия с резекцией стенки проксимальнее устья НБА. Дистальный отдел аорты лигируется, хотя в последнее время от этой манипуляции целесообразно воздержаться для сохранения возможной эндоваскулярной реваскуляризации нативных сосудов в будущем (при анастомозе конец в бок). Предпочтительным методом формирования проксимального анастомоза является соединение «конец-в-конец» с протезом непрерывным швом полипропиленовой нитью 3-0 или 4-0 [Estes J. и др., 1980; Nadiradze S. и др., 1989; Shin C. и др., 1979; Tremey V. и др., 2006].

*Дистальные анастомозы и завершение:*

Бранши протеза промываются гепаринизированным раствором, пережимаются и проводятся через сформированные туннели к бедренным артериям. После наложения дистальных зажимов выполняется артериотомия общей бедренной артерии (ОБА), при необходимости – с переходом на глубокую бедренную артерию (ГБА) с проведением профундапластики или эндартерэктомии. Дистальный анастомоз формируется между браншей протеза и ОБА (иногда с вовлечением устья ГБА) сквозным непрерывным швом нитью 5-0 или 6-0. Перед завершением шва обязательны ретроградное и антеградное промывание просвета артерий. Аналогичная последовательность выполняется на контралатеральной стороне. Запуск кровотока осуществляется последовательно в ОБА, ГБА и поверхностную бедренную артерию (ПБА) с предварительным предупреждением анестезиолога о риске реперфузионной гипотензии. Забрюшинное пространство тщательно ушивается для изоляции протеза от ЖКТ; при невозможности полного закрытия используется сальниковый лоскут [Chiu K. и др., 2010; Clair D. и др., 2015; Nadiradze S. и др., 1989; Psacharopulo D. и др., 2015].

*Обоснование выбора анастомоза:*

Детально описанные в медицинской литературе методы аорто-подвздошного и аорто-бедренного шунтирования включают 2 варианта формирования проксимального анастомоза. Анастомоз «конец-в-конец» признан предпочтительным, так как обеспечивает более анатомичное положение протеза, потенциально снижая риск формирования аорто-кишечной фистулы, и способствует лучшей ретроградной перфузии НБА. Однако при двусторонней окклюзии наружных подвздошных артерий

показана «конец-в-бок» реконструкция или прямая реваскуляризация внутренней подвздошной артерии (ВПА) для сохранения тазового кровотока [Javed I. и др., 2021; Koziej M. и др., 2024; Sousa L. и др., 2020].

Несмотря на данные, свидетельствующие о равной клинической эффективности анастомозов «конец-в-бок» и «конец-в-конец», существуют другие аргументы в пользу последнего. К ним относят: 1) относительную техническую простоту формирования независимо от выбранного доступа (лапаротомия или забрюшинный) и 2) возможность выполнения на аорте с менее сохранной стенкой (например, при значительном кальцинозе), чем это требуется для надежного анастомоза «конец-в-бок» [Segers B. и др., 2014].

#### *Осложнения аорто-бедренного шунтирования*

Как и любое обширное хирургическое вмешательство, АБШ сопряжено с риском интра- и послеоперационных осложнений. К общехирургическим рискам относятся кровотечение, раневая инфекция и образование гематом. Серьезные ранние осложнения включают инфаркт миокарда, острое повреждение почек и дыхательную недостаточность. К числу поздних осложнений относятся грыжи в зоне доступа, тромбоз шунта, псевдоаневризмы анастомозов, инфекция протеза и аорто-кишечные свищи [Javerliat I. и др., 2025; Ku M. и др., 2024; Mallios A. и др., 2025].

#### *Кардиальные осложнения и летальность*

Ишемическая болезнь сердца, распространенная среди данной когорты пациентов, является ведущей причиной летальности после реконструктивных операций на аорте, обуславливая до 50% смертельных исходов. Это подчеркивает критическую важность предоперационной стратификации кардиального риска и коррекции коронарной патологии. Периоперационная смертность, ассоциированная преимущественно с сердечной недостаточностью, в современных центрах варьирует от 1% до 2.5% [Hertzer N. и др., 2007].

#### *Острое почечная недостаточность (ОПН)*

Развитие ОПН в послеоперационном периоде часто связано с длительной почечной ишемией вследствие наложения аортального зажима выше почечных артерий, холестериновой эмболией, интраоперационной гипоперфузией,

гиповолемией или исходной патологией почечных артерий. Риск ОПН коррелирует с преморбидным состоянием сердечно-сосудистой системы и почек. Тщательное предоперационное изучение анатомии и планирование уровня пережатия аорты способствуют минимизации риска нефрологических осложнений [Hertzer N. и др., 2007].

#### *Тромбоз шунта*

Тромбоз дистальных анастомозов развивается приблизительно у 30% пациентов после АБШ в долгосрочной перспективе. Факторами риска являются молодой возраст, женский пол, выполнение экстраанатомического шунтирования и продолжение курения в послеоперационном периоде. Тромбоз, как правило, носит односторонний характер и чаще всего обусловлен гиперплазией интимы дистального русла или недостаточностью русла оттока [Javerliat I. и др., 2025; Ку М. и др., 2024; Mallios A. и др., 2025].

#### *Псевдоаневризмы анастомозов*

Данное позднее осложнение встречается с частотой 1-5%. Псевдоаневризмы преимущественно локализуются в области бедренного анастомоза и возникают вследствие дефекта линии шва, нередко на фоне инфекции. Клинически проявляются медленно растущим пульсирующим образованием в паху или являются инцидентальной находкой при визуализации. Стафилококковая инфекция – наиболее частый этиологический фактор при инфицированных псевдоаневризмах. Рекомендации к ревизии включают: диаметр псевдоаневризмы бедренного анастомоза >2 см или поражение >50% окружности аортального анастомоза. Инфицирование протеза требует его полного удаления [Bianchi P. и др., 2009; Branchereau A. и др., 1992; Nagino R. и др., 1993].

#### *Инфицирование шунта*

При инфицировании сосудистого протеза могут рассматриваться альтернативные реконструктивные стратегии. Криоконсервированные аллотрансплантаты демонстрируют приемлемую раннюю проходимость, однако исследование Noel (n=56) выявило частоту ранних разрывов (4%) и окклюзий (9%) при среднем сроке наблюдения 5.3 месяца. Антибиотик-пропитанные протезы

эффективны преимущественно при инфекциях низкой вирулентности, но их применение ограничено при грамотрицательной микрофлоре и выраженных гнойных процессах [Noel A. и др., 2000]. Экстраанатомическое шунтирование сохраняет актуальность как метод выбора, однако сопряжено с риском разрыва аортальной культи и реинфицирования шунта [O'Connor S. и др., 2006].

#### *Аорто-кишечные свищи (АКС)*

АКС, хотя и редкое осложнение (частота <1%), характеризуется исключительно высокой летальностью ( $\geq 30\%$ ). Типично формирование сообщения между проксимальным аортальным анастомозом и просветом двенадцатиперстной кишки (чаще III-IV порции) через несколько лет после операции. Диагностика затруднена из-за вариабельной клинической картины; классическая триада (сепсис, абдоминальная боль, желудочно-кишечное кровотечение) наблюдается не всегда. Предвестником массивного кровотечения может служить незначительное, самокупирующееся ЖКК. МСКТ-ангиография и эзофагогастродуоденоскопия имеют ключевое диагностическое значение. Анамнез АБШ – важный фактор. Лечение экстренное: лапаротомия с удалением инфицированного протеза, санацией очага, резекцией/ушиванием дефекта кишки и выполнением экстраанатомического шунтирования или имплантацией биопротеза. Риск летального исхода остается значительным даже после успешной реоперации [Armstrong P. и др., 2005; Biancarì F. и др., 2006; Cvjetko I. и др., 2017; Ghansah J. и др., 2004].

#### *Клиническая значимость АБШ*

Традиционно АБШ демонстрирует высокую частоту технического успеха реваскуляризации. Показатели пятилетней проходимости шунта варьируют в диапазоне 64–95% [Bredahl K. и др., 2015; Vries De S. и др., 1997]. Клинически значимое улучшение (отсутствие болей покоя, существенное увеличение толерантности к ходьбе) сохраняется в течение около 10 лет после операции. Прекращение курения как до, так и после вмешательства является значимым фактором, улучшающим долгосрочный прогноз [DeCarlo C. и др., 2020; Sharma G. и др., 2018; Zarrintan S. и др., 2025].

#### *Повышение эффективности работы медицинской бригады*

Оптимизация периоперационных результатов при аорто-бедренном шунтировании требует комплексного мультидисциплинарного взаимодействия. Ключевая роль принадлежит сосудистым хирургам, владеющим как открытыми, так и эндоваскулярными методиками, что критически важно для выбора оптимальной стратегии реваскуляризации. Предоперационная оценка и коррекция сопутствующей кардиальной, нефрологической и пульмонологической патологии профильными специалистами обязательна для пациентов высокого риска.

Точное определение локализации и распространенности поражения обеспечивается опытом рентгенологов и специалистов ультразвуковой диагностики в выполнении ангиографических исследований. Интраоперационный контроль гемодинамики, включая профилактику и коррекцию реперфузионной гипотензии анестезиологами-реаниматологами, существенно влияет на периоперационную стабильность. Специализированный сестринский персонал обеспечивает жизненно важный послеоперационный мониторинг гемодинамики и диуреза, координацию ухода, обучение пациентов и оперативное информирование команды о динамике состояния. Синергия всех участников процесса является обязательным условием достижения оптимальных клинических исходов.

## РЕЗЮМЕ

Таким образом, эволюция АБШ неразрывно связана с развитием сосудистого протезирования – от пионерских экспериментов до современных дакроновых и ПТФЭ-протезов. Преодоление проблем кровопотери, тромбогенности и инфекции позволило АБШ стать высокоэффективным методом реваскуляризации. Несмотря на доминирование эндоваскулярных методов, АБШ сохраняет статус "золотого стандарта" долговременной проходимости для пациентов с протяженными окклюзиями (TASC II C/D), необходимостью профундопластики, молодого возраста и в сложных анатомических ситуациях, где эндоваскулярные подходы неприменимы или неэффективны. Выбор метода реваскуляризации должен основываться на комплексной оценке анатомии поражения (TASC II), клинической картины, сопутствующей патологии и возможностей центра, зачастую требуя мультидисциплинарного консилиума.

### 1.2.1.2. Эндovasкулярные операции

Хирургическое лечение аорто-бедренного сегмента с шунтированием (аортобифеморальное, подмышечно-бедренное или бедренно-бедренное) ранее считалось методом выбора для пациентов с тяжелыми симптомами ишемии конечностей.

В ныне устаревшем документе TASC-II от 2007 года (рисунок 2), в котором описывались анатомические характеристики нижних конечностей в зависимости от вариантов лечения, более сложные заболевания (TASC II C/D) рассматривались для хирургического, а более простые поражения (TASC II A/B) для эндоваскулярного лечения (ЭВЛ). Однако, учитывая значительный риск открытой операции у таких пациентов, а также достижения в области оборудования, технологий и хирургического стажа, опыт показывает, что современным стандартом лечения становится «первично эндоваскулярный» подход [Deloose К. и др., 2017].

Быстрое развитие и широкое внедрение эндоваскулярных технологий обуславливает необходимость анализа их влияния на лечение пациентов с патологией АоБС. Современные данные демонстрируют высокие показатели эффективности: первичная проходимость (ПП) после вмешательства составляет 75-100% на протяжении первого года и 60-80% в течение 4 лет, тогда как вторичная проходимость (ВП) достигает 60-100% к 5-летнему сроку наблюдения. Перипроцедурная летальность варьирует в пределах 1%. Наиболее значимым ограничением метода остается риск фатальных осложнений, таких как интраоперационный разрыв аорты или подвздошных артерий [Feugier P. и др., 2003; Hallisey M. и др., 1994; Kim T. и др., 2011; Moise M. и др., 2009; Vries J. De и др., 2004].

Большой хирургический интерес представляет применение стент-графтов. Клиническая практика свидетельствует о предпочтении многих эндоваскулярных хирургов баллон-расширяемым стентам (БРС) перед самораскрывающимися стентами (СРС) при аорто-подвздошных поражениях, что обосновывается их превосходящей радиальной жесткости. Проспективное рандомизированное исследование подтвердило более высокую первичную проходимость закрытых стентов (ЗС) по сравнению с БРС голометаллическими стентами (ГМС)[Fang S. и

др., 2025; Grimme F. и др., 2014; Mallory A. и др., 2021; Pollorsi G. и др., 2022; Rundback J. и др., 2017; Tewksbury R. и др., 2015].

Однако в серии из 254 процедур у 162 пациентов Humphries и соавт. в одноцентровом исследовании сообщили о более высоких показателях ПП в группе ГМС, чем в группе ЗС. При эндоваскулярной реконструкции бифуркации аорты использовался стент-графт Advanta V12 в дистальном отделе аорты и два стента диаметром, как правило, 8 мм, в общих подвздошных артериях. Технический успех составил 95.1%, а частота осложнений в течение 30 дней составила 23.3% без летального исход [Humphries M. и др., 2014].

Аорто-бедренные окклюзии могут наблюдаться более чем у 50% пациентов с атеросклерозом. Со временем ЭВЛ в этом сегменте сосудистого русла эволюционировала и в настоящее время считается оптимальной стратегией лечения для большинства пациентов с АоБ поражением [Aboyans V. и др., 2010; Dotter C., Judkins M. и др., 1964; Klein A. и др., 2017; Norgren L. и др., 2007].

*Варианты эндоваскулярного лечения поражений аорто-бедренного сегмента в сочетании контролируемой физической нагрузки.*

Эффективности эндоваскулярной реваскуляризации (ЭВР), контролируемой физической нагрузки (КФН) и оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ) при аорто-подвздошной патологии были оценены в клинических исследованиях. Рандомизированное исследование CLEVER продемонстрировало превосходство ЭВР и КФН над ОМТ в улучшении дистанции безболевого ходьбы и качества жизни через 18 месяцев наблюдения. Данная работа предоставила убедительные доказательства терапевтической эквивалентности КФН и ЭВР у пациентов с перемежающейся хромотой, что стимулировало развитие специализированных программ лечебной физкультуры [Murphy T. и др., 2012].

Последующее исследование ERASE [Fakhry F. и др., 2015], сравнивавшее комбинацию ЭВР+КФН с изолированной КФН, выявило значительное преимущество комбинированного подхода по показателям толерантности к нагрузке и качества жизни. Эти выводы получили подтверждение в работах MIMIC [Greenhalgh R. и др., 2008] и ОБАСТ [Dregelid E., и др., 2007; Roddy S. и др., 2007]. В исследовании MIMIC

пациенты с многоэтажным поражением, пролеченные путем чрескожной транслюминальной ангиопластики на фоне КФН достигли достоверное увеличение дистанции безболевого ходьбы и улучшения лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) по сравнению с группой сравнения только с физическими упражнениями. Исследование ОВАСТ дополнительно подтвердило положительное влияние комбинированной терапии как на функциональные показатели, так и на качество жизни.

Таким образом, совокупные данные исследований CLEVER, ERASE, MIMIC и ОВАСТ свидетельствуют, что синергия эндоваскулярных вмешательств и контролируемой физической нагрузки обеспечивает максимальное улучшение клинических исходов, позиционируя данный подход как оптимальную терапевтическую стратегию при аорто-подвздошных поражениях.

Последние международные рекомендации по ЗПА рекомендуют тактику первичного стентирования в качестве терапии первой линии для пациентов с АоБ поражением. При этом учитывали его высокие показатели успешности и более низкий уровень осложнений и смертности по сравнению с хирургическим вмешательством [Gerhard-Nerman M. и др., 2017].

#### *Показания для эндоваскулярного лечения аорто-бедренного сегмента*

Традиционным показанием для ЭВЛ при поражении АоБС является тяжелая ПХ и/или КИНК. Для определения наличия АоБ поражения необходимо собрать полный анамнез пациента и его физикальное обследование. Пациенты с АоБ поражением могут жаловаться на симптомы хромоты на любом уровне нижней конечности, включая ягодицы и бедро, в случае поражения общей подвздошной артерии (ОПА) или стеноза/окклюзии ВПА. При физикальном обследовании у пациентов с АоБ поражением пульсация ОБА в паховой области может быть ослаблена, но, учитывая большой калибр подвздошных артерий, пульсация над ОБА иногда может быть достаточной силы. Таким же образом ЛПИ в состоянии покоя часто бывает нормальным, поэтому измерение ЛПИ следует проводить после физической нагрузки.

Учитывая склонность атеросклеротических поражений к эксцентричности и кальцификации, оценка тяжести поражения в АоБ сосудистом русле может быть сложной задачей при проведении двухмерной ангиографии. Врачам было

рекомендовано рассмотреть возможность оценки тяжести поражений (стеноз в диаметре 50-70%) путем измерения градиентов давления до и после стенозов с помощью специальных проводников или микрокатетеров [Klein A. и др., 2017]. Использование интродьюсеров для определения градиентов не рекомендуется, поскольку это может вызвать ложный градиент. Учитывая диаметр этих сосудов и пиковые нагрузки, возникающие при физической нагрузке, градиент давления в 10 мм рт. ст. в покое или при гиперемии (вызванной папаверином или нитроглицерином) в АоБ сегменте считается значительным.

Основными целями ЭВЛ для АоБ поражения являются не только улучшение кровоснабжения для устранения симптомов и сохранения конечности, а также улучшение функционального состояния и качества жизни больного. Показания к реваскуляризации АоБС вышли за рамки ПХ и КИНК и включают в себя облегчение доступа для других интервенционных процедур, для предотвращения острой ишемии конечностей или ятрогенного повреждения сосудов. Таким образом, ЭВЛ показано пациентам, которым требуется гемодинамическая поддержка, например, чрескожные устройства для поддержки левого желудочка или экстракорпоральная мембранная оксигенация, тем, кому проводятся структурные операции на сердце как ТАВИ или сосудистые вмешательства на других отделах, например, эндоваскулярное протезирование аневризмы аорты [Чернявский М.А. и др. 2021; Gerhard-Herman M. и др., 2017; Klein A. и др., 2017; Tetteroo E. и др., 1998].

Следовательно, сердечно-сосудистые хирурги и эндоваскулярные интервенционисты выполняющие процедуры с использованием чрескожного трансфеморального доступа должны быть знакомы с поражениями АоБ сегмента, с методами лечения этой локализации и тесно взаимодействовать между собой обсуждая имеющий опыт в этой области.

#### *Противопоказания для эндоваскулярного лечения*

Пациентам не следует проводить ЭВЛ в АоБС при бессимптомных поражениях, при отсутствии других клинических показаний (например, необходимости доступа с большим диаметром). У пациентов с сопутствующими аневризмами, которые могут быть кандидатами на эндопротезирование аневризмы

брюшной аорты (EVAR), таким образом лечение окклюзионно-стенотического поражения АоБ сегмента, как правило, следует отложить до проведения процедуры EVAR, поскольку имплантированный стент в аорто-подвздошном сегменте может усложнить процедуру EVAR. Эндovasкулярная реваскуляризация АоБС относительно противопоказана пациентам, которые не могут принимать аспирин или другие антитромбоцитарные препараты, хотя этот вопрос недостаточно хорошо изучен. Принято считать, что большой калибр сосудов подвздошного сегмента и высокая скорость кровотока в них предотвращает развитию тромбоза стента, хотя такого рода осложнения по литературным данным сообщалось неоднократно [Katsanos К. и др., 2017].

#### *Процедура эндovasкулярного лечения*

Стратегия лечения АоБС в значительной степени зависит от анатомии и характеристики сосудов. При сильном кальцинозе или извитости ОПА могут возникнуть проблемы, в том числе со стороны устья контралатеральной ОПА, что может потребовать установки дополнительно стента методом "киссинг", даже если поражена только одна сторона. НПА могут быть очень извилистыми, что затрудняет оценку тяжести поражения. ВПА, хотя ее часто игнорируют, может иметь важное значение для компенсации ишемии конечностей и органов малого таза. При обследовании пациентов с поражением ВПА необходимо учитывать симптомы, возникающие в результате нарушения коллатерального кровотока, такие как тяжелая ягодичная хромота, развитие васкулогенной эректильной дисфункции [Бокерия Л. А., Аракелян В. С. и др., 2009; Sousa L. и др., 2020].

#### *Сосудистый доступ*

Выбор оптимального доступа зависит от некоторых факторов

- (а) локализации поражения;
- (б) наличия/отсутствия поражений контралатеральной подвздошной артерии;
- (в) наличия/отсутствия распространенного поражения в бедренной артерии;
- (г) угла бифуркации аорты и подвздошных артерий;
- (д) тяжести поражения (стеноз или окклюзия);
- (е) наличие альтернативного доступа, такого как плечевая и/или лучевая артерии.

Ипсилатеральный ретроградный доступ часто используется при ипсилатеральных поражениях ОПА и средней части НПА, а также при контралатеральных поражениях ОПА, ВПА и НПА. В случаях двустороннего устьевого поражения ОПА. Двусторонний обще-бедренный доступ идеально подходит для проведения “киссинг” баллонной ангиопластики и/или стентирования. Этот подход также может потребоваться при изолированном поражении устья ипсилатеральной ОПА, чтобы предотвратить смещение бляшки в контралатеральную ОПА и обеспечить адекватное восстановление кровотока.

При окклюзии подвздошной артерии часто требуются 2 места доступа, чтобы обеспечить безопасное прохождение окклюзии и обеспечить адекватную поддержку для пересечения проксимальной покрышки окклюзии чтобы попасть в истинный просвет аорты.

При окклюзии НПА часто используется перекрестный подход с использованием ВПА. При помощи проводника в проведенного в ВПА через контралатеральную ОБА устанавливается катетер или интродьюсер в ипсилатеральную ОПА. Затем можно провести ретроградную реканализацию ипсилатеральной НПА через интродьюсер установленный в ипсилатеральной ОБА, используя технику контролируемой анте-ретроградной реканализации. Установка интродьюсера в ОБА при окклюзии НПА может быть сложной задачей, и в таких случаях полезно использовать ветви (артерия огибающая головку бедренной кости) ОБА, чтобы обеспечить достаточную жесткость проводника для введения интродьюсера и облегчения ретроградной реканализации.

При окклюзии ОПА или при ее поражении с выраженной кальцификацией возможен контралатеральный антеградный доступ, но недостаточная поддержка может привести к дополнительному ретроградному ипсилатеральному бедренному или плечевому доступу. В таких ситуациях часто бывает полезна ангиографическая визуализация целевой артерии дистальнее от места окклюзии. Ангиографическая оценка проксимального и дистального сегмента особенно полезна при реканализации окклюзии ОПА, что позволяет визуализировать аорто-подвздошную бифуркацию и

может включать в себя использование диагностического катетера через лучевой и/или плечевой доступ.

Наиболее распространенным доступом для лечения АоБ поражений является ОБА. Этот подход позволяет сократить расстояние до подвздошных артерий по сравнению с лучевым или плечевым доступом, а также обеспечивает доступ с большим диаметром.

Однако, с накоплением опыта хирурга и развитием эндоваскулярных технологий использование лучевого и плечевого доступа становится все более распространенным. Некоторые производители устройств специально разработают и адаптируют инструменты и оборудование специально для лучевого или плечевого доступа. Многие из них разработали СРС на длинных системах доставки, позволяющие проводить операции на артериях нижних конечностей с лучевого или плечевого доступа. Метаанализ 19 исследований с участием 638 пациентов продемонстрировал высокую степень технического успеха и безопасности трансрадиального лечения аорто-подвздошных и бедренных поражений [Meertens M. и др., 2018].

#### *Перипроцедурные антикоагулянты*

В большинстве исследований изучающие эндоваскулярные вмешательства на периферических сосудах для лечения АоБ поражений в качестве перипроцедурного антикоагулянта использовался нефракционированный гепарин (НФГ). НФГ является идеальным выбором, учитывая его потенциальную эффективность инактивирования с помощью протамина и низкую стоимость. Особенно целесообразно использовать гепарин в случаях сильно кальцинированных поражений и/или хронических тотальных окклюзий, при которых риск перфорации выше. Идеального время активации свертывания крови (АСТ) для периферических интервенций до сих пор не установлено. Однако дозы гепарина, превышающие 60 ед/кг, и время действия, превышающее 250 секунд, были связаны с увеличением потребности в постпроцедурном переливании крови после периферических интервенций [Kasapis C. и др., 2010].

Прямые ингибиторы тромбина (например, бивалирудин) использовались для проведения периферических интервенций. Однако отмечается, что этот препарат характеризуется необратимостью антикоагулянтного эффекта и более высокой стоимостью процедуры по сравнению с НФГ. Несмотря на эти проблемы в последнее время появилось несколько публикаций, демонстрирующих безопасность и эффективность бивалирудина [Kimmelstiel С. и др., 2016; Olmedo W. и др., 2019].

#### *Катетеризация и реканализация*

Катетеризация и реканализация окклюзий АоБС аналогично другим интервенционным процедурам и может быть выполнено с помощью проводников любого размера (0.014 дюйма, 0.018 дюйма и 0.035 дюйма).

Учитывая извитость сосудистого русла, часто используются управляемые жесткие гидрофильные проводники, но при этом необходимо учитывать высокий риск расслоения. Микрокатетеры могут использоваться для замены проводников и могут быть полезны для реканализации в связи с их адекватной поддержкой при лечении сложных поражений.

Несмотря на наличие множество систем меньшего профиля (4-6F) для вмешательства на подвздошной артерии, интродьюсеры небольшого диаметра часто не могут вместить закрытые стенты в случае перфорации сосуда. Перед проведением эндоваскулярных операций на аорто-подвздошном сегменте операторы должны иметь полный набор дополнительных расходным материалов (стенты-графты, баллоны, эмболы) и уметь ими пользоваться, поскольку перфорация подвздошной артерии может привести к катастрофическим последствиям в результате кровотечения, если не к летальному исходу.

Действительно, наибольший риск перфорации возникает при реваскуляризации тотальных хронических окклюзий. Выбор устройства и техники зависит от анатомии поражения сосуда, опыта и предпочтения оперирующего хирурга. При использовании различных методик общий показатель технического успеха при преодолении даже самых сложных поражений у опытных операторов по разным данным составляет от 85% до 95% [Jongkind V. и др., 2010; Kashyap V. и др., 2008; Klein A. и др., 2014; Ye W. и др., 2011].

### *Прямое стентирование или стентирование с баллонной преддилатацией*

Согласно литературным данным, большинство операторов выбирают стратегию прямого стентирования для поражения АоБС. В теории эта методика сопряжена с вероятностью недораскрытия стента в просвете сосуда, хотя она необходима для сокращения времени операции и предотвращения эмболии. Несмотря на это, эта практика остается спорной. Исследование Dutch Iliac Stent Trial [Tetteroo E. и др., 1998] продемонстрировало, что стентирование с предварительной баллонной ангиопластикой (при остаточном градиенте давления 10 мм рт. ст.) дало результаты, схожие с результатами прямого стентирования, хотя в этом исследовании учитывались поражения низкого риска (отсутствие полных хронических окклюзий). Через 5 лет при этих менее сложных поражениях не было выявлено различий в показателях проходимости, ЛПИ и качества жизни [Klein W. и др., 2004].

При более сложных поражениях (TASC II C/D) часто выполняется прямое стентирование, что подтверждается данными метаанализа с 2000 пациентами, согласно которым прямое стентирование привело к снижению числа неудачных операций на 43% за 4 года по сравнению с применением только баллонной ангиопластики [Bosch J. и др., 1997]. Интересно, что исследование Stents versus Angioplasty (STAG), в котором были тотальные хронические окклюзии подвздошных артерий рандомизированы на прямое стентирование в сравнении с баллонной ангиопластикой продемонстрировало преимущество стентов в отношении технического успеха при более низкой частоте серьезных процедурных осложнений, хотя не было никакой разницы в показателях первичной и вторичной проходимости в течение 1 или 2 лет. Исследование было прекращено на ранней стадии из-за более высокой дистальной эмболизации в группе баллонной ангиопластики [Goode S. и др., 2013].

### *Прходимость стентов*

Вероятность быстрого клинического эффекта ЭВЛ для АоБ поражений превышает 90%, при этом показатели проходимости через 4-5 лет составляют от 60% до 80%, показатели вторичной проходимости - от 80% до 98%, а показатели сохранения конечностей - 98%. Несмотря на то, что показатели успешности ЭВЛ высоки,

наблюдается снижение успешности процедуры и увеличение числа перипроцедурных осложнений при более сложных поражениях [Jongkind V. и др., 2010; Suzuki K. и др., 2017; Ye W. и др., 2011].

Вариабельность проходимости и исходов была продемонстрирована в крупном ретроспективном исследовании из Японии. В этом исследовании, показатели успеха процедуры при лечении сложных поражений типа TASC II D, были ниже (91.6% против 99.3%,  $p < 0.01$ ) по сравнению с пациентами с поражениями TASC II A-C, с более частыми перипроцедурными осложнениями (11.1% против 5.2%,  $p < 0.01$ ) [Suzuki K. и др., 2017].

В отличие от этого, в исследовании BRAVISSIMO, в которой принимали участие опытные хирурги, с использованием передовых методик и технологий, не выявил различий в результатах в соответствии с классификацией поражений TASC II. В этом реестре из 325 у пациентов с поражением аорто-подвздошного сегмента технический успех операции составил 100%, а первичная проходимость через 24 месяца составила 87,9% (88.0% для TASC II A, 88.5% для TASC II B, 91.9% для TASC II C и 84.8% для TASC II D). Авторы пришли к выводу, что ни длина поражения, ни категория TASC II не являются предикторами рестеноза. Для подтверждения этих результатов предложено провести дополнительные исследования [Donato De G. и др., 2015].

Отдаленные (10-летние) показатели проходимости аорто-подвздошной реваскуляризации превышают 86% [Houston J. и др., 2007]. Локализация поражения является фактором, влияющим на проходимость, причем показатели лечения ОПА выше, чем при НПА [Goode S. и др. 2013]. Другими факторами риска, позволяющие прогнозировать поздний рестеноз и реокклюзию являются первично протяженные окклюзии артерий и артерии малого диаметра, особенно с циркулярным кальцинозом. Женский пол также может быть фактором риска, вероятно это может быть связано с меньшим диаметром сосудов у женщин [Galaria I. и др., 2005; Galyfos G. и др., 2014; Klein A. и др., 2017].

#### *Тип стента*

Стенты, используемые для лечения АоБС, включают баллонно-расширяемые (БРС) и самораскрывающиеся стенты (СРС). Закрытые версии этих стентов (стент-

графты) также доступны для использования при перфорации, аневризмах или в качестве основного лечения более сложных поражений. Существует много споров относительно оптимального выбора стента. Преимуществами БРС являются повышенная радиальная прочность этого стента, точность установки и возможность расширения на 1-2 мм после установки с помощью баллонов большего размера. К недостаткам БРС относятся необходимость в более крупных интродьюсерах для введения в артерию, недостаточная гибкость для использования в извилистых сосудах, и невозможность сужения при имплантации в сосуды с разным диаметром (например имплантация в ОПА с переходом в НПА). БРС чаще всего используются при поражениях аорто-подвздошной области и ОПА с кальцификацией или без нее, где требуется точность установки и достаточная радиальная прочность [Biancari F. и др., 2006; Houston J. и др., 2007; Scheinert D. и др., 2001].

СРС более гибки, могут устанавливаться на сосуды различного диаметра и выпускаются в виде систем доставки с более низким профилем и большей длиной. Стенты ограничены по своей радиальной прочности, особенно в кальцифицированных сосудах, а также имеют склонность к смещению во время установки стента [Fang S. и др., 2025; Jongsma H. и др., 2020; Kudo T. и др., 2005; Tetteroo E. и др., 1998].

Во многоцентровом РКИ ICE (Iliac Artery Stents for Common or External Iliac Artery Occlusive Disease) приняли участие 660 пациентов с АоБ поражением, которые были рандомизированы в группы БРС или СРС. Первичная проходимость через 12 месяцев благоприятствовала в группе СРС. Стоит отметить, что частота рестеноза СРС была 6.1% по сравнению с БРС 14.9% ( $p < 0.006$ ) [Krankenberг H. и др., 2017]. Несмотря на то, что результаты оказались неожиданными для многих хирургов, в сопроводительной редакционной статье были освещены проблемы, связанные с дизайном проведенного исследования [Feldman D. и др., 2017]. Таким образом несмотря на широкое внедрение эндоваскулярных технологий в лечении АоБ поражений и до сих пор нет единого мнения об оптимальном типе стента.

Также доступны закрытые версии (стент-графты) БРС и СРС, обычно содержащие вспененный политетрафторэтилен (ePTFE) или аналогичный материал.

Традиционно закрытые стенты (ЗС) предназначались для ограниченного применения, включая ятрогенные перфорации, аневризмы брюшной аорты или подвздошных артерий и артериовенозные фистулы. Однако в последние годы появились дополнительные исследования с использованием покрытых стентов для первичного стентирования или для лечения рестеноза в стенте. Рандомизированное исследование COBEST [Mwiratayi В. и др., 2011 и 2016] провело сравнение закрытых и открытых БРС для лечения аорто-подвздошной окклюзии у 168 пациентов. В 2016м году 5-летние результаты этого исследования показали преимущество в первичной проходимости в группе ЗС. Хотя в исследовании DISCOVER различий между ЗС и ГМС при лечении окклюзий ОПА не было выявлено [Bekken J. и др., 2023].

Хочется отметить то, что проблемой, связанной со стентами с ePTFE, является их малодоступность, необходимость в интродьюсерах с большим диаметром (7 или 8Fr), а также их жесткость, что затрудняет их доставку через извитые сосуды, которые часто вызывают затруднения и могут привести к смещению стента из баллона-доставки.

Одним из способов избежать этого является использование удлиненного интродьюсера для доставки, устанавливаемой непосредственно в области целевой артерии или за его пределами. При этом после удаления интродьюсера стент можно раскрыть в нужном месте. Наконец, ЗС по своей природе закрывают боковые ветви артерий, которые могут участвовать в обеспечении критического коллатерального кровоснабжения. Таким образом оперирующим хирургам следует тщательно оценить исходные коллатерали перед установкой стент-графта и возможную окклюзию боковых ответвлений целевой артерии.

#### *Осложнения эндоваскулярного лечения*

Осложнения ЭВЛ при лечении АоБС включают проблемы с доступом (кровотечение/расслоение), расслоения, перфорации аорты и подвздошных артерий, дистальные эмболии, а также реакции, связанные с контрастированием (аллергическая реакция и контраст-индуцированная нефропатия) [Janczak D. и др., 2017].

Перфорация аорты или подвздошных артерий является наиболее серьезным осложнением, которое может возникнуть при ЭВЛ по поводу их окклюзий. Из-за крупного калибра этих сосудов у пациентов может быстро развиться обширное забрюшинное кровотечение, с возможным летальным исходом в считанные минуты, если перфорация не будет вовремя распознана и кровотечение остановлено. Операторам крайне важно иметь достаточный доступ к сосудам для возможности установки закрытых стентов, адекватный доступ для внутривенного введения растворов (катетеризация центральных вен), проверить наличие препаратов крови. А также следует быть постоянно настороженным во время раздувания баллона на предмет усиления болевых ощущений (указывающих на растяжение адвентиции и возможный разрыв) и артериальной гипотензии после сдувания баллона.

Частота этого потенциально смертельного осложнения колеблется от 0.5% до 3% и может быть вызвана перфорацией стенки сосуда проводником или устройством (катетер, система-доставки) [Jongkind V. и др., 2010; Klein A. и др., 2014]. Для немедленного лечения перфорации проводится баллонная тампонада проксимальнее перфорации во время подготовки расходных материалов для окончательного лечения. Операторы должны обладать полным набором экстренных устройств и хорошо знать, как быстро их задействовать в случае необходимости. Например, стент-графты должны быть доступны в различных размерах с различными требованиями к проводникам (0.018 и 0.035 дюйма) и к интродьюсеру для доступа (6–10F).

Дистальная эмболия является еще одним потенциальным осложнением, для выявления которого требуется предпроцедурная и постпроцедурная ангиография. Частота этого осложнения колеблется от 0.4% до 9% и требует бдительности оператора и тщательной ангиографии как до, так и после вмешательства. Для устранения дистальной эмболии можно использовать аспирационную тромбэктомия, баллонную ангиопластику под низким давлением или установку стента. Оперирующим хирургам следует помнить, что исследование STAG было прекращено досрочно из-за более высокой частоты развития дистальных эмболий в группе баллонной ангиопластики [Dyett J. и др., 1997; Henry M. и др., 1998; Scheinert D. и др., 2001; Vorwerk D. и др., 1995; Klein A. и др., 2014].

### *Перипроцедурные проблемы эндоваскулярного лечения*

В Российских и международных руководствах по лечению пациентов с атеросклерозом рекомендуется, чтобы перед проведением ЭВЛ пациенты принимали аспирин (75-325 мг). Роль двойной антитромбоцитарной терапии (ДАТТ: клопидогрель, прасугрель или тикагрелор) при аорто-подвздошных вмешательствах изучено недостаточно. Роль расширенной ДАТТ еще более неясна, однако общепринято проводить ДАТТ в течение, по крайней мере, 3-6 месяцев после вмешательства. В некоторых случаях врачи могут предпочесть пожизненную ДАТТ, особенно при «киссинг» стентирования (КС) бифуркации аорты и подвздошных артерий [Оганисян С.А. и др., 2023, Greenhalgh R. и др., 2008].

На сегодняшний день ни в одном рандомизированном исследовании не изучались результаты ДАТТ в сравнении с приемом только аспирина после вмешательства на подвздошных артериях. При использовании ГМС стентов как правило, приемлем курс ДАТТ в течение 1-3 месяца, поскольку эндотелиализация обычно происходит в течение 2-3 недель после имплантации стента.

При использовании ЗС гиперплазия интимы по краям стента может привести к развитию рестеноза или реокклюзии. Для выявления этого осложнения следует рассмотреть возможность проведения дуплексной ангиографии. Операторам следует учитывать пиковую систолическую скорость кровотока, превышающую 250 см/сек, т.к. это имеет значение при рестенозе и требует дополнительного исследования (КТ-ангиография) или вмешательства для поддержания вторичной проходимости [Nordanstig J. и др., 2024; Norgren L. и др., 2007].

### *Долгосрочное наблюдение после эндоваскулярных операций*

Пациенты с поражением АоБС после ЭВТ должны наблюдаться в комплексной сосудистой клинике не только для мониторинга проходимости стентов, а также для оптимизации медикаментозной терапии, чтобы предотвратить развитие других сердечно-сосудистых заболеваний для снижения риска смерти. Последующее наблюдение после процедуры должно включать динамическую оценку симптомов и изменений в результатах физикального обследования.

Сила пульсации над ОБА может свидетельствовать о состоянии аорто-подвздошного русла. В опытных сосудистых лабораториях дуплексное ультразвуковое исследование может быть использовано для проверки проходимости стентов имплантированных в АоБС. Измерение ЛПИ после физических упражнений также может выявить рестеноз в артериях АоБС (хотя и не является специфичным для него). Необходимо тщательное клиническое наблюдение за всеми пациентами с целью выявления любых признаков клинически значимого рестеноза или реокклюзии ранее оперированной артерии [Norgren L. и др., 2007].

## РЕЗЮМЕ

Таким образом, эндоваскулярное вмешательство при окклюзионно-стенотических поражениях АоБС – это, выбор первой линии для пациентов с симптомами критической ишемии нижних конечностей с высоким хирургическим риском развития осложнений. Существует множество исследований, подтверждающих использование эндоваскулярного подхода для лечения АоБС, учитывая его низкий уровень осложнений и смертности. Несмотря на то, что ведутся споры относительно прямого стентирования или стентирования после предварительной баллонной ангиопластики, при менее сложных поражениях, большинство хирургов выбирают первое, чтобы предотвратить угрозы внезапного тромбоза, оптимизировать просвет сосуда и ускорить время процедуры.

Существует 2 основных типа стентов, доступных для лечения АоБ поражений. Большинство интервенционистов выбирают БРС для «киссинг» стентирования и/или изолированного вмешательства на ОПА и используют СРС для лечения поражений НПА, иногда с переходом в бедренную артерию. ЗС в аорто-подвздошном русле показали лучшую проходимость по сравнению со стандартными стентами при реваскуляризации хронических тотальных окклюзий, хотя для окончательного определения оптимальной стратегии лечения требуются дальнейшие исследования. Перфорация брюшной аорты и подвздошных артерий и дистальная эмболия являются наиболее опасными осложнениями эндоваскулярного вмешательства в этом сосудистом русле. Любой оператор, выполняющий реваскуляризацию на этой

территории, должен обладать полным набором инструментов для устранения этих осложнений, а также глубокими знаниями об их использовании.

### 1.2.1.3. Гибридные операции

Ранее традиционным методом реваскуляризации сочетанного АоБ поражения было аортобифеморальное шунтирование (АББШ) с отличной проходимостью в долгосрочной перспективе, хотя сопряжено с высоким уровнем периоперационных осложнений. Экстраанатомическая реконструкция в виде бедренно-бедренного перекрестного шунтирования или подмышечно-бедренного шунтирования является вариантом для пациентов с тяжелой сопутствующей патологией, но связана с более низкой проходимостью и риском инфицирования трансплантата у пациентов с КИНК, гангреной или трофическими язвами [Martin D. и др., 2000; Onohara T. и др., 2000; Yuksel, A. и др., 2018; Perler V. и др., 1996.]

В связи этим в настоящее время менее травматичные методы реваскуляризации все больше заменяют открытую хирургию. Во многих центрах большинству пациентов проводится эндоваскулярная реканализация со стентированием пораженных артерий в связи пожилым возрастом и сопутствующими заболеваниями пациентов, которые могли бы привести к неблагоприятным исходам в результате открытой хирургии.

При заболеваниях периферических артерий часто наблюдается многоуровневое поражение с вовлечением аорты, подвздошных и бедренных артерий. Поэтому простые методы лечения для таких поражений не всегда возможно технически выполнить и являются сложной задачей для сосудистого и эндоваскулярного хирурга. Гибридные процедуры, сочетающие эндоваскулярную и открытую хирургию, являются идеальной стратегией для лечения этой категории пациентов [Наімовісі Н., 1967].

В этой группе пациентов гибридная хирургия для многоуровневой реваскуляризации обеспечивает высокую первичную и вторичную проходимость, а также значительное улучшение показателей безопасности и эффективности в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде. Это привлекательная альтернатива только открытой или только эндоваскулярной хирургии у пациентов с многоуровневыми заболеваниями [Grandjean A. и др., 2016].

Последние рекомендации ESVS от 2024г. при сочетанных аорто-подвздошно-бедренных окклюзионных поражениях рекомендуют рассматривать гибридные процедуры [Aboyans V. и др., 2017]. Гибридная процедура лечения сводит к минимуму хирургической травмы у пациентов с различными тяжелыми сопутствующими заболеваниями по сравнению с операцией открытого анатомического шунтирования [Norgren L. и др., 2007]. Однако результаты гибридной реваскуляризации АоБС изучены недостаточно.

Одним из наиболее распространенных осложнений после открытых операций на сосудах в паховой области является инфекция в месте доступа, частота которой может достигать до 20% [Cotroneo A. и др., 2007]. При гибридных реваскуляризациях в отличие от ЭВЛ наличие открытого операционного доступа увеличивает время воздействия бактериальных патогенов на рану паховой области, что является хорошо известным фактором риска ее инфицирования [Zhou M. и др., 2014]. К тому же повреждение лимфатических коллекторов, послеоперационные гематомы также часто заканчиваются гнойно-септическими осложнениями, которые в свою очередь увеличивают риск больших ампутаций [Spanos K. и др., 2016] и смертности [Antoniou G. и др., 2009].

Одним из способов сократить время воздействия на открытую паховую рану является этапное хирургическое вмешательство, при котором эндоваскулярная и открытая части процедуры выполняются в двух разных случаях, часто в течение одного и того же пребывания в стационаре. Кроме того, время пребывания под общим наркозом может быть сокращено при поэтапных процедурах, поскольку эндоваскулярная часть проводится под местной анестезией. Однако из-за риска раннего ретромбоза после первой части реконструкции в связи недостаточной реваскуляризацией, определить этапность лечения тандемного поражения АоБС не всегда возможно.

Последовательность и этапы проведения при гибридном лечении часто являются предметом споров. Некоторые авторы рекомендуют первичное эндоваскулярное стентирование с последующим поэтапным хирургическим вмешательством с интервалом в одну-две недели. В качестве альтернативы, некоторые хирурги

выполняют обратную последовательность гибрида с более коротким интервалом в один-два дня. В других исследованиях, как рекомендуют многие другие, открытый и эндоваскулярный этапы выполняются одновременно в одной операционной и одной бригадой [AbuRahma A. и др., 2001; Saha S. и др., 2009; Starodubtsev V. и др., 2022].

У пациентов с более обширным атеросклеротическим поражением часто требуется одновременная гибридная реконструкция как АПС сегмента, так и бедренных артерий, чтобы улучшить русло притока и оттока одновременно.

Классические окклюзии, поражающие ОБА, являются неподходящими только для эндоваскулярного лечения из-за анатомических проблем, что связано со сложной ее биомеханикой. Стентирование этой области сопряжено с высоким риском поломки стентов с последующим возникновением рестеноза, реокклюзии или вторичного тромбоза глубокой бедренной артерии [Zou J. и др., 2012, Rzucidlo E. и др., 2003]. Результаты некоторых исследований об эндоваскулярном лечении таких поражений оптимистичны, однако, когда речь заходит об окклюзии или тромбозе бифуркации ОБА, в большинстве сосудистых центров как правило использует открытый доступ, поскольку он обеспечивает более длительную проходимость [Jia X. и др., 2019, Saratzis A. и др., 2021]. Поэтому, учитывая теоретические риски, связанные с эндоваскулярным стентированием ОБА, интерес к гибридным процедурам возрос. Кроме того, у пациентов, получавших гибридное лечение, отсутствуют данные о долгосрочной проходимости [Starodubtsev V. и др., 2022].

#### *Технический успех*

Поскольку стеноз и окклюзия могут представлять разные уровни технической сложности и показатели долгосрочной проходимости, важно проанализировать их независимо друг от друга, чтобы сделать адекватные выводы и иметь возможность сравнить полученные результаты с АБШ.

В предыдущих отчетах о гибридной реваскуляризации тотальные окклюзии АоБС рассматривались только как часть критериев включения. Другими словами, в отчетах, как правило, описывались различные поражения, от легкого стеноза до полной окклюзии. Выводы из этих отчетов вряд ли могут быть использованы в подгруппе с

окклюзией. В основном это связано с тем, что реканализация окклюзий подвздошных артерий представляет собой более сложную задачу, чем устранение стеноза.

Самая крупная на сегодняшний день серия данных получена из многоцентрового регистра, в котором 713 пациентов с окклюзией АПС. Пациентам была проведена эндоваскулярная или гибридная реваскуляризация. Авторы сообщают о впечатляющем техническом успехе в 99.3% независимо от типа поражения. Все неудачные случаи реканализации произошли в подгруппе TASCII D которая включает в себя более длинные поражения [Piffaretti G. и др., 2019].

В другом в одноцентровом исследовании было обнаружено более скромный показатель технического успеха – 88.3%, что согласуется с тем, что окклюзии подвздошно-бедренного сегмента представляют собой более сложные поражения, чем стенозы [Santos J. и др., 2023]. Эти результаты соответствуют отчету Chang в котором оперированы 171 пациент, и у 41% из которых были длинные окклюзии подвздошно-бедренного сегмента. Им были проведены гибридные вмешательства. Авторы заявили, что одним из препятствий для использования этой методики является невозможность пересечения длинных окклюзий подвздошных артерий, но эти сложности в значительной степени были преодолены благодаря более широкому использованию устройств re-entry [Chang R. и др., 2008].

#### *Смертность и осложнения*

Пери-операционные осложнения сильно зависят от сопутствующих заболеваний пациента и тяжести течения заболевания. Операции при хромоте, как правило, проходят без осложнений, в то время как пациенты с КИНК подвергаются более высокому риску. Это может объяснить различия в сообщаемых показателях осложнений, варьирующих от 2% до 22%. Доля пациентов с КИНК в когорте других исследований значительна (77.9%), несмотря на это, число осложнений не превышает опубликованных ранее [Santos J. и др., 2023].

Большая продолжительность операции является хорошо известным фактором риска пери-операционной смерти и осложнений [Cheng H. и др., 2018]. Тем не менее, в литературе об этом сообщается противоречиво. Обнаружено, что среднее время гибридной процедуры находится в пределах допустимых значений, опубликованных

для АБШ. В двух публикациях о гибридных реваскуляризациях, в которой сообщается о продолжительности операции, представлены данные составляют 340 мин. Стоит отметить, что объем гибридного процедурного кровотока в среднем не превышает заявленных 1 091-1 126 мл. для АБШ [DeCarlo С. и др., 2020; Bredahl К. и др., 2015; Gabel J. и др., 2019].

Пери-операционная летальность при открытой реконструкции в отдельных исторических исследованиях достигала 8.1%, однако подобные показатели регистрировались преимущественно в работах 1980-х годов. Объяснение высокой летальности, вероятно, связано не с техническими аспектами операции, а с исходной коморбидностью пациентов. Установлена статистически значимая корреляция между ИБС и ранней послеоперационной смертностью. Дополнительными предикторами неблагоприятных исходов выступают СД и ХБП, отражающие категорию "хрупких" пациентов.

Субпопуляция пациентов с тяжелой ПХ, характеризующаяся менее распространенным сосудистым поражением, демонстрирует ожидаемо более низкие показатели летальности при гибридном лечении. Экстренные хирургические вмешательства сочетающие открытые тромбэктомии и рентген-эндоваскулярные методы независимо ассоциированы с повышенной пери-операционной смертностью, что подтверждено в современных исследованиях.

Ятрогенное расслоение аорты — казуистически редкое осложнение эндоваскулярного этапа гибридных процедур. Основными этиологическими факторами являются выраженный кальциноз стенки сосуда и избыточная механическая травматизация при катетерных манипуляциях.

#### *Пройодимость аорто-бедренного сегмента после гибридных процедур*

Как показывает опыт пациенты со стенозом или окклюзией аорты имеют худшие результаты в среднесрочной и долгосрочной перспективе с точки зрения проходимости, это может быть объяснено более тяжелым течением заболевания. Интересно, что наличие поражения аорты не влияет на технический успех.

Анализ результатов по типам стентов показал, что у пациентов с ГМС проходимость была выше по сравнению с ЗС. Это не согласуется с текущими данными,

полученными в результате многоцентровых исследований, таких как исследование Covered versus Balloon Expandable Stent [Mwipatayi B. и др. 2016] или исследование COBRA [Saratzis A. и др. 2022]. В этих двух исследованиях преимущество в проходимости, свободе от бинарного рестеноза и свободе от повторного вмешательства в целевой артерии была в группе ЗС.

Ни протяженность поражения, ни наличие диабета, не влияли на проходимость после гибридных операций, согласно наблюдениям Spanos [Spanos K. и др. 2016]. Отмечено, что у женщин наблюдалось более тяжелая степень заболевания периферических артерий и худшие исходы после реваскуляризации, несмотря на меньшее количество факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний [Hiramoto J. и др. 2014, Nguyen L. и др. 2009].

Клинический опыт гибридных аорто-бедренных реваскуляризаций свидетельствует, что наибольшие технические трудности возникают при реканализации кальцинированных аорто-подвздошных окклюзий. Распространенной стратегией является предварительная открытая эндартерэктомия из общей бедренной артерии (ОБА), обеспечивающая возможность интраоперационной рентгеноскопической навигации при эндоваскулярной реканализации. Данный подход позволяет сохранять интралюминальное позиционирование инструментов даже при субинтимальном прохождении окклюзии. Примечательно, что хронические тотальные окклюзии, вопреки ожиданиям, демонстрируют минимальный риск дистальной эмболизации при эндоваскулярном лечении [Santos J. S. и др. 2023].

Тяжесть заболевания также, вероятно, оказывает влияние на продолжительность жизни человека. Исследование, посвященное лечению пациентов с поражениями TASC II D, показало, что первичная проходимость гибридов через 24 месяца составляет всего 70% [Nishibe T. и др. 2009]. Таким образом, возможно открытая хирургия, это более подходящий вариант для пациентов с запущенным заболеванием. С точки зрения клинической тяжести, некоторые исследования не выявило каких-либо существенных различий в показателях проходимости при сравнении пациентов с хромой или КИНК как после гибридных, так и после открытых операций [Nevelsteen A., и др. 1991].

Предыдущее исследование показало, что у пациентов с ПХ после гибридов лучше показатели первичной проходимости [Nishibe T. и др. 2009]. По другим данным обширная трофическая язва нижней конечности является как предиктор снижения проходимости в долгосрочной перспективе у пациентов, перенесших гибридное лечение (ГЛ), но не у тех, кто перенес ОХ [Piazza M. и др. 2011].

Главной привлекательностью ГЛ является возможность улучшения результатов после операции при малоинвазивном доступе. Действительно, средняя продолжительность пребывания в стационаре в группе ГЛ значительно короче и частота послеоперационных осложнений на 30-й день значительно ниже в сравнении с открытой хирургией (ОХ).

Интересно, что в основном это, по-видимому, было связано с раневыми осложнениями после ОХ, такими как развитие вентральной грыжи, а не с послеоперационными медицинскими осложнениями (например, пневмонией). У пациентов с ожирением после ОХ существует риск развития послеоперационной вентральной грыжи с частотой 1.8%, 8.0% и 9.4% через один, пять и 10 лет после операции [Altieri M. и др. 2018].

Ранее сообщалось о показателях периоперационных осложнений показатели после ГЛ. По-видимому, они значительно отличаются и колеблются от 3% до 22% [Chang R. и др. 2008, Piazza M. и др. 2011]. Интересно, что ранние осложнения и смертность после ГЛ не всегда ниже, чем после ОХ [Piazza M. и др. 2011].

## РЕЗЮМЕ

Таким образом, гибридная реваскуляризация демонстрирует клиническую целесообразность при сочетанных поражениях аорто-подвздошного сегмента и бедренных артерий, обеспечивая удовлетворительный баланс пери-операционной безопасности и долгосрочной эффективности. Критическое значение имеет тщательный отбор пациентов, поскольку сопряженная с процедурой летальность остается клинически значимой, особенно в когорте с критической ишемией нижних конечностей. Длинные поражения представляют собой более сложную техническую задачу, хотя и не снижают проходимость пролеченного сегмента в долгосрочной перспективе. Вовлечение аортального сегмента коррелирует с ухудшением

отдаленных результатов, но не ограничивает достижение первичного технического успеха вмешательства.

### **1.3. Госпитальные, среднесрочные и долгосрочные результаты после открытых, эндоваскулярных и гибридных операций на аорто-бедренном сегменте**

Учитывая высокую актуальность лечения АоБ поражений на сегодняшнее время в мире проведены более двух тысячи исследований, изучающих различные подходы лечения при таких заболеваниях. Однако качественных рандомизированных исследования среди этих работ немного.

Обращает на себя внимание мета-анализа, в котором собраны материалы 11 исследований. В анализ была включена общая выборка из 4030 пациентов, 1679 из которых получили открытое хирургическое лечение и 2352 пациентов мини-инвазивные операции такие как эндоваскулярное стентирование и гибридные процедуры с эндартерэктомией из ОБА [Premaratne S. и др. 2020].

Сравнительные исследования методов лечения обычно демонстрируют сопоставимые исходные характеристики между исследуемыми группами (пол, симптоматика, лодыжечно-плечевой индекс, распространенность поражений TASC II C/D). Однако в этом мета-анализе наблюдается устойчивая тенденция в том, что в группе открытой хирургии (ОХ) преобладают пациенты молодого возраста. Кроме того, в этой группе фиксируется меньшая доля лиц с СД, ИБС, АГ и хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) по сравнению с эндоваскулярной группой, хотя различия не достигают статистической значимости. Данный дисбаланс, вероятно, обусловлен ретроспективным дизайном включенных исследований.

Во многих других исследованиях сообщают, что нет существенных различий в показателях факторов риска, таких как курение, СД, ИБС, АГ, гиперлипидемия, ХПН и ХОБЛ. Большинство процедур в группе открытой хирургии представляют собой АБШ, в то время как в группе ЭВЛ 80% операций были выполнены голометаллическими стентами.

Интересно отметить, что эндартерэктомия из ОБА выполняется в 68.2% случаев во время АБШ, и в 69.3% случаев во время гибридного лечения. При этом

одномоментно процедуру дистального шунтирования проводился у 3.3% пациентов с АБШ и 2.2% пациентов при гибридных стратегиях [Faries P. и др. 2018, Premaratne S. и др. 2020].

Согласно результатам некоторых исследований, средняя продолжительность пребывания в стационаре в группе мини-инвазивных процедур составляет в среднем 3.12 дня, что значительно ниже, чем 7.76 дня в группе ОХ ( $p = 0.02$ ). Уровень 30-дневной смертности после открытых операций составляет 2.92% против 1.44% в эндоваскулярных и гибридных вмешательствах ( $p=0.24$ ). Показатели 30-дневного тромбоза трансплантата/стента составляют 3.01% против 1.97% ( $p = 0.68$ ) в группах ОХ и мини-инвазивного лечения соответственно (таблица 3).

Таблица 3 - Вторичные точки исследования и осложнения (Premaratne S. и др. 2020)

Показатель	Прямая хирургическая реваскуляризация	Эндоваскулярная / гибридная реваскуляризация	p
<b>Ранние исходы</b>			
Изменение ЛПИ	0.40 (0.37-0.46)	0.35 (0.25-0.45)	0.21
Продолжительность госпитализации, дней	7.76 (5.44-13.69)	3.12 (3.10-7.10)	0.03
30-дневная летальность	45 (2.92)	33 (1.44)	0.24
30-дневный тромбоз шунта/стента	11 (3.01)	9 (1.97)	0.68
<b>Осложнения</b>			
Кардиальные	24 (4.04)	9 (1.16)	0.04
Респираторные	37 (7.33)	1 (0.16)	0.00
Почечные	18 (17.86)	7 (1.27)	0.17
Местные (раневые)	35 (5.92)	28 (4.12)	0.56
Кишечные	16 (5.21)	0	0.03
Инфекционные	25 (6.34)	5 (0.94)	0.09

## Продолжение таблицы 3

Эмболия	10 (2.24)	14 (2.39)	0.30
Диссекция	1 (0.45)	28 (8.75)	0.03

*Примечание.* ЛПИ – Лодыжечно-плечевой индекс; Категориальные переменные представлены как число (%); Непрерывные переменные представлены как медиана (диапазон); Межгрупповые различия оценены с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок и U-критерия Манна-Уитни.

Немаловажным индикатором изучения эффективности в исследованиях является проходимость трансплантатов или стентов в АоБС. Таким образом в основных крупных исследованиях сообщаются об оценке уровня первичной проходимости как в открытых, так и в эндоваскулярных операциях при среднем периоде наблюдения в 50 месяцев (диапазон - 12-125 мес.). Суммарный показатель первичной проходимости (ПП) согласно результатам проведенных работ был в пользу группы ОХ ( $p=0.0002$ ). В трех исследованиях пациентам была выполнена эндартерэктомия из ОБА с эндоваскулярной реваскуляризацией АПС. В этих исследованиях суммарный показатель ПП гибридного лечения составил 88-91% за трехлетний период наблюдения (таблица 4).

Таблица 4 - Характеристики включенных исследований

Исследование	Период исследования	Тип исследования	Кол-во пациентов в группах	Вмешательства	Срок наблюдения, мес.	Исходы
Timaran 2003	2009-2015	РК	ОХ: 52, ЭВС: 136	ОХ ↔ ЭВС	60	ПП
Kashyap 2008	1998-2004	РК	ОХ: 86, ЭВС: 83	ОХ ↔ ЭВС	36	ПП, ВП, СК, выживаемость
Hans 2008	1998-2007	РК	ОХ: 32, ЭВС: 40	ОХ ↔ ЭВС	50	ПП

Продолжение таблицы 4

Burke 2010	1997-2007	РК	ОХ: 116, ЭВС: 174	ОХ ↔ ЭВС	125	ПП, СК, выживаем ость
Piazza 2011	1998-2008	РК	ОХ: 92, гибрид: 70	ОХ ↔ ЭВС + ЭАЭ	36	ПП, ВП, выживаем ость
Sachwani 2013	2000-2011	РК	ОХ: 101, ЭВС: 109	ОХ ↔ ЭВС	72	ПП, ВП, выживаем ость
Lun 2015	2005-2010	РК	ОХ: 33, ЭВС: 35	ОХ ↔ ЭВС	60	ПП, ВП, СК, выживаем ость
Psacharopulo 2015	2008-2014	РК	ОХ: 21, ЭВС: 22	ОХ ↔ ЭВС	24	ПП
Starodubtsev 2016	2009-2014	РКИ	ОХ: 66, гибрид: 46	ОХ ↔ АП + ЭАЭ	36	ПП, ВП, СК
Dorigo 2017	2006-2013	РК	ОХ: 82, ЭВС: 128	ОХ ↔ ЭВС	72	ПП, ВП
Zavatta 2018	2009-2015	РК	ОХ: 879, гибрид: 1472	ОХ ↔ ЭВС + ЭАЭ	12	ПП, СК, выживаем ость

*Примечание.* АП – Ангиопластика; Гибрид – гибридное лечение; ЭВС – Эндоваскулярное стентирование; ЭАЭ – Эндартерэктомия из общей бедренной артерии; ОХ – Открытая хирургическая реваскуляризация; СК – Сохранение конечности; РКИ – Проспективное рандомизированное клиническое исследование; РК – Ретроспективное когортное исследование; ПП – Первичная проходимость; ВП – Вторичная проходимость

Показатели ВП в некоторых исследованиях были в пользу группы открытой хирургии при среднем сроке наблюдения 55 месяцев, однако эти результаты не были статистически значимыми ( $p = 0.20$ ). Согласно данным авторов, уровень сохранения конечностей в зависимости от метода лечения не отличались друг от друга ( $p = 0.63$ ). Выживаемость в среднем за 50 месяцев наблюдения была выше после открытых операций что было статистически значимым ( $p = 0.01$ ) [Kashyap V. и др., 2008; Piazza M. и др., 2011; Starodubtsev V. и др., 2022; Zavatta M. и др. ; 2018; Burke C. R. и др., 2010; Lun Y. и др., 2015; Sachwani G. R. и др., 2013].

Сравнение послеоперационных осложнений после реваскуляризации АоБС показало, что после открытых операций отмечаются значительно больше осложнений со стороны сердца ( $p = 0.046$ ), дыхательной системы ( $p = 0.0002$ ) и желудочно-кишечного тракта ( $p = 0.028$ ) по сравнению с группой малоинвазивных технологий. В группе ЭВЛ было значительно больше случаев расслоения сосудов ( $p = 0.0286$ ) и перфорации ( $p = 0.0079$ ). Осложнения со стороны почек, места доступа и дистальная эмболия достоверно не отличаются от вида выбранной хирургии.

С момента публикации в 2007 году руководства TASC II, в котором рекомендовалась открытая хирургическая реваскуляризация поражений TASC II C и D, эндоваскулярные методы были значительно усовершенствованы с технической точки зрения. Эндоваскулярными методами лечат все большее число поражений TASC II C и D типа. Хотя результаты многих исследований, показывают, что общая первичная проходимость после ОХ значительно лучше, чем эндоваскулярные и гибридные технологии. Более тщательный анализ исследований показал, что эндоваскулярные процедуры в сочетании с ЭАЭ из ОБА имели лучшую первичную проходимость, чем только эндоваскулярные стентирования.

В различных исследованиях в качестве предикторов снижающие показатели ПП были определены протяженные поражения АПС, неудовлетворительное русло оттока (окклюзия ПБА или ГБА), СД, необходимость дистального шунтирования, обширные трофические язвы, гиперлипидемия и КИНК. Аналогичным образом, курение, гиперлипидемия, почечная недостаточность, боль в покое, любые

трофические нарушения тканей конечностей, риск ASA 3-4 (общество анестезиологов) и шкала Society for Vascular Surgery >15 были определены как предикторы, плохой выживаемости.

Важным результатом ранее проведенных исследований, а особенно при сочетанном поражении АоБС является повышение уровня первичной проходимости, наблюдаемое при одновременном проведении ЭАЭ из ОБА и ГБА с эндоваскулярной реваскуляризацией АПС. Это важный аспект в гибридной хирургии связан с улучшением путей оттока по бедренным артериям, и является для многих хирургов обычной практикой [Shen C. и др., 2015, Kavaliauskiene Z. и др., 2014].

Метаанализ 23 исследований с использованием бифуркационных графтов аорты показал, что ПП в течение 5 лет составила от 86.8%, до 91.0%. Так же в этом исследовании было показано снижение операционной смертности с течением времени с 4.6% в 1970-х годах до 3.3% в 1990-х годах [de Vries S. и др., 1997]. По данным последних исследований 30-дневная смертность АБШ составляет 2.92%, что подтверждает данную тенденцию [Premaratne S. и др., 2020].

Систематический обзор эндоваскулярного лечения длинных поражений АоБС показал, что первичная проходимость за 5 лет составила от 60% до 86%. Смертность в этом систематическом обзоре варьировалась от 1.2% до 6.7%, тогда как общая 30-дневная смертность в этом исследовании составила 1.44% [Jongkind V. и др., 2010].

Один из крупных мета-анализов, в котором сравнивались отдельные исследования по реваскуляризации ОХ и ЭВЛ, показал, что первичная проходимость в группе ОХ была значительно лучше ( $p < 0.001$ ). 30-дневная смертность, для группы ОХ, составила 2.6%, в группе ЭВЛ составила 0.7%, что было ниже, чем в предыдущих исследованиях [Indes J.E. и др., 2013].

Одноцентровое исследование, в ходе которого изучалось использование эндоваскулярных и гибридных методов для лечения АоБС (TASC II C и D) у 50 пациентов, показало, что за 3 года уровень сохранения конечности составила 100%, первичная проходимость – 86.6% и вторичная проходимость – 97.7% [Taurino M. и др., 2014]. Ретроспективный обзор 1712 вмешательств на АПС сегменте, выполненных с использованием эндоваскулярных методов, показал, что при 722

поражениях TASC II C и D, общая двухлетняя выживаемость без рестеноза, ампутации и реинтервенций составила 62.8% [Sixt S. и др., 2013]. У 173 пациентов, которым провели стентирование «киссинг» методом по поводу поражений TASC II C (10%) и D (41%), показатели первичной и вторичной проходимости составили 97% и 100% через 12 месяцев и 83% и 95% через 36 месяцев соответственно. Среди этих пациентов 30-дневная смертность составила 1% [Vjorses K. и др., 2008].

Рандомизированное многоцентровое исследование, в котором приняли участие 660 пациентов, с целью оценки применения СРС и БРС стентов для лечения окклюзии подвздошных артерий, показало, что 12-месячный рестеноз при использовании СРС и БРС составил 6.1% против 14.9% ( $p=0.006$ ). Свобода от реваскуляризации целевой артерии составила 97.2% (СРС) против 93.6% (БРС) ( $p = 0.042$ ). Не было обнаружено различий в частоте ампутаций и смертности от всех причин между группами [Krankenberг H. и др., 2017].

В проспективном многоцентровом исследовании iCURUS (Atrium iCAST II as Stent Pivotal Study), в котором изучался ЗС-БРС iCAST (Maquet, Германия) для лечения поражений подвздошных артерий, в котором приняли участие 152 пациента, первичная проходимость составила 96.4% в течение 9 месяцев. Свобода от реинтервенций через 9 месяцев и 3 года составило 97.2% и 86.6% соответственно [Laird J. и др., 2019].

В ходе другого проспективного многоцентрового исследования BOLSTER, в котором приняли участие 155 пациентов с покрытым БРС LIFESTREAM (Bard) для лечения окклюзии подвздошных артерий показатели ПП стентов была 89.1% в течение 9 месяцев и свобода от реинтервенций на целевой артерии на уровне 96% [Laird J. и др., 2019].

Ретроспективное исследование, посвященное изучению саморасширяющегося стент-графта, покрытого политетрафторэтиленом (VIABAHN) при лечении длинных поражений АПС (TASC II C и D) у 61 пациента было отмечено, что первичная проходимость за 36 месяцев наблюдения составила 94.9% [Bracale U. и др., 2019].

Многоцентровое исследование VISIBILITY ILLAC, в котором изучалось использование БРС Visi-Pro (Medtronic, Ирландия) для лечения поражений

подвздошной артерии, в котором приняли участие 75 пациентов, показало первичную проходимость и свободу от реинтервенций на целевой артерии на 95.8% через 9 месяцев [Rundback J. и др., 2017].

#### РЕЗЮМЕ

Таким образом атеросклеротическое поражение АоБС является одним из ключевых причин хронической ишемии нижних конечностей. В связи большой распространенностью тандемного атеросклероза АоБС, особенно у пациентов старческого возраста хирургическое восстановление кровотока остается актуальной задачей и в настоящее время. Хирургия АоБС объединяет открытые, эндоваскулярные и гибридные методы, эффективность которых определяется долгосрочной проходимостью пролеченных сосудов, частотой осложнений и клиническими исходами.

Несмотря на множество ранее проведенных исследований до сих пор отсутствуют четкие алгоритмы выбора различных типов операций в соответствии типом поражения. К тому же в мировой литературе отсутствуют проспективные рандомизированные исследования сравнивающие различные типы операций при сочетанном поражении аорто-подвздошных и аорто-бедренных поражений.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 2.1. Дизайн исследования

В диссертационную работу вошли 3 проспективных рандомизированных и 2 ретроспективных когортных исследований, которые включали 593 пациентов с окклюзионно-стенотическими аорто-бедренными поражениями. Набор пациентов осуществлялся в НМИЦ имени акад. Е.Н. Мешалкина с 2008г. по 2023 г.

Для достижения цели и поставленных задач были проведены 5 исследований: 3 проспективных рандомизированных и 2 ретроспективных. В рамках этой работы изучены ближайшие и отдаленные результаты следующих групп пациентов (рисунок 3):

**1 группа** – 202 пациента, которые вошли в рандомизированное клиническое исследование в сравнении аорто-бедренного шунтирования и эндоваскулярной реканализации со стентированием подвздошных артерий со сроком наблюдения 3 года.

**2 группа** - 202 пациента, которым были сравнены результаты аорто-бедренного шунтирования и гибридного лечения при длинных сочетанных поражениях аорто-бедренного сегмента в рандомизированном клиническом исследовании со сроком наблюдения 6 лет.

**3 группа** – 62 пациента, которые вошли в пилотное рандомизированное исследование в сравнении эндоваскулярного сквозного стентирования общей бедренной и подвздошных артерий с гибридными операциями со сроком наблюдения 3 года

**4 группа** – 127 пациентов, которые вошли в ретроспективное когортное и псевдорандомизированное исследование в сравнении результатов эндоваскулярного «киссинг» стентирования и аорто-бедренного бифуркационного шунтирования по классической методике со сроком наблюдения 3 года.



Рисунок 3 - Дизайн исследования диссертационной работы

В анализ были включены пациенты в возрасте от 45 до 85 лет, с окклюзионно-стенотическим атеросклеротическим поражением брюшной аорты, подвздошных и общей бедренной артерий, которым был подтвержден диагноз по данным УЗИ («Philips Ultrasound» (Bothell, WA, USA), «Vivid iq» (GE Medical, Milwaukee, WI, USA)) и МСКТ

ангиографии (320 Aquilion One Dynamic Volume CT; Toshiba Medical System, Tochigi-ken, Japan).

Проведенные клинические исследования были одобрены экспертным советом и локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. ак. Мешалкина Е.Н.» Исследования выполнены в соответствии с Хельсинской Декларацией.

В дооперационном периоде всем пациентам проводились исследования сердечно-сосудистой системы с помощью комплекса клинико-инструментальных неинвазивных методов диагностики заболеваний периферических артерий, таких, как анамнез заболевания, измерение ЛПИ, УЗИ сосудов, ЭКГ, мультиспиральная компьютерная томография и прямая субтракционная ангиография аорто-бедренного сегмента.

## **2.2. Наблюдение и ведение пациентов в послеоперационном периоде.**

Перед выпиской всем пациентам проводился комплекс обследований, включая измерение ЛПИ, УЗИ сосудов и общеклинические лабораторные исследования. Наблюдение пациентов в отдаленном периоде проспективных исследований проводилось через 6, 12, 24, 36, 48, 60 и 72 месяцев, включали полный спектр исследований: общеклинические лабораторные исследования, УЗИ сосудов, измерение ЛПИ. При подозрении на гемодинамически значимые изменения в оперированном сегменте выполняли МСКТ ангиографию брюшной аорты и артерий нижних конечностей для определения дальнейшей тактики лечения. В случаях, если пациенты не могли приехать на контрольное обследование, оценка отдельных результатов осуществлялась дистанционно по телефону или электронной почте. Анализ данных, полученных извне, осуществлялся согласно критериям исследования.

## **2.3. Хирургическая техника и медикаментозная поддержка**

### **2.3.1. Аорто-бедренное линейное шунтирование, аорто-бедренное бифуркационное шунтирование**

Открытое оперативное лечение в объеме АБШ/АББШ было выполнено под общей анестезией посредством параректального забрюшинного доступа слева или

срединной лапаротомии. Перед наложением зажимов на артерии вводили антикоагулянт (гепарина сульфат 70-100 ЕД/кг). Анастомозы формировали с инфраренальным отделом аорты и ОБА с протезом по типу «конец-в-бок». В качестве трансплантата использовался бифуркационный дакроновый протез «Intergard» (Intervascular SAS, Франция) размерами 16:8/8 мм или 18:9/9 мм или 20:10/10 мм.

Медикаментозная терапия: пациенты получали ацетилсалициловую кислоту (АСК, 75 мг в сутки) в течение неопределенного времени до операции. В послеоперационном периоде больные обеих групп получали 75 мг АСК ежедневно и профилактические дозы НМГ в течение 3 дней. Далее продолжали терапию АСК 75 мг в день неопределённо долго. Все пациенты получали терапию статинами до и после процедуры. Дозировка подбирается индивидуально, начиная с минимальной эффективной дозы и постепенно увеличивая ее при необходимости для достижения целевого уровня холестерина и липопротеидов низкой плотности.

### **2.3.2. Эндоваскулярная реканализация со стентированием подвздошных артерий резанными нитиноловыми стентами**

Пациентам, включенным в группу эндоваскулярного стентирования (ЭВС) проводилась местная анестезия. Перед началом процедуры внутривенно вводили антикоагулянт (гепарина сульфат 70-100 ЕД/кг). Процедуры эндоваскулярного реваскуляризации (ЭВР) выполняли в ангиографических аппаратах с использованием TOSHIBA Infinix VF –i /SP (Япония) или GE OEC 9900 Elite (США).

Для проведения ЭВР использовался ипсилатеральный, контралатеральный или плечевой доступ. Для каждого доступа использовался интродьюсер 6 Fr. Сначала выполнялась попытка ретроградной реканализации окклюзии подвздошных артерий с помощью гидрофильного проводника (SuperStiff, 0.035 дюйма, 260 см). После успешной реканализации и баллонной ангиопластики выполнялось стентирование подвздошных артерий. В случае безуспешной ретроградной реканализации дополняли второй доступ для антеградной реканализации через контралатеральную ОБА или плечевую артерию с дальнейшей экстернализацией проводника через интродьюсер в ипсилатеральной ОБА и выполнением процедуры стентирования. Для стентирования

поражений НПА были использованы СРС нитиноловые стенты (Absolute Pro, Abbott, США), в то время как БРС (Omnilink Elite, Abbott, США) были выбраны для лечения поражений ОПА. Техническим успехом считали отсутствие резидуальных стенозов более 30% по контрольной ангиографии в 3-х проекциях (передне-задней, правой и левой косой).

Медикаментозное лечение: пациенты из группы ЭВЛ получали нагрузочную дозу клопидогрела (300 мг) за 3–24 часа до стентирования. В послеоперационном периоде больные обеих групп получали 75 мг АСК ежедневно и профилактические дозы НМГ в течение 3 дней. После пациентам назначали ДДТ: АСК 75 мг и клопидогрел 75 мг в день в течение не менее 3 месяцев после операции с последующей отменой клопидогрела. Все пациенты получали терапию статинами до и после процедуры.

### **2.3.3. Гибридная процедура: эндартерэктомия из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда + ангиопластика со стентированием подвздошных артерий резанными нитиноловыми стентами**

У пациентов, отнесенных к группе гибридное лечение, применялась местная или спинномозговая анестезия. После выделения и взятия на держалки ОБА в паховой области, внутривенно вводили антикоагулянт (гепарина сульфат 70-100 ЕД/кг). Гибридные операции проводились в ангиографическом кабинете с использованием аппарата GE OEC 9900 Elite, США.

Первоначально в группе ГЛ была предпринята попытка получить ретроградный доступ к аорте через ипсилатеральный бедренный доступ и обеспечить приток крови из аорты перед выполнением артериотомии. В зависимости от клинической ситуации использовались ипсилатеральный/контралатеральный бедренный или плечевой доступы. После реканализации и баллонной ангиопластики подвздошных артерий процедура была завершена эндартерэктомией из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда (КемПерипласт-Нео, НеоКор, Кемерово). Последующий доступ к подвздошным артериям был осуществлен через пункцию ксеноперикардальной заплаты с установкой интродьюсера 6Fr или 7Fr. Стентирование подвздошных артерий

из-за более легкого доступа к истинному просвету при сложном поражении проводилось через ипсилатеральную ОБА. Стентирование поражений ОПА (с сильным кальцинозом) проводилось с помощью БРС (Omnalink Elite, Abbott, США). Диаметр варьировался от 8 до 10 мм. Стентирование НПА и некоторых протяженных окклюзий проводилось нитиноловыми СРС (Absolute Pro, Abbott, США). Диаметр варьировал от 7 до 9 мм. При пролонгированных поражениях НПА было рекомендовано расширить зону лечения с помощью баллонной ангиопластики или стентирования до верхней границы паховой связки. Техническим успехом считали отсутствие резидуальных стенозов более 30% по контрольной ангиографии в 3-х проекциях (передне-задней, правой и левой косой). В исследовании не использовались стент-графты, режущие баллоны и баллоны высокого давления.

Медикаментозное лечение: пациенты получали АСК (75 мг в сутки) в течение неопределенного времени до операции. В послеоперационном периоде больные обеих групп получали 75 мг АСК ежедневно и профилактические дозы НМГ в течение 3 дней. После пациентам назначали ДДТ: АСК 75 мг и клопидогрел 75 мг в день в течение не менее 3 месяцев после операции с последующей отменой клопидогреля. Все пациенты получали терапию статинами до и после процедуры.

#### **2.3.4. Сквозное стентирование общей бедренной артерии и подвздошных артерий с плетеным нитиноловым стентом**

Все операции проводились под местной анестезией. Перед началом процедуры внутривенно вводили антикоагулянт (гепарина сульфат 70-100 ЕД/кг). Операции по ЭВС были выполнены в ангиографическом кабинете с использованием аппарата GE Innova, США.

В группе ЭВС (рисунок 4) в зависимости от клинической ситуации использовались различные доступы (контралатеральный ОБА или плечевой). В артерию доступа был введен интродьюсер 6Fr. Антеградную реканализацию ипсилатеральных подвздошных артерий выполняли гидрофильным проводником 0.018, 300 см или 0.035, 260 см. Проводилась предварительная дилатация окклюзий с использованием баллона без лекарственного покрытия с превышением наружного

диаметра стента на 1 мм. Затем по системе доставки баллона проводники 0.035 меняли на 0.018, 300 см. с заведением в просвет ГБА или ПБА. Сквозное стентирование протяженных окклюзий выполнялось с помощью стента «Supera» (Abbot, США) начиная с дистальной трети ОБА в случае интактной ее бифуркации, или с выходом в ГБА в случае поражения бифуркации ОБА и окклюзии ПБА. Диаметр стента составлял 6.5 или 7.5 мм. Длина стента варьировалась 80-120 мм и 80-100 мм соответственно. Длина стента превышала длину обработанного участка, но была короче, чем у баллона, используемого для ангиопластики. При необходимости выполнялась последующая дилатация стента с использованием баллона соответствующего размера без покрытия. В случае наложения стентов расстояние между ними составляло не менее 10 мм. Техническим успехом считали отсутствие резидуальных стенозов более 30% по контрольной ангиографии в 3-х проекциях (передне-задней, правой и левой косой).

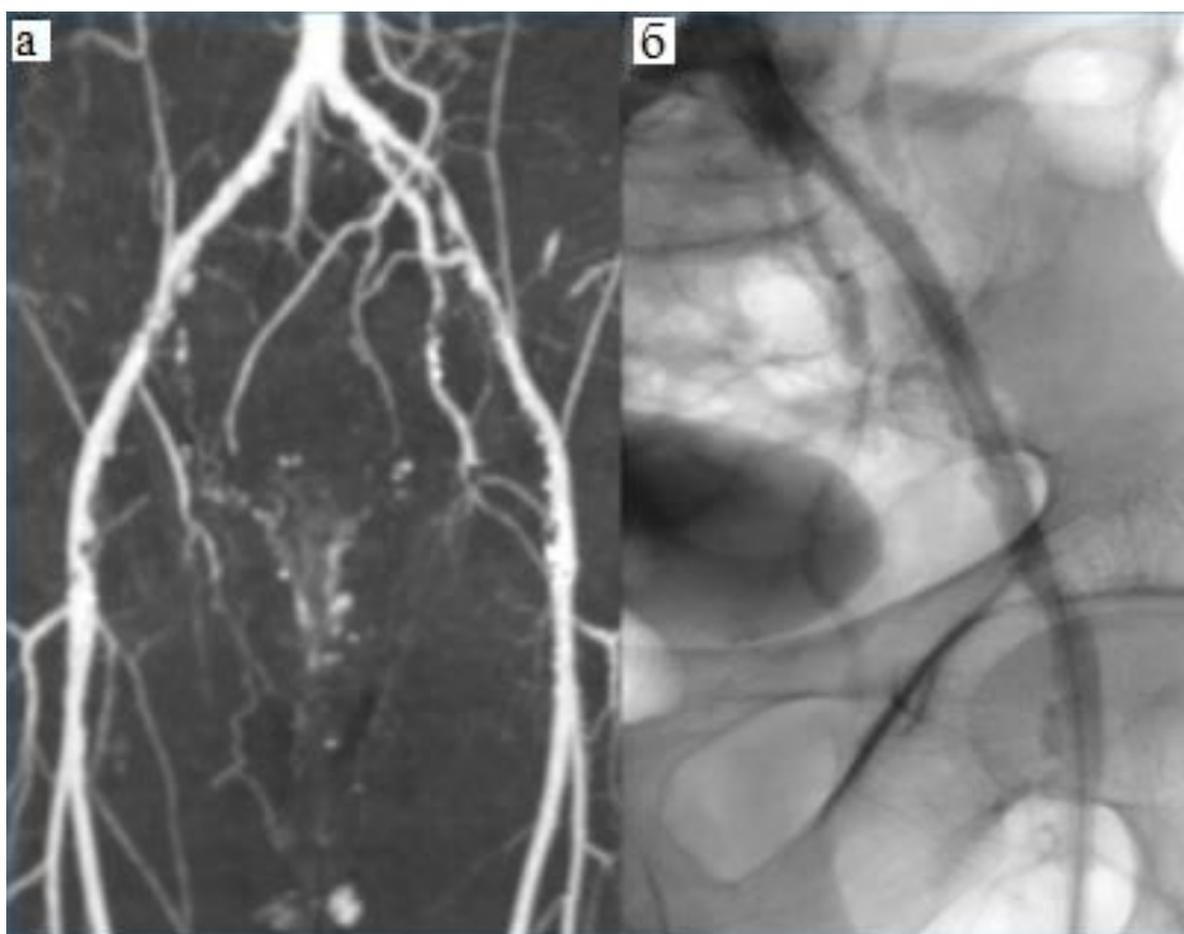


Рисунок 4 - Сквозное стентирование ОБА и подвздошных артерий. а. предоперационная МСКТ ангиография, б. контрольная ангиография

Медикаментозное лечение: пациенты получали нагрузочную дозу клопидогрела (300 мг) за 3–24 часа до стентирования. В послеоперационном периоде больные обеих групп получали 75 мг АСК ежедневно и профилактические дозы НМГ в течение 3 дней. После пациентам назначали ДДТ: ацетилсалициловая кислота 75 мг и клопидогрел 75 мг в день в течение не менее 3 мес. после операции с последующей отменой клопидогрела. Все пациенты получали терапию статинами до и после процедуры.

### **2.3.5. Гибридная процедура: эндартерэктомия из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда + ангиопластика со стентированием подвздошных артерий с плетеным биомиметическим нитиноловым стентом**

У пациентов, распределенных в группу ГЛ (рисунок 5), использовалась местная или спинномозговая анестезия. После выделения и взятия ОБА в паховой области, внутривенно вводили антикоагулянт (гепарина сульфат 70-100 ЕД/кг). Операции по ГЛ были выполнены в ангиографическом кабинете с использованием аппарата GE OEC 9900 Elite [США].

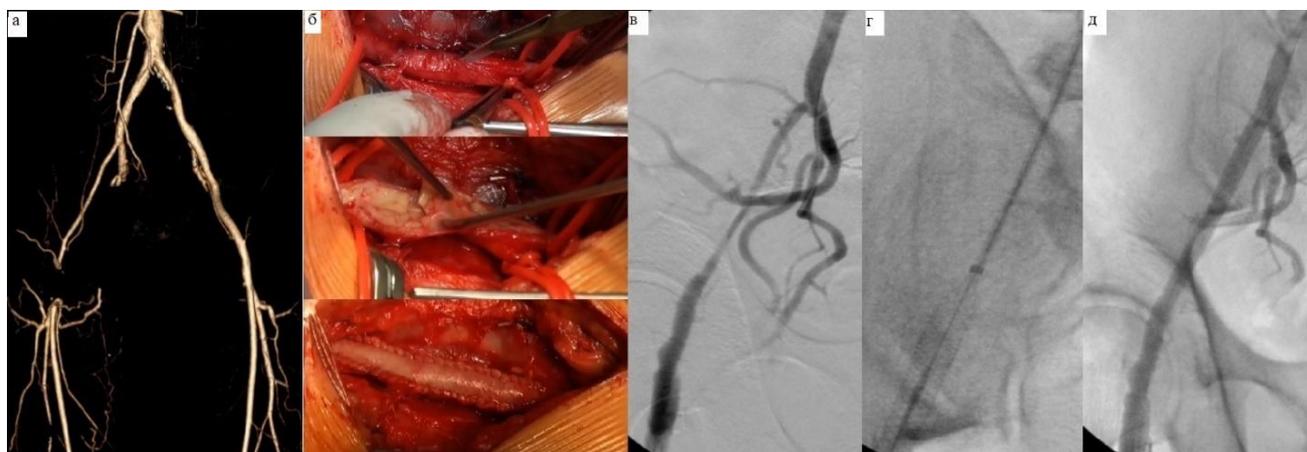


Рисунок 5 - Ангиография МСКТ ангиография (а), эндартерэктомия из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда (б), ангиография (в), стентирование подвздошной артерии (г) и контрольная ангиография (д)

Для катетеризации целевых подвздошных артерий и ОБА был выбран контралатеральный доступ через ОБА (интродьюсер 6Fr, 45 см) или плечевой доступ (интродьюсер 6Fr, 11 см). После антеградной реканализации и баллонной

преддилатации подвздошной артерии проводили процедуру эндартерэктомии из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда (КемПерипласт-Нео, НеоКор, Кемерово). В случае окклюзии ПБА была выполнена эндартерэктомия из ОБА с переходом в ГБА. Была выполнена пре-дилатация с помощью баллона без покрытия с превышением наружного диаметра стента на 1 мм. Стентирование подвздошных артерий во всех случаях выполнялось с использованием стента "Supera" (Abbot, США) через контралатеральную ОБА или плечевой доступ. Диаметр стента составлял 6.5 мм (длина 80-120 см) или 7.5 мм (длина 80-100 см). Техническим успехом считали отсутствие резидуальных стенозов более 30% по контрольной ангиографии в 3-х проекциях (передне-задней, правой и левой косой).

Медикаментозное лечение: пациенты получали АСК (75 мг в сутки) в течение неопределенного времени до операции. В послеоперационном периоде больные обеих групп получали 75 мг АСК ежедневно и профилактические дозы НМГ в течение 3 дней. После пациентам назначали ДДТ: АСК 75 мг и клопидогрел 75 мг в день в течение не менее 3 месяцев после операции с последующей отменой клопидогрела. Все пациенты получали терапию статинами до и после процедуры.

### **2.3.6. Эндоваскулярное стентирование бифуркации аорты и подвздошных артерий методом «киссинг»**

Все операции проводились под местной анестезией. Операцию выполняли из 2-3 доступов, одним из которых была плечевая артерия, другим - общая бедренная артерия (ОБА) с одной или с обеих сторон. Перед началом процедуры внутривенно вводили антикоагулянт (гепарина сульфат 70-100 ЕД/кг). Операции были выполнены в ангиографическом кабинете с установкой GE Innova [США].

Под местной анестезией в плечевую артерию справа ретроградно устанавливали интродьюсер 6Fr. По проводнику в брюшную аорту устанавливали катетер, выполняли ангиографию для оценки протяженности поражения, проксимальную и дистальную часть окклюзий. Под местной анестезией в ОБА справа и слева ретроградно устанавливали интродьюсеры 6Fr или 7Fr. Далее гидрофильным проводником выполняли анте- ретроградную реканализацию окклюзий. По

проводнику выполняли преддилатационную ангиопластику бифуркации аорты с двумя баллоннами по методу «киссинг». Далее выполнялась одномоментная билатеральная имплантация ГМС. При выраженном кальцинозе АПС методом выбора было использование БРС Omnilink Elite (Abbot, США) или Express Vascular (Boston Scientific, США). При отсутствии выраженного кальциноза АПС и сопутствующем поражении НПА имплантировали СРС Absolute Pro (Abbot, США), Protégé Everflex (Medtronic, США). При необходимости проводили баллонную постдилатацию стентов. Техническим успехом считали отсутствие резидуальных стенозов более 30% по контрольной ангиографии в 3-х проекциях (передне-задней, правой и левой косой). Длину и диаметр стента определяли на основании данных МСКТ ангиографии. При наличии стеноза в наружной подвздошной артерии >70% дополнительно в дистальное русло имплантировали самораскрывающиеся стенты, с перекрытием дистального конца проксимального стента не менее 2 см.

Медикаментозное лечение: пациенты получали нагрузочную дозу клопидогрела (300 мг) за 3–24 часа до стентирования. В послеоперационном периоде больные обеих групп получали 75 мг АСК ежедневно и профилактические дозы НМГ в течение 3 дней. После пациентам назначали ДДТ: АСК 75 мг и клопидогрел 75 мг в день в течение не менее 3 месяцев после операции с последующей отменой клопидогрела. Все пациенты получали терапию статинами до и после процедуры.

## РЕЗЮМЕ

Таким образом, в этой главе представлены все виды открытых, эндоваскулярных и гибридных операций, оцененных в дальнейшей работе. Приведена тактика медикаментозной терапии, включая предоперационной подготовки, интраоперационной поддержки и послеоперационная профилактика при каждом типе операций. Важным аспектом главы является описание технических нюансов интраоперационного решения путей восстановления кровотока с использованием того или иного доступа, инструментария, расходного материала и выбора имплантов, что в конечном итоге определило основу практической значимости этой работы.

## 2.4. Статистический анализ

Для проверки нормальности распределения количественных данных использовался W-критерий Шапиро-Уилка. Количественные данные с нормальным распределением представлены в виде среднего значения  $\pm$  стандартного отклонения, данные с ненормальным распределением представлены в виде медианы с доверительным интервалом (ДИ) 95%. Статистическую разницу между группами определяли с помощью U-критерия Манна-Уитни и двустороннего F-критерия. Для парного внутригруппового анализа зависимых данных использовался знаковый ранговый тест Уилкоксона, а для парных номинальных данных - тест Макнемара. Показатели до и после операции (среднее и стандартное отклонение) между двумя процедурами сравнивали с помощью t-критерия с двумя выборками. Для оценки комбинированных первичных и вторичных конечных результатов в группах использовалась модель пропорциональных рисков Кокса.

Были оценены кривые выживаемости Каплана-Мейера для первичной проходимости, первичной ассистированной проходимости, вторичной проходимости, свобода от повторных реинтервенций на целевой артерии, выживаемости, выживаемости без ампутаций и сохранения конечности, а различия между группами оценивались с помощью логарифмического критерия. Значения вероятности (Log-rank test)  $p$  менее 0.05 считались значимыми.

Был рассчитан индекс последующего наблюдения (follow-up index - FUI), определяемый как соотношение между исследуемым периодом наблюдения и теоретически возможным периодом наблюдения до заранее указанной даты окончания исследования [von Allmen R. et. al. 2015].

Formula:

$$FUI = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\sum_{i=1}^n T_{max,i}}$$

$T_i$  = фактическое время наблюдения за пациентом  $i$  (от поступления до последнего контакта или смерти),

*T* max,*i* = максимально возможное время наблюдения за пациентом *i* (от поступления до окончания исследования).

Тест Grambsch-Therneau (GTT) использовался для оценки предположения о пропорциональных опасностях в моделях пропорциональных опасностей Кокса, которые часто используются при анализе выживаемости, включая исследования первичной проходимости [Grambsch P. et al. 1994].

Статистические расчеты мы проводили с использованием Statistica 8.0 (StatSoft, США).

### ГЛАВА 3. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОВАСКУЛЯРНОГО ЛЕЧЕНИЯ И ОТКРЫТОГО РЕКОНСТРУКТИВНОГО ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЛОНГИРОВАННОМ ПОРАЖЕНИИ ПОДВЗДОШНЫХ АРТЕРИЙ

Целью этого проспективного рандомизированного исследования было сравнение безопасности и эффективности эндоваскулярного лечения (ЭВЛ) и открытой хирургической реконструкции (ОХР) у пациентов со сложными односторонними поражениями подвздошных артерий без вовлечения общей бедренной артерии (рисунок 6).

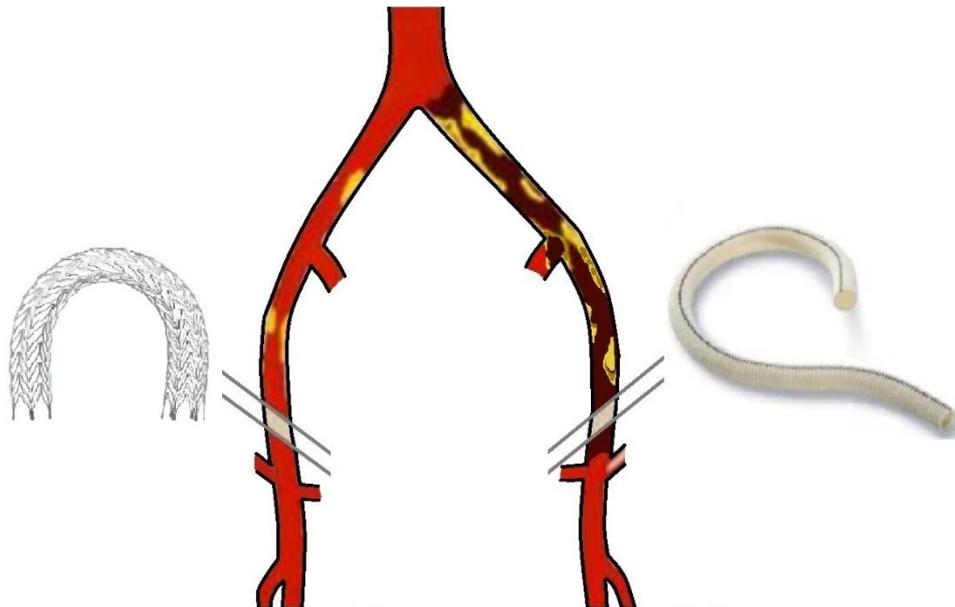


Рисунок 6 - Окклюзия подвздошных артерий

Проспективное одноцентровое рандомизированное исследование было зарегистрировано в ClinicalTrials.gov с идентификатором - ID: NCT02209350. Дизайн исследования представлен на рисунке 7.

*Критерии включения/исключения*

Критерии включения:

- Возраст от 45 до 75 лет;
- Односторонние окклюзионно-стенотические поражения подвздошных артерий (типы TASC II C, D);

- Один из анатомических критериев: односторонняя окклюзия НПА, которая затрагивает устье ВПА, сильно кальцинированная односторонняя окклюзия НПА с вовлечением или без вовлечения устья НПА; односторонние окклюзии как ОПА, так и НПА; Диффузные множественные стенозы, затрагивающие односторонние ОПА, НПА и ОБА;

- Наличие хронической ишемии конечностей по классификации А. В. Покровского - 2Б, 3 и 4.

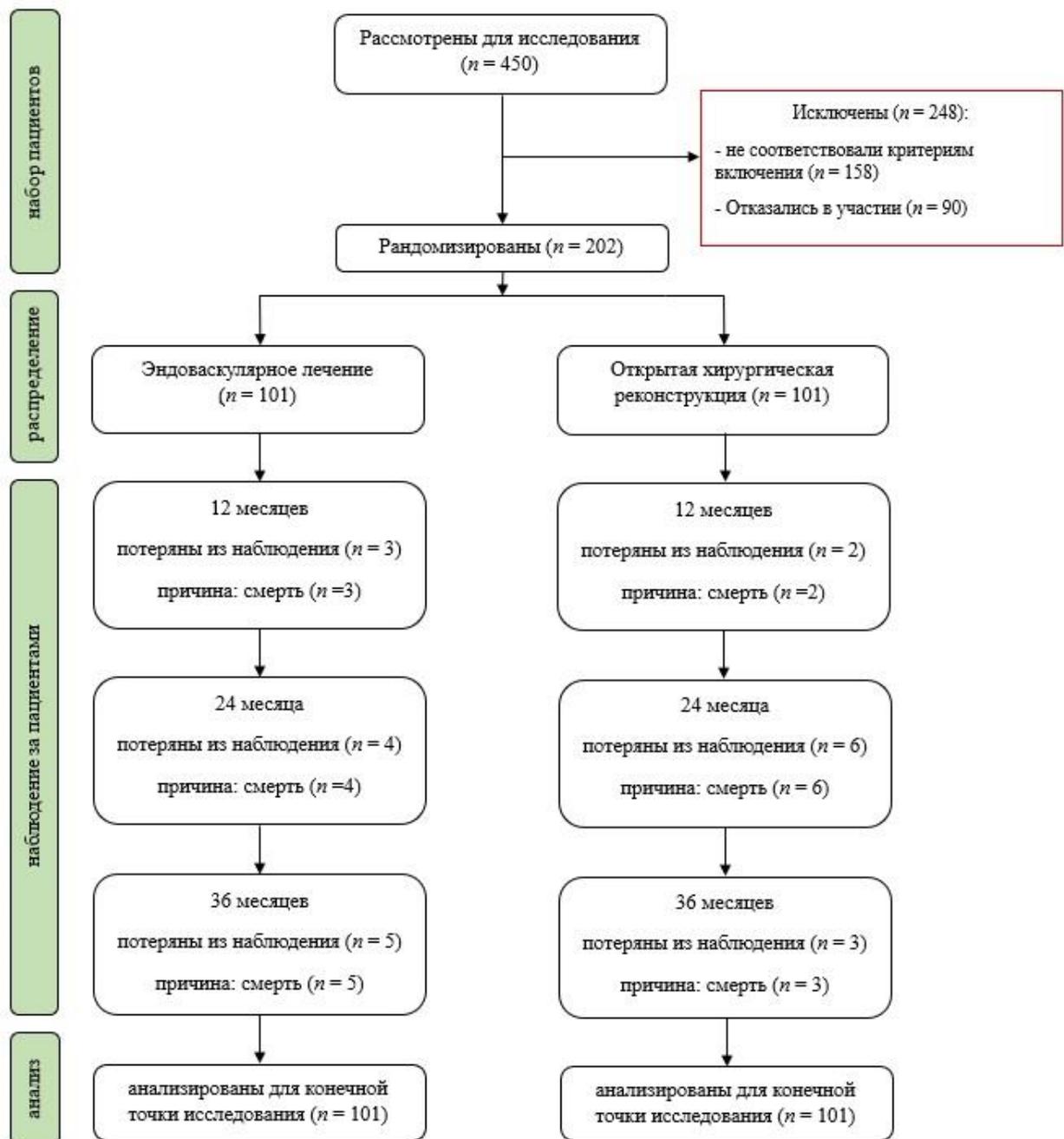


Рисунок 7 - Дизайн исследования в виде диаграммы, детализирующей поток пациентов, проходящих рандомизированное исследование

Критерии исключения:

- Тромбоз аорты, сопутствующие аневризмы брюшной аорты или подвздошных артерий, острая ишемия конечностей или васкулит;
- Полная окклюзия ОПА;
- Окклюзионно-стенотическое поражение ипсилатеральных ОБА и/или ГБА (окклюзия или стеноз >70%);
- Отказ от участия в исследовании;
- Инсульт или инфаркт миокарда в течение последних 3 месяцев;
- ИБС и ХСН IV функционального класса по классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов;
- Злокачественная опухоль с предполагаемой продолжительностью жизни менее 6 месяцев;
- Перенесенная ранее ипсилатеральная или контралатеральная операция (шунтирование, гибридное или стентирование);
- Печеночная или почечная недостаточность (билирубин > 35 ммоль/л, скорость клубочковой фильтрации <60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>);
- Тяжелая кальцификация аорты и подвздошных артерий, ограничивающий технический успех баллонной ангиопластики (по данным системы оценки кальцификации периферических артерий (PACSS) [Rocha-Singh K.J. et al. 2014] на основе МСКТ, интерпретируемой рентгенологом): односторонняя кальцификация  $\geq 5$  см (степень 2), двусторонняя кальцификация  $\geq 5$  см (степень 4) или окружная кальцификация, определяемая как 270°-360° по окружности аорты и/или подвздошных артерий.

*Рандомизация*

Была использована рандомизация в запечатанных конвертах с соотношением распределения 1:1. Конверты были запечатаны врачом, который не был связан с командой по подбору персонала. Все конверты были непрозрачными и не пронумерованными, поэтому мы исключили возможность маркировки. Как только пациент давал информированное согласие на участие в исследовании, независимый клиницист передавал врачам-исследователям запечатанный конверт, и пациент

случайным образом распределялся по одной из групп. Обычно это происходило за день до операции. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации, касающимися исследований на людях, и протокол этого исследования был одобрен комитетом по этике исследований на людях. Все пациенты дали письменное информированное согласие.

Все пациенты, рандомизированные в группу ЭВЛ, прошли эндоваскулярную реваскуляризацию со стентированием подвздошных артерий. Количество стентов которые были имплантированы составило от 1 до 3 стентов за процедуру. Пациентам рандомизированных в ОХР, было выполнено аорто-бедренное (АБШ) или аорто-бедренное бифуркационное (АББШ) шунтирование.

#### *Контрольные точки*

Последующие послеоперационные визиты (через 1, 12, 24 и 36 месяцев после операции) включали физикальный осмотр, измерение АД и дуплексное сканирование шунтирующего трансплантата или стента в подвздошной позиции. При подозрении на повторный стеноз  $\geq 70\%$  или окклюзию стента/трансплантата выполнялась МСКТ ангиография для дальнейшего определения тактики лечения.

#### *Конечные точки исследования*

Предварительно определенными первичными точками были:

- Частота осложнений в течение 30 дней (клинически значимое кровотечение, гематома, инфицирование протеза, инфекция послеоперационной раны, лимфоррея, почечная недостаточность, инфаркт миокарда, инсульт, смертность, тромбоз оперированного сегмента, дистальная эмболия)

Предварительно определенные вторичными конечными точками через 36 месяцев были следующими:

- MACE;
- Сохранение конечностей;
- Выживание без ампутаций;
- Показатели первичной проходимости;
- Показатели вторичной проходимости;

#### *Расчет размера выборки*

Ожидаемый эффект был рассчитан как разница в частоте осложнений за 30 дней, составляющая 14%. Основываясь на опыте нескольких исследований, мы предположили, что частота осложнений при ОХР составляет около 18% [Nordanstig J. et al. 2024, Indes J.E. et al. 2013, Antonello M. et al. 2019]. Основываясь на исследовании Squizzato [Squizzato F. et al. 2021], мы предположили, что частота осложнений в течение 30 дней после ЭВЛ составляет не более 4%. Предполагая, что ошибка I типа  $\alpha = 0.05$ , ошибка II типа  $\beta = 0.20$ , таким образом, степень  $(1-\beta) = 0.80$ , частота событий в группе ОХР равна 0.18 (18%), частота событий в группе ЭВЛ равна 0.04 (4%), объем выборки составлял 154 пациента.

Поскольку зона обслуживания центра включает в себя большую территорию с большим количеством пациентов из разных регионов, мы ожидали, что последующее наблюдение за пациентами будет сложным. Поэтому, чтобы учесть возможные потери при последующем наблюдении и учитывая простоту набора персонала в нашем центре, размер выборки был увеличен на 30% до 101 человека на группу (всего 202 человека).

### 3.1. Результаты исследования

#### *Характеристика пациентов*

В период с августа 2015 года по ноябрь 2020 года 202 пациента были рандомизированы для проведения ЭВЛ или ОХР. Исходные характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристика пациентов

Характеристика	ЭВЛ ( $n = 101$ )	ОХР ( $n = 101$ )	p	
Пол, мужской	94 (93.07)	91(90.01)	0.61	
Возраст, лет	62±7.5	60.9±7.0	NA	
ХИНК по А.В. Покровскому (степень)	26	80 (79.21)	70 (69.31)	0.14
	3	13 (12.87)	21 (20.79)	0.19
	4	8 (7.92)	10 (9.90)	0.78
Лодыжечно-плечевой индекс	0.52±0.04	0.5±0.06	0.76	
Артериальная гипертензия	81 (80.20)	81 (80.20)	>0.99	

Продолжение таблицы 5

Ишемическая болезнь сердца	90 (89.11)	88 (87.13)	0.82
Сахарный диабет	19 (18.81)	21 (20.79)	0.86
Ожирение	25 (24.75)	17 (16.83)	0.22
Актуальный курильщик	64 (63.37)	64 (63.37)	>0.99
Аортальный стеноз <50%	101 (100)	101 (100)	>0.99
Дислипидемия	42 (41.58)	46 (45.54)	0.26
Поражение TASC II C	46 (45.54)	50 (49.51)	0.67
Поражение TASC II D	55 (54.46)	51 (50.45)	0.67
Стеноз или окклюзия ипсилатеральной подвздошной артерии $\geq 70\%$	42(41.58) / 59(58.42)	38 (37.62) / 63(62.38)	0.66
Стеноз контралатеральной подвздошной артерии $\leq 60\%$	101 (100)	101 (100)	>0.99
Стеноз ипсилатеральной внутренней подвздошной артерии $\geq 70\%$	20 (19.80)	22 (21.78)	0.86
Окклюзия ипсилатеральной внутренней подвздошной артерии	13 (12.87)	15 (14.85)	0.84
Стеноз контралатеральной внутренней подвздошной артерии $\geq 70\%$	28 (27.72)	32 (31.68)	0.65
Односторонняя кальцификация < 5 см, 1 степень	40 (39.60)	41 (40.59)	0.10
Двустороннее кальцификация < 5 см, степень 3	20 (19.80)	15 (14.85)	0.45
Одностороннее кальцификация $\geq 5$ см, степень 2	0	0	NA
Двустороннее кальцификация $\geq 5$ см, степень 4	0	0	NA
Кальцификация по окружности	0	0	NA

Продолжение таблицы 5

Средняя длина поражения ипсилатерального подвздошного сегмента - мм	131.4±40.2	143.6±36.5	0.85
Ипсилатеральная ГБА, проходимость / стеноз 50-99%	82 (81.19) / 19 (18.81)	79 (78.22) / 22 (21.78)	0.73
Контралатеральная ГБА, проходимость / стеноз <70%	69 (68.32) / 32 (31.68)	75 (74.26) / 26 (25.74)	0.43
Ипсилатеральная ПБА, проходимость	53 (52.47)	45 (44.55)	0.32
Ипсилатеральный стеноз ПБА 50-99%	16 (15.84)	19 (18.81)	0.71
Ипсилатеральная окклюзия ПБА	32 (31.68)	37 (36.63)	0.55
Контралатеральная ПБА, проходимость	64 (63.37)	50 (49.50)	0.06
Контралатеральный стеноз ПБА 50-99%	16 (15.84)	23 (22.77)	0.28
Контралатеральная окклюзия ПБА	21 (20.79)	28 (27.72)	0.32

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение ± стандартное отклонение; ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ОХР – открытое хирургическое лечение; ГБА – глубокая бедренная артерия; ПБА – поверхностная бедренная артерия, NA – не применимо.

#### *Интраоперационные данные*

Технический успех (ТУ) был достигнут в 98 (97.01%) и 101 (100%) случае в группах ЭВЛ и ОХР соответственно ( $p=0.24$ ). В группе ЭВЛ у трех (2.97%) пациентов не удалось выполнить реканализацию подвздошной артерии. Всем 3 пациентам были выполнены АБШ (эти пациенты не были исключены из исследования и переведены в другую группу, но остались в группе ЭВЛ, где они были рандомизированы с самого начала).

Несмотря на то, что в исследование были включены пациенты с односторонним поражением подвздошных артерий, в обеих группах были случаи интраоперационного перехода к двусторонней реваскуляризации. В 4 (3.96%) из 101 случая завершающая ангиография во время баллонной ангиопластики контралатеральной ОПА показала расслоение, что потребовало применения метода «киссинг» стентирования в группе ЭВЛ. В 47 (46.53%) случаях в группе ОХР после пережатия аорты и подвздошных

артерий было выявлено значительное поражение контралатеральной ОПА (например, тяжелая кальцификация или расслоение интимы), что потребовало аорто-бифеморального шунтирования.

*30-дневный послеоперационный период*

Средняя продолжительность пребывания в стационаре была меньше в группе ЭВЛ ( $5.1 \pm 4.2$  дня в группе ЭВЛ против  $14.1 \pm 6.7$  дней в группе ОХР,  $p < 0.001$ ). Осложнения в течение 30-дневного послеоперационного периода представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Осложнения в 30-дневном послеоперационном периоде

Осложнения	ЭВЛ ( $n = 101$ )	ОХЛ ( $n = 101$ )	p
Тромбоз стента/протеза	1 (0.99)	2 (1.98)	0.56
Гематомы, требующие хирургического вмешательства	2 (1.98)	3 (2.97)	0.64
Серома	0 (0)	9 (9)	0.002
Инфекция	0 (0)	0 (0)	NA
Инсульт	1 (0.99)	0 (0)	0.32
Острая почечная недостаточность	0 (0)	1 (0.99)	0.32
Дистальная эмболия	0 (0)	1 (0.99)	0.32
Инфаркт миокарда	0 (0)	0 (0)	NA
Смерть	0 (0)	0 (0)	NA
Всего	4 (3.96)	16 (15.84)	0.005

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ОХР – открытая хирургическая реконструкция; NA – не применимо.

Первичная проходимость через 30 дней составила 99.01% и 98.02% в группах ЭВЛ и ОХР соответственно ( $p=1.00$ ). Вторичная проходимость через 30 дней составила 100% в обеих группах ( $p=1.00$ ).

Пациенты существенно не отличались по частоте развития послеоперационных гематом, инфекций, дистальной эмболии, острой почечной недостаточности, инсультов и инфарктов миокарда, а также смерти. Однако послеоперационное кровотечение и забрюшинная гематома потребовали хирургического вмешательства в 3 (2.97%) случаях в группах ОХР с необходимостью переливания крови. В двух случаях (1.98%) послеоперационной постпункционной гематомы в группе ЭВЛ потребовалось хирургическое лечение в объеме ушивания дефекта артерии. В одном случае острой почечной недостаточности в группе ОХР потребовалось проведение краткосрочного гемодиализа с последующим восстановлением функции почек.

Разница в послеоперационных осложнениях была обусловлена главным образом большим количеством сером в группе ОХР ( $p=0.002$ ). Таким образом, общее количество осложнений было значительно выше в этой же группе ( $p=0.005$ ).

### *3-летние результаты*

Осложнения в течение 36 месяцев наблюдения представлены в таблице 7. За указанные период наблюдения в группе ЭВЛ произошло 1 ИМ, 4 ОНМК, 9 ЛИ и ампутации выше лодыжки в 6 случаях. В группе ОХР количество осложнений было меньше, в том числе 3 ИМ, 1 ОНМК, 11 случаев ЛИ и 5 высоких ампутаций. Инфекции стентов не наблюдалось, отмечен один случай инфекции протеза.

Таблица 7 - Осложнения 3-летнего периода наблюдения

Осложнения	ЭВЛ ( $n = 101$ )	ОХР ( $n = 101$ )	p
Инфаркт миокарда	1 (0.99)	3 (2.97)	0.31
Инсульт	4 (3.96)	1 (0.99)	0.18
Смерть	9(8.91)	11 (10.89)	0.41
Рестеноз >70%	13 (12.87)	9 (8.91)	0.25
Тромбоз	11 (10.89)	3 (2.97)	0.05
Высокие ампутации	6 (5.94)	5 (4.95)	0.74

Продолжение таблицы 7

Инфекция протеза/ стента	0 (0)	1 (0.99)	0.53
Всего	44 (43.56)	33 (32.67)	0.14

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ОХР – открытая хирургическая реконструкция.

Совокупные показатели первичной проходимости через 36 месяцев (рисунок 8) составили 75.25% в группе ЭВЛ и 88.12% в группе ОХР ( $p=0.022$ ).

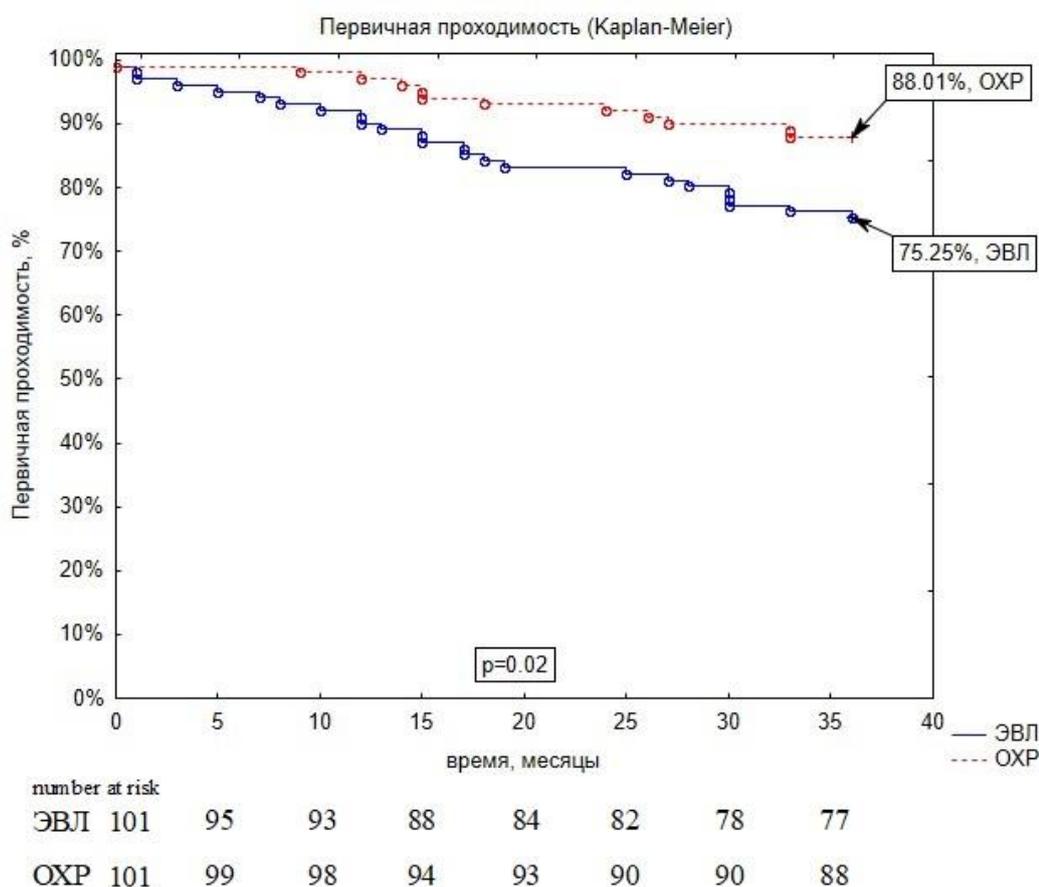


Рисунок 8 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателя первичной проходимости для ЭВЛ и ОХР

Вторичная проходимость через 36 месяцев (рисунок 9) составила 95.05% и 99.01% соответственно (ОР 0.19, 95% ДИ 0.02;1.69,  $p=0.09$ ). Показатели проходимости при первично-ассистированной проходимости через 36 месяцев (рисунок 10) составили 86.14% и 94.06% при ЭВЛ и ОХР соответственно (ОР 0.40, 95% ДИ 0.15;1.04,  $p=0.052$ ).

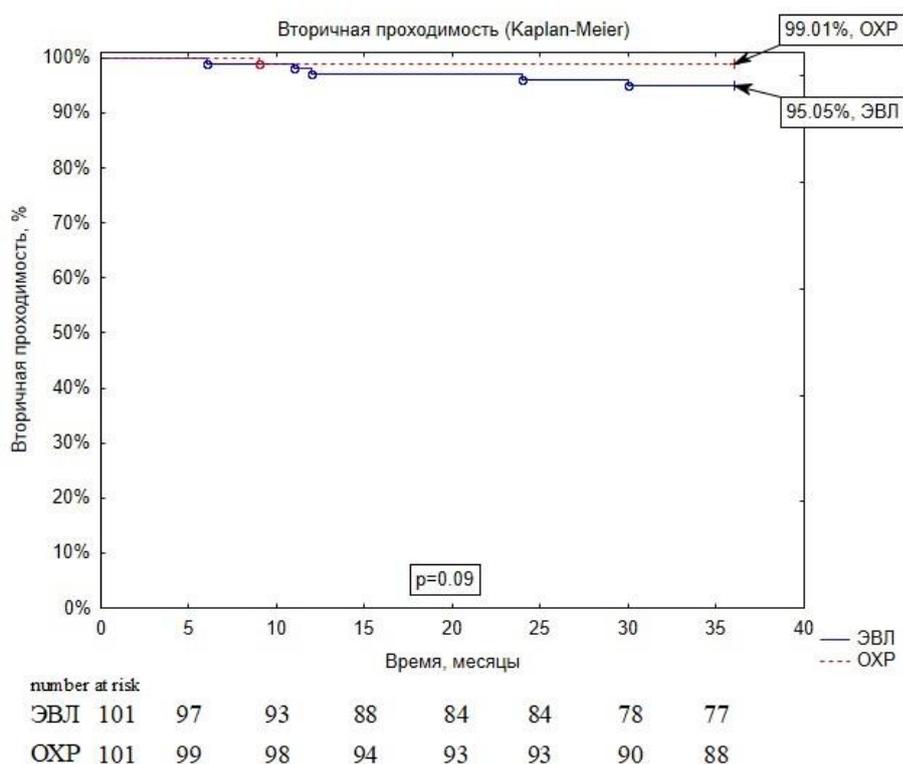


Рисунок 9 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие показатели вторичной проходимости для ЭВЛ и ОХР

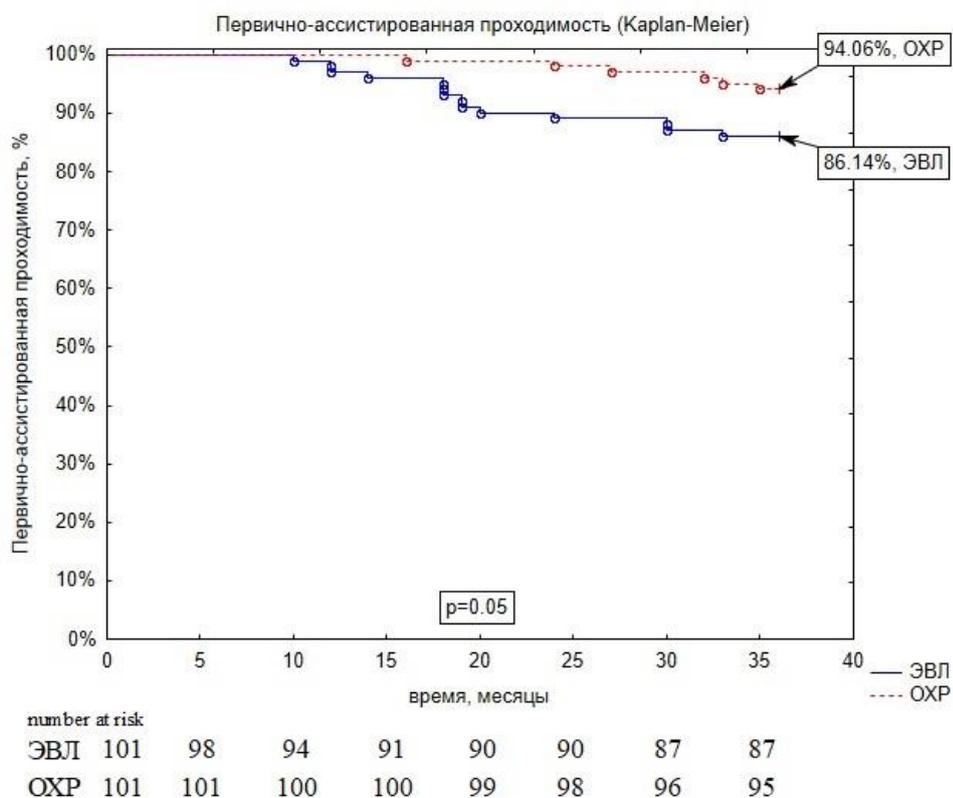


Рисунок 10 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие показатели первично-ассистированной проходимости для ЭВЛ и ОХР

Трехлетняя свобода от реинтервенций на целевой артерии был достигнут в

76.24% и в 88.12% случаях в группах ЭВЛ и ОХР соответственно ( $p=0.043$ ). В группе ЭВЛ было проведено 18 (17.82%) повторных эндоваскулярных вмешательств, 13 (12.87%) из них из-за рестеноза и 5 (4.95%) из-за реокклюзии. По этому поводу так же проведены 4 (3.96%) гибридных операций (реканализация, баллонная ангиопластика подвздошной артерии, тромбэндартерэктомия из ОБА со стентированием подвздошной артерии) и 2 (1.98%) операции АБШ. В группе ОХР было проведено 3 (2.97%) хирургических тромбэктомии с реконструкцией дистального анастомоза в связи с окклюзией шунта и 9 (8.92%) повторных эндоваскулярных вмешательств в связи со стенозом шунта.

Инфекция сосудистого трансплантата была выявлена у 1 (0.9%) пациента, рандомизированного в ОХР. Было выполнено удаление инфицированного трансплантата, санация инфицированных перипротезных тканей, реконструкция аорты и ОБА с использованием ксеноперикардальных заплат и длительная антибактериальная терапия. Интересно отметить то, что ишемия нижних конечностей у этого пациента не прогрессировала.

#### *Изменение функционального статуса*

Через 36 месяцев в обеих группах наблюдалось заметное преобладание пациентов, отнесенных к ХИНК 1 и 2А ст. по классификации А.В. Покровского (таблица 8). Хронической ишемии конечностей, угрожающей жизни после операции, не наблюдалось. Показатель ЛПИ через 36 месяцев достоверно не различался между группами ( $p=0.89$ ).

Таблица 8 - Изменение функционального статуса за 3 года

ХИНК по А.В. Покровскому	ЭВЛ ( $n = 86$ )	ОХР ( $n = 85$ )	$p$
1	38 (44.19)	46 (54.12)	0.20
2А	36(41.86)	25 (29.41)	0.11
2Б	12 (13.95)	14 (16.47)	0.84
ЛПИ	0.93±0.14	0.94±0.11	0.89

*Примечание.* Данные представлены в виде  $n$  (%); среднее значение ± стандартное

отклонение; ЛПИ представлен в виде среднего значения $\pm$ SD; ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ОХР – открытая хирургическая реконструкция; ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс.

### *Ампутация и смертность*

При 36-месячном наблюдении смертность в обеих группах была сопоставимой, 9 (8.91%) случаев в группе ЭВЛ и 11 (10.89%) случаев в группе ОХР ( $p=0.66$ ). Причины смерти не были связаны с окклюзионными заболеваниями подвздошных артерий: инфаркт миокарда, инсульт, злокачественные новообразования и тромбоэмболия легочной артерии. МАСЕ произошел у 13.86% пациентов после ЭВЛ и у 14.85% после ОХР ( $p=1.00$ ). Количество крупных ампутаций существенно не отличалось в обеих группах (таблица 7).

Уровень сохранения конечностей составило 94.06% и 95.05% в группах ЭВЛ и ОХР соответственно (ОР 0.82, 95%, ДИ 0.25; 2.69,  $p=0.74$ ). Показатели выживаемости (рисунок 11) и выживаемости без ампутаций (рисунок 12) существенно не отличались в течение 36-месячного периода.

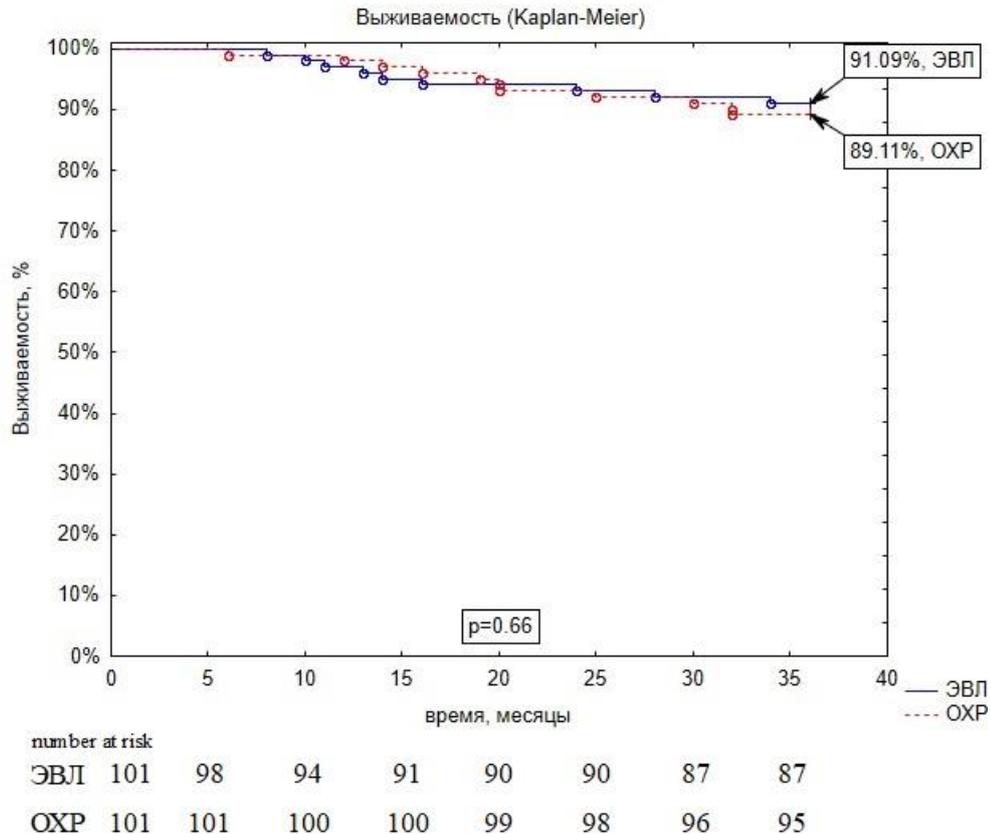


Рисунок 11 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие отдаленную выживаемость в группах ЭВЛ и ОХР

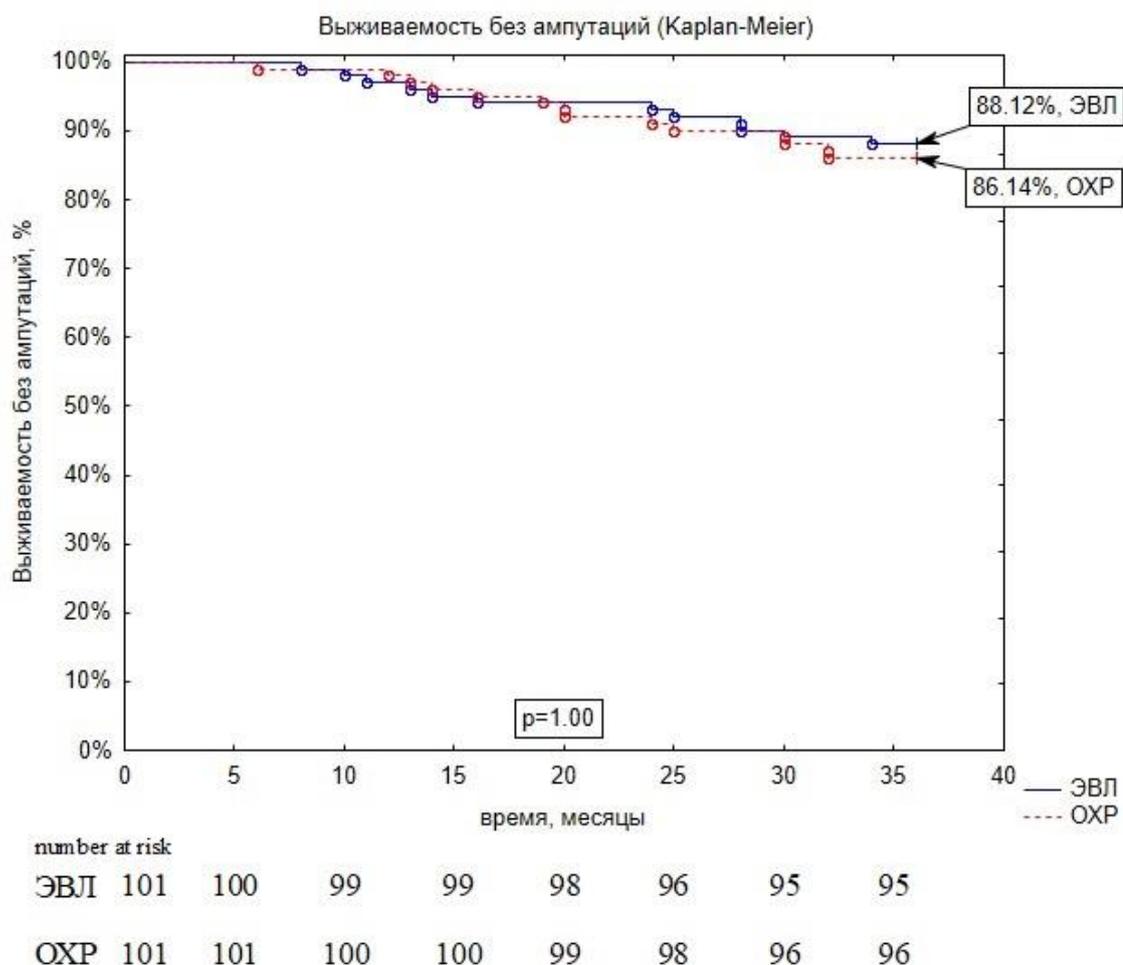


Рисунок 12 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие выживаемость без ампутации для ЭВЛ и ОХР

### 3.2. Обсуждение полученных результатов

В этом рандомизированном исследовании с участием 202 пациентов со сложными поражениями подвздошных артерий было продемонстрировано, что ЭВЛ ассоциируется со значительно меньшей продолжительностью пребывания в стационаре ( $p < 0.001$ ) и более низкими показателями периоперационных осложнений ( $p = 0.005$ ), чем ОХР. Технический успех ЭВЛ был достигнут в 97.03% случаев, что свидетельствует о высокой эффективности процедуры в стационаре и в раннем послеоперационном периоде.

В течение 30-дневного периода наблюдения летальных исходов не было. Суммарные показатели первичной проходимости через 36 месяцев составили 75.25% в группе ЭВЛ и 88.12% ( $p = 0.02$ ) в группе ОХР, соответственно. Результаты

были сопоставимы с точки зрения вторичной проходимости между группами ( $p=0.09$ ). Аналогичные результаты были получены в ранее опубликованных когортных исследованиях и мета-анализах [Chiu K.W.H. et al. 2010, Jongkind V. et al. 2010, Ichihashi S. et al. 2011, Yang M. et al. 2021].

Метаанализ 57 исследований (включавших 5358 пациентов) показал, что ОХР ассоциирована с большим количеством осложнений (18.0% против 13.4%,  $p < 0.001$ ) и большей 30-дневной смертностью (2.6% против 0.7%,  $p < 0.001$ ). Через 1, 3 и 5 лет суммарные показатели первичной проходимости были выше в группе ОХР (94.8% против 86.0%, 86.0% против 80.0%, 82.7% против 71.4% соответственно; все  $p < 0.001$ ); то же самое было получено и для вторичной проходимости (95.7% против 90.0%, ( $p = 0.002$ ), 91.5% против 86.5% ( $p < 0.001$ ) и 91.0% против 82.5% ( $p < 0.001$ ) соответственно) [Indes J.E. et al. 2013].

Основная проблема нашего исследования заключалась в том, что почти половине пациентов в группе ОХР было выполнено аорто-бифеморальное шунтирование, в то время как четырем пациентам в группе ЭВЛ было выполнено «киссинг» стентирование, несмотря на наличие сохраненной культуры общей подвздошной артерии. Это ухудшило послеоперационный исход у пациентов и увеличило значимость различий в результатах госпитализации между сравниваемыми группами. К сожалению, доступные диагностические критерии не предоставили нам достаточной информации для точного определения степени атеромы и кальциноза в области бифуркации аорты и контралатеральных подвздошных артерий до операции. Это затрудняло нам отбор пациентов для исследования с большей точностью прогнозирования тактики лечения.

Атероматоз, кальциноз аорты и подвздошных артерий могут быть дополнительными факторами, ухудшающими показатели проходимости реваскуляризированных артерий в долгосрочной перспективе. Вероятно, адекватная декальцинация пораженной аорты и наложение более широкого центрального анастомоза позволили добиться значительного снижения риска стеноза и окклюзии АБШ/АББШ в течение наблюдаемого периода. Выявленное преимущество первичной проходимости в отдаленном периоде наблюдения за

пациентами после открытой операции может быть преодолено за счет широкого внедрения в клиническую практику закрытых стентов (стент-графтов) [Stoner M.C. et al. 2016, Fang S. et al. 2024, Mwipatayi V.P. et al. 2016, Bekken J.A. et al. 2023].

В теории изолирующее полимерное покрытие снижает риск интраоперационной дистальной эмболии, вызванной фрагментами бляшки, а также скорость развития рестеноза. Возможно, это связано с менее выраженной местной воспалительной реакцией, когда фрагменты измельченных атероматозных масс контактируют с кровотоком. Метаанализ, проведенный в 2024 году, включал 11 исследований (2 РКИ и 9 ретроспективных работ) с участием 1896 пациентов и 2092 очагов поражения. Анализ показал преимущество проходимости у закрытых стентов по сравнению с ГМС при лечении поражений TASC II C и D. Однако авторы проявляют осторожность в интерпретации общих результатов первичной проходимости из-за значительного включения в анализ поражений TASC II C и D [Bontinis V. et al. 2024].

#### *Ограничения исследования*

Исследование имело некоторые ограничения. Это было одноцентровое исследование. В этом исследовании не использовались баллоны высокого давления и разрезающие баллоны, устройства для закрытия сосудов или технологии с лекарственными покрытиями. В исследовании закрытые стенты не использовались, так как они не были рекомендованы в действующих руководствах при его планировании. Неточная предоперационная оценка степени кальцификации и стеноза дистального отдела аорты и контралатеральной подвздошной артерии потребовала расширения открытого хирургического вмешательства почти у половины пациентов.

#### **РЕЗЮМЕ**

Это первое проспективное рандомизированное исследование вносит значительный вклад в науку, указывая на то, что у пациентов со сложными поражениями подвздошных артерий (типы TASC II C и D) значительно сокращается время пребывания в стационаре и снижается частота послеоперационных осложнений, при эндоваскулярном лечении. Однако

показатель первичной проходимости был значительно выше у пациентов из группы открытого хирургического восстановления кровотока.

Результаты этого исследования показывают, что при рассмотрении вариантов лечения важно оценить хирургические риски, принять во внимание общее состояние здоровья пациента и тщательно изучить анатомию поражения аорто-подвздошного сегмента.

## ГЛАВА 4. ГИБРИДНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПРОТИВ ОТКРЫТОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ ТАНДЕМНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ПОДВЗДОШНЫХ И ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИЙ

Целью этого рандомизированного исследования было сравнение ближайшей и отдаленной безопасности и эффективности гибридного лечения (ГЛ) и открытой хирургической реконструкции (ОХР) у пациентов с сочетанным окклюзионным поражением подвздошных и общей бедренной артерий (рисунок 13).

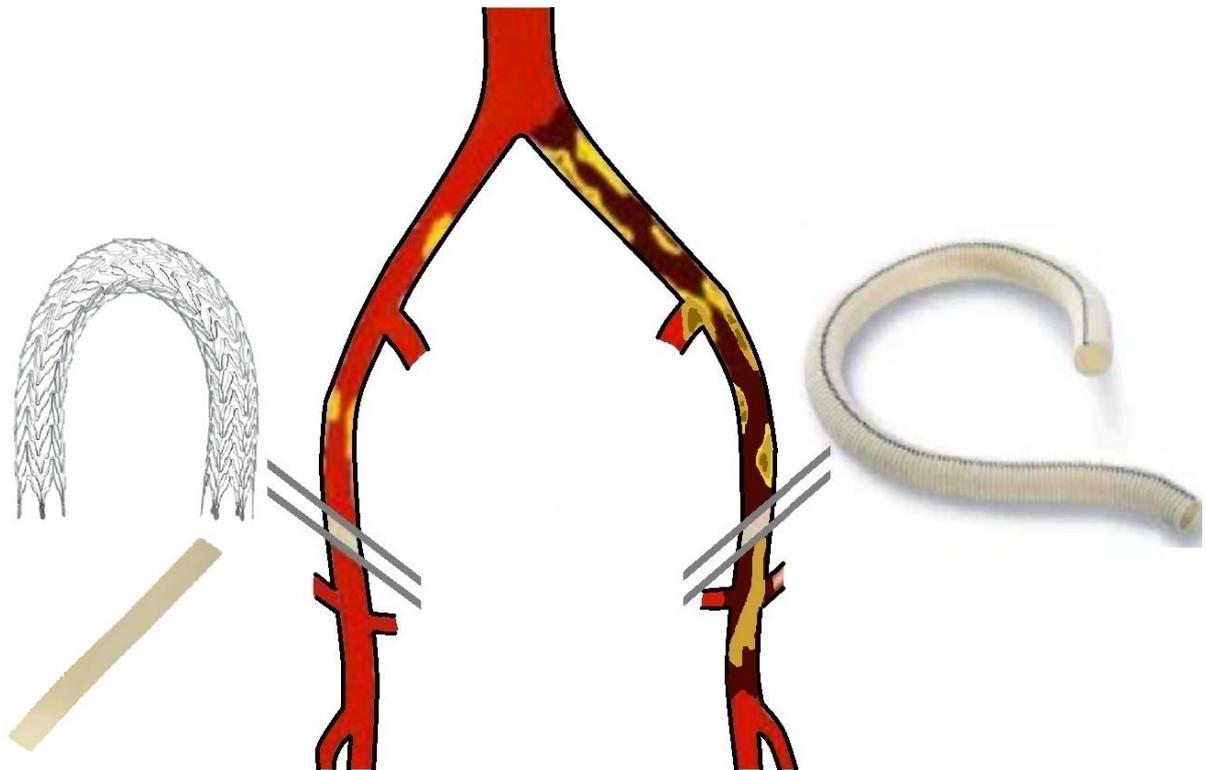


Рисунок 13 - Окклюзия подвздошных артерий и общей бедренной артерии

Было проведено одноцентровое проспективное рандомизированное клиническое исследование для сравнения краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной безопасности и эффективности ГЛ и АБШ у пациентов с сочетанным поражением подвздошных артерий и ОБА. Исследование было зарегистрировано в реестре ClinicalTrials.gov (идентификатор: NCT02580084) и одобрено местным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. ак. Мешалкина Е.Н.» Миздрава России. Все пациенты дали информированное согласие на включение в исследование.

### *Расчет размера выборки*

Результаты предыдущих когортных исследований [Morris-Stiff G, et al. 2008, Piazza M et al. 2011, Ebaugh JL, et al. 2011] были использованы для определения разницы в 10% в отношении 30-дневной комбинированных осложнений и смертности при ГЛ по сравнению с ОХР. Предполагая это, для достижения статистической значимости ( $\alpha = 0.05$ ), равную 90% потребовалось бы в общей сложности 158 пациентов (по 79 в каждой группе). Поскольку зона обслуживания центра охватывает значительную территорию России, предполагалось, что наблюдение за пациентами может быть затруднено. Поэтому, учитывая простоту набора в исследование пациентов в центре и учитывая возможные потери при последующем наблюдении, размер выборки был округлен до 100 человек на группу (всего 200 человек).

### *Набор n пациентов*

С октября 2015 г. по август 2017 г. пациенты с клинической симптоматикой ХИНК 2б-4ст по классификации А.В. Покровского, вызванной сочетанным поражением подвздошных артерий и ОБА (TASCII C,D) были признаны потенциально подходящими для данного исследования. Во всех случаях причиной окклюзионного поражения артерий был атеросклероз.

В исследование были включены пациенты в возрасте от 45 до 75 лет. Пациентам с перемежающейся хромотой (ХИНК 2Бст), как правило, первоначально предлагалась консервативная терапия с использованием оптимальной медикаментозной терапии и контролируемой программы физических упражнений перед хирургическим вмешательством [Aboyans V. et al. 2018, Layden J. et al. 2012]. Таким образом, только пациенты, у которых были стойкие тяжелые симптомы с субъективным снижением качества жизни после консервативной терапии, рассматривались для включения в это исследование

### *Критерии включения*

1. Гемодинамически значимое сочетанное поражение (окклюзия или стеноз более 70%) подвздошного сегмента и ОБА, соответствующего критериям TASCII C, D.

2. Хроническая ишемия конечностей по классификации А.В. Покровского 2б-4 стадии.

3. Возраст от 45 до 75 лет.

*Критерии исключения*

1. Тромбоз аорты, сопутствующие аневризмы брюшной аорты или подвздошных артерий и ОБА, острая ишемия конечностей или васкулит.

2. Отказ от участия в исследовании.

3. Инсульт или инфаркт миокарда, перенесенные в течение последних трех месяцев.

4. ИБС и ХСН, отнесенная Нью-Йоркской ассоциацией кардиологов к IV функциональному классу.

5. Злокачественная опухоль с предполагаемой продолжительностью жизни менее шести месяцев.

6. Предыдущая ипсилатеральная или контралатеральная операция (шунтирование, гибридное или стентирование).

7. Печеночная или почечная недостаточность (билирубин  $>35$  ммоль/л, скорость клубочковой фильтрации  $<60$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>).

8. Выраженная кальцификация аорты и подвздошных артерий, непригодная для баллонной ангиопластики (согласно системе оценки кальцификации периферических артерий при компьютерной томографической ангиографии в интерпретации рентгенолога): односторонняя кальцификация на 5 см (2-я степень), двусторонняя кальцификация на 5 см (4-я степень) или окружная кальцификация, определяемая как 270-360 по окружности аорты и/или подвздошных артерий.

*Рандомизация*

Использовалась рандомизация с запечатанными конвертами. Конверты были запечатаны лицом, не имеющим отношения к команде по подбору персонала. Все непрозрачные конверты были идентичными и не пронумерованы (чтобы исключить возможность маркировки). Как только пациент давал согласие на участие в исследовании, независимый клиницист передавал врачам-исследователям запечатанный конверт, и пациент был рандомизирован в

соответствующую группу. Обычно это проводилось за день до операции. В группе ГЛ всем пациентам была проведена эндоваскулярная реваскуляризация со стентированием подвздошных артерий нитиноловыми голометаллическими стентами с одновременной эндартерэктомией из ОБА с пластикой заплатой из ксеноперикарда. Пациенты из группы ОХР, которым требовалось аорто-бедренное шунтирование, включались в данное исследование только в том случае, если одновременно выполнялась эндартерэктомия из ОБА.

#### *Контрольные точки исследования*

Первичные конечные точки включали 30-дневную частоту осложнений (включая смертность/серьезные неблагоприятные сердечные события (MACE), раневые осложнения);

Вторичные конечные точки включали 36- и 72-месячные инфекции трансплантата, смертность, проходимость трансплантата/стента, сохранение конечности и выживаемость без ампутации. MACE - были определены как острая ишемия конечности, повторное вмешательство на пролеченной конечности, большая ампутация (выше или ниже колена) на реваскуляризованной конечности.

Послеоперационные контрольные визиты (через 1, 12, 24, 36, 48, 60 и 72 месяцев после операции) включали физикальный осмотр, измерение АД и дуплексное сканирование аорто-бедренного протеза или подвздошного стента и участка общей бедренной артерии. Если возникало подозрение на рестеноз более 70% или реокклюзию выполнялась МСКТ ангиография для дальнейшего обследования и определения тактики лечения.

#### *Демографические данные*

В общем 427 пациентов были обследованы для рандомизации, однако 225 пациентов были исключены из исследования из-за сопутствующего наличия аневризмы брюшной аорты ( $n = 16$ ), инсульта или инфаркта миокарда в течение последних трех месяцев ( $n = 18$ ), предшествующего ипсилатерального / контралатерального шунтирования или гибридной операции ( $n = 46$ ), стеноз ОБА  $< 70\%$  ( $n = 56$ ) и отсутствие согласия на участие в исследовании ( $n = 89$ ).

В итоге в исследование были включены 202 пациента, из которых 102 пациента были рандомизированы в группу ГЛ, а 100 - в группу ОХР. На рисунке 14 представлен дизайн исследования в виде диаграммы CONSORT, в которой подробно описана последовательность прохождения пациентами исследования.

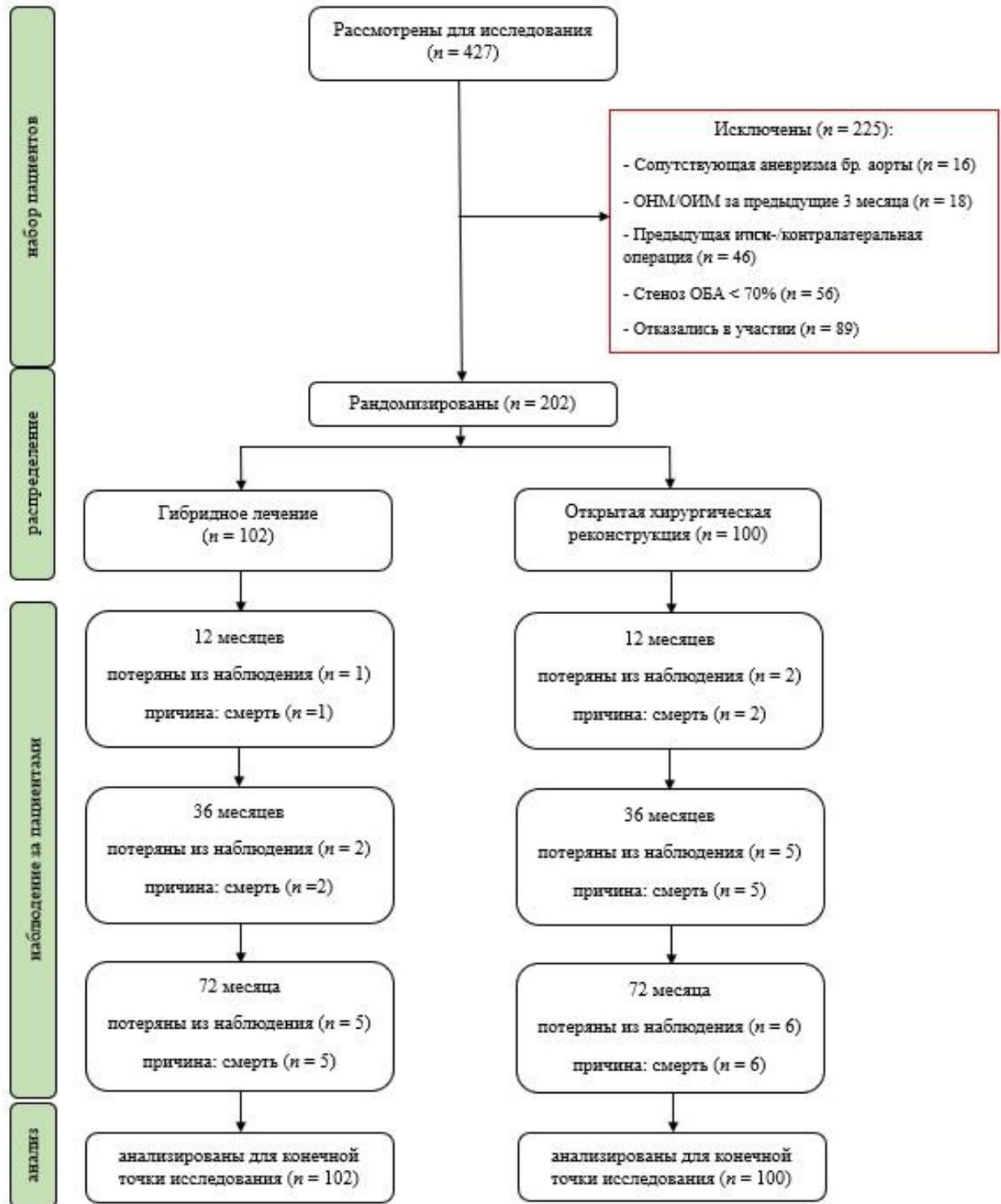


Рисунок 14 - Дизайн исследования

#### 4.1. Результаты исследования

Статистически значимых различий в показателях демографических и клинических характеристик пациентов между исследуемыми группами не было, данные приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Характеристика пациентов

Характеристики	ГЛ ( $n = 102$ )	ОХР ( $n = 100$ )	p
Мужской пол	89 (87)	88 (88)	0.50
Возраст, лет	$62 \pm 6.8$	$60 \pm 6.7$	0.30
Классификация ХИНК по А.В. Покровскому, стадия			
26	28 (27)	27 (27)	>0.99
3	60 (59)	58 (58)	0.50
4	14 (14)	15 (15)	0.33
Артериальная гипертензия	90 (88)	91 (91)	0.34
Ишемическая болезнь сердца	79 (77)	71 (71)	0.40
Сахарный диабет	11 (10)	10 (10)	0.51
Ожирение	31 (30)	33 (33)	0.40
Дислипидемия	47 (46)	54 (54)	0.26
Курение в анамнезе	102 (100)	100 (100)	NA
Бывший курильщик >20 лет	39 (38)	42 (42)	0.34
Активный курильщик	63 (62)	58 (58)	0.34
Стеноз аорты <50%	102 (100)	100 (100)	NA
<i>Стеноз подвздошной артерии</i>			
Ипсилатеральный стеноз $\geq 70\%$ или окклюзия	60 (59) / 42 (41)	58 (58) / 42 (42)	0.50
Контралатеральный стеноз $\geq 60\%$	102 (100)	100 (100)	NA
<i>Стеноз внутренней подвздошной артерии</i>			

Продолжение таблицы 9

Ипсилатеральный стеноз $\geq 70\%$	24 (23.5)	26 (26)	0.68
Ипсилатеральная окклюзия	10 (10)	11 (11)	0.78
Контралатеральный стеноз $\geq 70\%$	31 (30)	38 (38)	0.26
<i>Кальцификация</i>			
Односторонняя кальцификация $< 5$ см, Степень 1	39 (39)	42 (42)	0.34
Двусторонняя кальцификация $< 5$ см, Степень 3	28 (27)	21 (21)	0.28
Односторонняя кальцификация $\geq 5$ см, Степень 2	0 (0)	0 (0)	NA
Двусторонняя кальцификация $\geq 5$ см, Степень 4	0 (0)	0 (0)	NA
Циркулярная кальцификация	0 (0)	0 (0)	NA
Средняя длина поражения ипсилатерального подвздошного сегмента, мм	131.4 $\pm$ 40.2	143.6 $\pm$ 36.5	0.10
<i>Стеноз общей бедренной артерии</i>			
Ипсилатеральный стеноз 70-99% или окклюзия	62 (61) / 40 (39)	58 (58) / 42 (42)	0.40
Контралатеральный стеноз $< 70\%$	102 (100)	100 (100)	NA
<i>Стеноз глубокой бедренной артерии</i>			
Ипсилатеральный, проходима / стеноз 50-99%	62 (61) / 40 (39)	55 (55) / 45 (45)	0.25
Контралатеральный, проходима / стеноз $< 70\%$	55 (54) / 47 (46)	59 (59) / 41 (41)	0.47
<i>Стеноз поверхностной бедренной артерии</i>			
Ипсилатеральная проходима	25 (25)	28 (28)	0.34

Продолжение таблицы 9

Ипсилатеральный стеноз 50-99%	41 (40)	37 (37)	0.38
Ипсилатеральная окклюзия	36 (35)	35 (35)	0.54
Контралатеральная проходима	68 (67)	71 (71)	0.50
Контралатеральный стеноз 50-99%	19 (18)	15 (15)	0.50
Контралатеральная окклюзия	15 (15)	14 (14)	0.87

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение; ГЛ – гибридное лечение; ОХР – открытое хирургическая реконструкция; ХИНК – хроническая ишемия нижней конечности; NA – не применимо.

В группе ГЛ технический успех составил 98%, в связи безуспешной реканализацией окклюзии подвздошных артерий у двух пациентов (1.9 %). В обоих случаях было выполнено аорто-бедренное шунтирование (эти два пациента были оставлены в группе ГЛ). В этих двух случаях была отмечена выраженная кальцификация (односторонняя или двусторонняя кальцификация  $\leq 5$  см; 1-я или 3-я степень). За три года наблюдения у этих двух пациентов не возникло никаких периоперационных осложнений.

Средняя длина стентированных сегментов стента в группе ГЛ составила  $78.8 \pm 6.3$  мм (диапазон от 40 до 150 мм). Киссинг стентирование в группе ГЛ были использованы в 23 (23%) случаях, когда контралатеральная сторона была стенозирована на 60% (стеноз был диагностирован во время операции, выраженная кальцификация затрудняла точную оценку стеноза при МСКТ ангиографии перед операцией). У всех 23 пациентов была выявлена двусторонняя кальцификация на  $\leq 5$  см (степень 3) [Rocha-Singh K.J. et al. 2014].

В шести (6%) случаях в группе ОХР было выполнено аорто-бедренное бифуркационное шунтирование. Во всех шести случаях была отмечена тяжелая кальцификация (двусторонняя кальцификация  $\leq 5$  см; степень 3) с  $\geq 60\%$  стенозом контралатеральной подвздошной артерии (стеноз был диагностирован во время операции).

Пластика глубокой бедренной артерии была выполнена 31 (30%) пациентам из группы ГЛ и 28 (28%) пациентам из группы ОХР ( $p = 0.70$ ). Ни у одного из этих

пациентов в течение 30 дней не развились окклюзионные осложнения. В течение трехлетнего наблюдения рестеноз подвздошного сегмента >70% был выявлен у 4 (12.9%) из 31 пациентов подгруппы ГЛ с профундопластикой. За тот же период рестеноз >70% дистального аорто- бедренного анастомоза был диагностирован в 3 (10.7%) из 28 случаев в подгруппе пластикой ГБА в группе ОХР.

*Результаты первичной точки исследования (ранние результаты)*

Средняя продолжительность пребывания в стационаре была меньше в группе ГЛ ( $8.2 \pm 4.2$  дня в группе ГЛ против  $15.7 \pm 6.9$  дней в группе ОХР,  $p < 0.01$ ). В течение 30 дней после операции ни в одной из групп не было случаев летального исхода и ни в одной из групп не было случаев инфаркта миокарда.

Осложнения в течение 30 дней после операции представлены в таблице 10. В целом, осложнения на 30-й день возникли в 8.8% случаев ГЛ и в 21.0% случаев ОХР ( $p = 0.03$ ). В группе ГЛ был один (1%) случай перфорации подвздошной артерии во время предварительной дилатации стента, который был успешно устранен с помощью имплантации стент-графта (Atrium Advanta V12, MAQUET).

Таблица 10 - Осложнения в раннем послеоперационном периоде (30-дневное наблюдение)

Осложнения	ГЛ ( $n = 102$ )	ОХР ( $n = 100$ )	p
Тромбоз стента/протеза	3 (3)	6 (6)	0.20
Кровотечение/гематома	1 (1)	1 (1)	0.70
Серома паховой области	4 (4)	7 (7)	0.20
Поверхностные раневые инфекции паховой области	1 (1)	1 (1)	0.70
Острая почечная недостаточность	0 (0)	1 (1)	0.50
Послеоперационная вентральная грыжа	0 (0)	5 (5)	NA
Инфаркт миокарда/инсульт/смертность	0 (0)	0 (0)	NA
Всего	9 (8.8)	21 (21)	0.03

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ГЛ – гибридное лечение; ОХР – открытое хирургическая реконструкция; NA – не применимо.

Тридцатидневный тромбоз стента/трансплантата произошел в трех (3%) случаях в группе ГЛ и у шести (6%) пациентов с ОХР. Всем трем пациентам успешно были выполнены хирургические тромбэктомии. Послеоперационное кровотечение, потребовавшее хирургического вмешательства, произошло по одному случаю (1%) в обеих группах, без необходимости переливания крови.

Серомы паховой области возникли у четырех (4%) пациентов с ГЛ и семи (7%) пациентов с ОХР ( $p = 0.20$ ), все из этих 11 пациентов страдали ожирением (индекс массы тела (ИМТ)  $> 30$ ). Во всех случаях было проведено консервативное лечение (перевязка и местное введение липиодола). Инфекции поверхностных ран в паховой области были диагностированы в одном (1%) случае ГЛ и в одном (1%) случае ОХР ( $p = 0.70$ ). Оба случая были отнесены ко 2-й степени по классификации Силаги и 2-й группе по классификации Самсона. У обоих пациентов было ожирение (ИМТ  $> 30$ ), и им требовалась хирургические перевязки раны с удалением некротизированных краев. Острая почечная недостаточность, потребовавшая заместительной почечной терапии, развилась в одном (1%) случае ( $p = 0.50$ ). У пяти (5%) пациентов в течение 30 дней развилась вентральная грыжа (все эти пациенты страдали ожирением и имели индекс массы тела  $> 30$ ). Других послеоперационных осложнений ни в одной из групп не возникло.

Предполагаемый коэффициент отношения риска (ОР) для комбинированного первичного конечного результата между ГЛ и ОХР составил – ОР 2.47; 95% ДИ 1.13 – 5.40;  $p = 0.02$ ).

### *3-летние результаты*

Отдаленные осложнения за 36 месяцев наблюдения представлены в таблице 11.

Таблица 11 - 3-летние послеоперационные осложнения

Осложнения	ГЛ ( $n = 102$ )	ОХР ( $n = 100$ )	p
Инфаркт миокарда	3 (2)	5 (5)	0.30
Инсульт	0 (0)	2 (1.9)	0.20
Смерть	3 (2)	7 (7)	0.20
Стеноз $> 70\%$	11 (11)	9 (9)	0.43

Продолжение таблицы 11

Тромбоз	3 (3)	4 (4)	0.49
Большая ампутация	2 (2)	3 (3)	0.50
Всего	22 (21.6)	30 (30)	0.19

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ГЛ – гибридное лечение; ОХР – открытое хирургическая реконструкция.

Через 36 месяцев наблюдения умерли три (3%) пациента с ГЛ (через 8, 12 и 26 месяцев) по сравнению с семью (7%) пациентами с ОХР (через 9, 11, 12, 15, 18, 21, и 33 месяца). Ни один из этих пациентов не подвергся повторному вмешательству. Причины смерти не были связаны с окклюзионным заболеванием подвздошных артерий. В качестве причин смерти были определены инфаркт миокарда, инсульт и злокачественные новообразования. На рисунке 15 показаны кривые выживаемости по Каплану Мейеру в обеих группах ( $p = 0.16$ ).

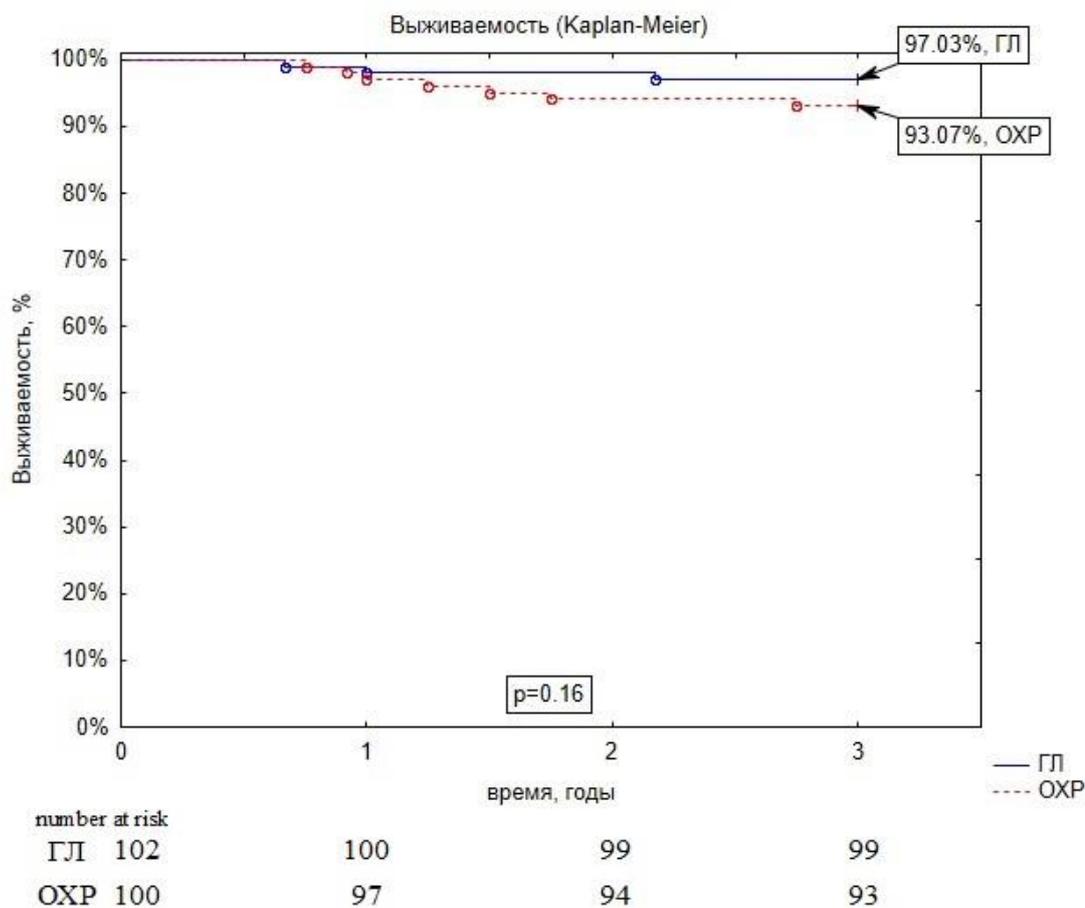


Рисунок 15 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие выживаемость в ГЛ и ОХР

В течение 36 месяцев стеноз стента/протеза  $\geq 70\%$  и стеноз ОБА/дистального анастомоза  $\geq 70\%$  были выявлены у 11 (11%) пациентов в группе ГЛ и у девяти (9%) пациентов в группе ОХР ( $p = 0.43$ ). Повторные эндоваскулярные вмешательства были выполнены в четырех случаях в группе ГЛ. В двух случаях ОХР были проведены гибридные операции (стентирование бранши аорто-бедренного протеза и реконструкция дистального анастомоза).

Совокупные показатели первичной проходимости через 12 и 36 месяцев составили 93% и 91% в группе ГЛ и 93% и 89% в группе ОХР соответственно (рисунок 16).

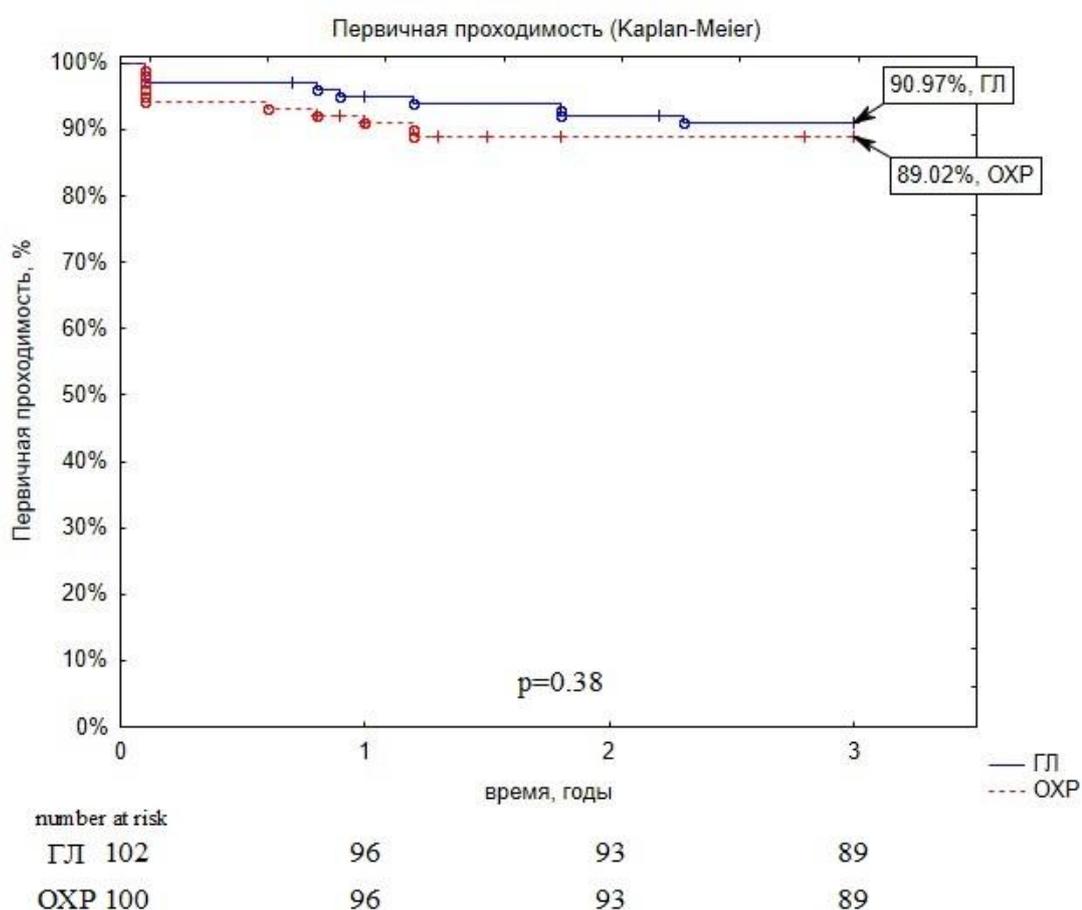


Рисунок 16 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие первичную проходимость в ГЛ и ОХР

Показатели вторичной проходимости через 12 и 36 месяцев составили 99% и 98% в группе ГЛ и 99% и 97% в группе ОХР соответственно (рисунок 17).

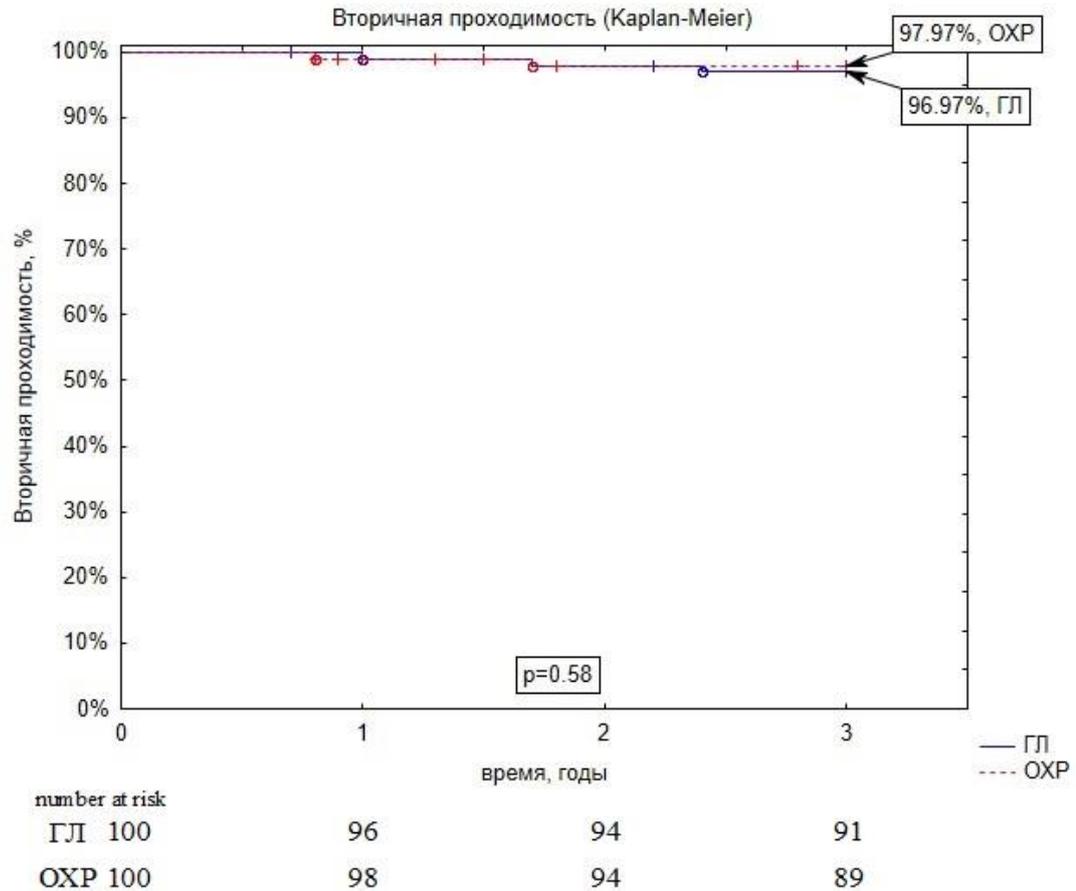


Рисунок 17 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие вторичную проходимость в ГЛ и ОХР

Далее, несмотря на, вероятно недостаточную мощность проведен субанализ между пациентами с ПХ и КИНК. Показатели первичной и вторичной проходимости через 36 месяцев у пациентов подгруппы ГЛ ПХ и ГЛ КИНК составили 90% и 94% против 79% и 90% соответственно. Не было выявлено существенной разницы в показателях первичной и вторичной проходимости у пациентов подгруппы ГЛ ( $p = 0.96$  и  $p = 0.66$  соответственно). У пациентов с ОХР показатели составили 94% и 95% против 85% и 90% соответственно. Не было выявлено существенных различий в показателях первичной и вторичной проходимости у пациентов с подгруппы ОХР ( $p = 0.27$  и  $p = 0.13$  соответственно), таблица 12.

Таблица 12 - Субанализ показателей проходимости в зависимости от клинических симптомов за 36 месяцев наблюдения

Показатель	ГЛ		p	ОХР		p
	ПХ	КИНК		ПХ	КИНК	
ПП	90%	79%	0.96	94%	85%	0.27
ВП	94%	90%	0.66	95%	90%	0.13

*Примечание.* Данные представлены в виде (%); ГЛ – гибридное лечение; ОХР – открытое хирургическое лечение; ПХ – перемежающаяся хромота; КИНК – критическая ишемия нижней конечности; ПП – первичная проходимость; ВП – вторичная проходимость.

В течение трехлетнего наблюдения большие ампутации (ипсилатеральные ампутация выше колена) были выполнены двум пациентам из группы ГЛ и трем пациентам из группы ОХР (одна ампутация ниже и две ампутации выше колена). Уровень сохранения конечностей через 12 и 36 месяцев составили 99% и 98% в группе ГЛ и 99% и 97% в группе ОХР соответственно ( $p = 0.49$ ), рисунок 18.

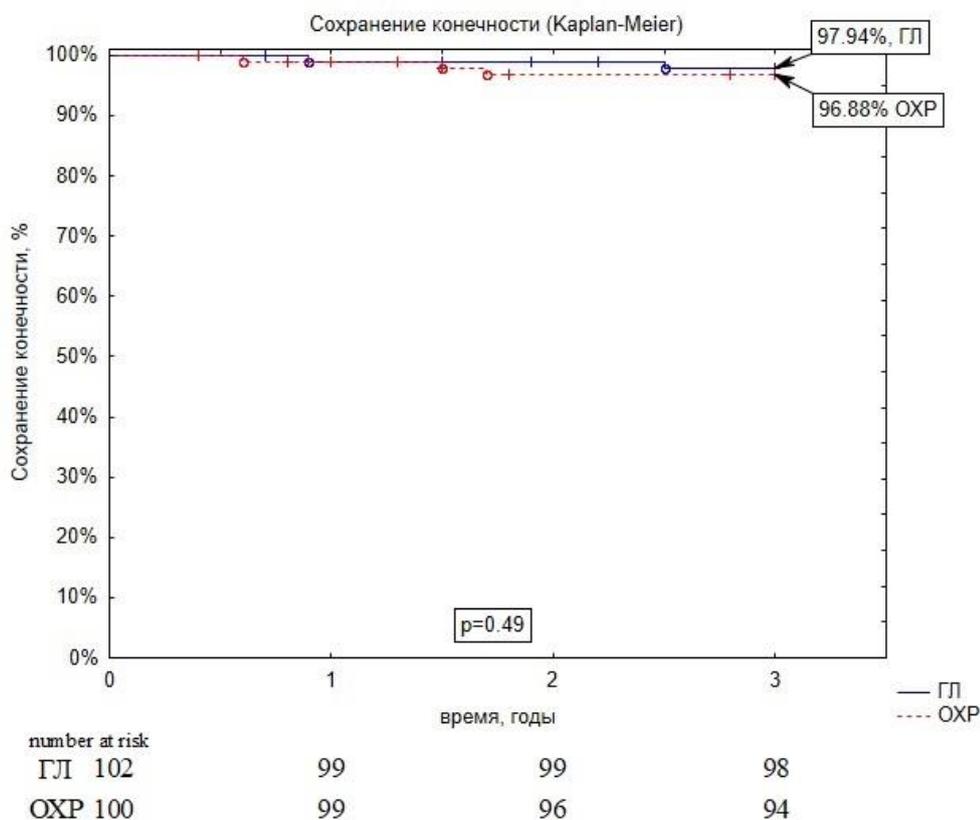


Рисунок 18 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие уровень сохранения конечности в ГЛ и ОХР

При сравнении пациентов с ПХ и КИНК не было выявлено существенных различий в показателях выживаемости без ампутаций в когорте ГЛ, при этом трехлетние показатели составили 95% и 94% соответственно ( $p = 0.14$ ). Аналогичные показатели общей выживаемости были определены в группе ГЛ у пациентов с ПХ и КИНК, при этом трехлетние показатели составили 96% и 95% соответственно ( $p = 0.40$ ).

Частота выживаемости без ампутаций в группе ОХР была выше у пациентов, получавших лечение по поводу ПХ, по сравнению с КИНК, при трехлетнем уровне в 93% и 84% соответственно ( $p < 0.01$ ). Исследование также продемонстрировало значительную разницу в показателях общей выживаемости в группе ОХР между пациентами с ПХ и КИНК, по оценкам за три года составила 96% и 89% соответственно ( $p = 0.01$ ), таблица 13.

Таблица 13 - Субанализ показателей выживаемости в зависимости от клинических симптомов

Показатель	ГЛ		p	ОХР		p
	ПХ	КИНК		ПХ	КИНК	
Выживаемость без ампутации	95%	94%	0.14	93%	84%	0.01
Общая выживаемость	96%	95%	0.40	96%	89%	0.01

*Примечание.* Данные представлены в виде (%); ГЛ – гибридное лечение; ОХР – открытое хирургическое лечение; ПХ – перемежающаяся хромота; КИНК – критическая ишемия нижней конечности; ПП – первичная проходимость, ВП – вторичная проходимость

Показатели ЛПИ значительно повысились у всех пациентов после перенесенных ими операций. В группе с ГЛ показатели до и послеоперационного периода составили  $0.33 \pm 0.05$  и  $0.72 \pm 0.16$  (среднее стандартное отклонение, ипсилатеральное) соответственно ( $p < 0.01$ ). В группе ОХР пред- и послеоперационные показатели ЛПИ составили  $0.35 \pm 0.07$  и  $0.76 \pm 0.13$  (ипсилатеральные) соответственно ( $p < 0.01$ ). Через три года 29 (29%) пациентов из группы ГЛ и 27 (30%) пациентов из группы ОХР не жаловались на хромоту ( $p = 0.56$ ).

Предполагаемый коэффициент риска комбинированных вторичных конечных результатов между группами ГЛ и ОХР составил – ОР 2.4; 95% ДИ 0.94 – 6.39;  $p = 0.07$ ). Предполагаемый коэффициент риска смерти между группами ГЛ и ОХР составил - ОР 2.57; 95% ДИ 0.67 – 9.95;  $p = 0.17$ ).

Поздние послеоперационные осложнения представлены в таблице 11. Отдаленные результаты и улучшение симптомов у пациента через три года (в зависимости от соотношения в каждом классе по ХИНК) подробно описаны в таблице 14.

Таблица 14 - 3-летние показатели и улучшение симптомов.

Показатель	ГЛ ( $n = 102$ )	ОХР ( $n = 100$ )	p
Статинотерапия	39 (38)	43 (43)	0.29
Курение	58 (57)	40 (49)	0.16
ХИНК по классификации А.В. Покровскому, стадии			
1	54 (54)	55 (55)	0.46
2a	27 (27)	21 (21)	0.30
2б	16 (16)	14 (14)	0.51

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ХИНК – хроническая ишемия нижней конечности; ГЛ – гибридное лечение; ОХР – открытое хирургическое лечение.

#### *6-летние результаты*

В этом разделе представлены 6-летние результаты рандомизированного сравнения между группами ГЛ и ОХР с точки зрения отсутствия заранее определенных неблагоприятных конечных результатов в виде смерти, инсульта, инфаркта миокарда, ампутации нижней конечности (выше лодыжки), рестеноза ( $\geq 70\%$ ) или окклюзии. Кроме того, были представлены данные о 6-летней динамике показателей первичной и вторичной проходимости и сохранения конечностей у пациентов в обеих группах исследования.

Индекс наблюдения (FUI) за первичной проходимостью составило 0.83, для вторичной проходимости составило 0.92.

За 6-летний период наблюдения не было диагностировано ни одной инфекции сосудистых трансплантатов. За весь период умерли 8 пациентов (7.8%) в группе ГЛ по сравнению с 12 пациентами (12%) в группе ОХР ( $p=0.34$ ). Ни в одной из этих групп смерть не была вызвана повторным вмешательством. В качестве причин смерти этих пациентов были определены инфаркт миокарда (2% ГЛ, 3% ОХР), инсульт (1% ГЛ, 2% ОХР), тромбоэмболия легочной артерии (2% ГЛ, 3% ОХР) и злокачественные новообразования (3% ГЛ, 4% ОХР).

В течение 6-летнего наблюдения стеноз стента/протеза  $\geq 70\%$  и стеноз ОБА/дистального анастомоза  $\geq 70\%$  были выявлены у 25 (24.5%) пациентов в группе ГЛ и у 12 (12%) пациентов в группе ОХР ( $p=0.02$ ). За тот же период окклюзии стента/протеза были диагностированы у 5 (4.5%) пациентов в группе ГЛ и у 4 (4%) пациентов в группе ОХР ( $p=0.76$ ).

Таким образом кумулятивная 6 летняя первичная проходимость составила 69% в группе ГЛ и 84% в группе ОХР ( $p=0.04$ ), рисунок 19.

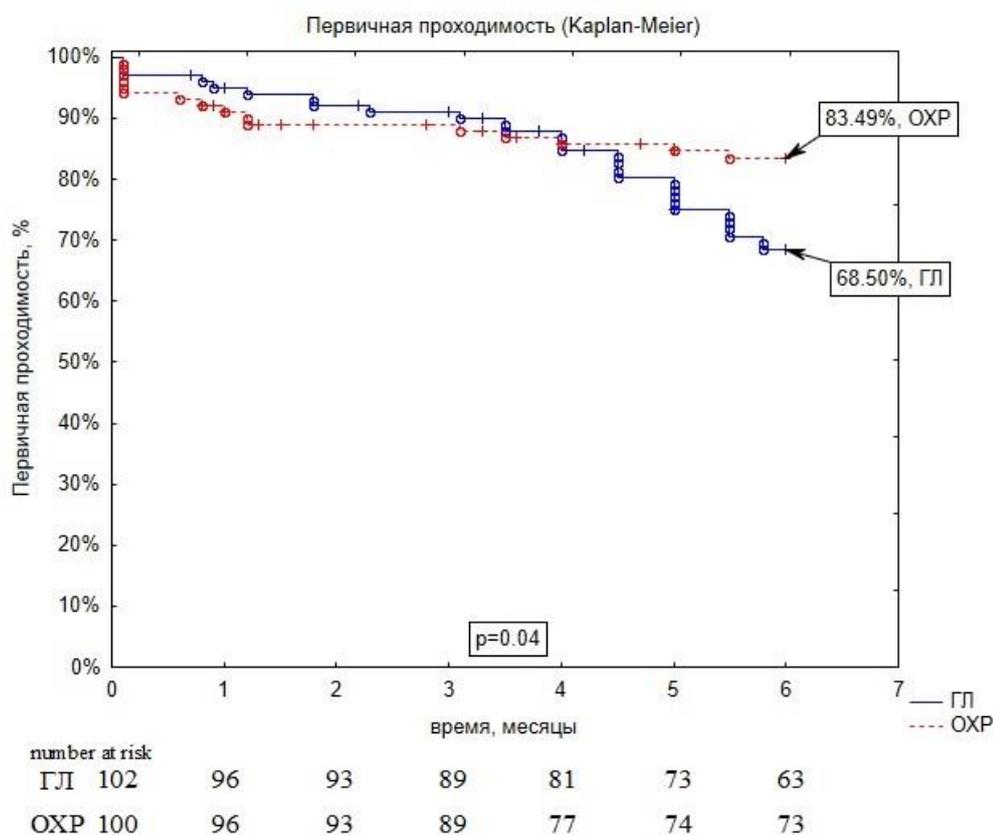


Рисунок 19 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие уровень первичной проходимости в ГЛ и ОХР

Повторные эндоваскулярные вмешательства были выполнены в 23 (22.5%) случаях в группе ГЛ. В группе ОХР гибридные операции (стентирование бранши протеза с реконструкцией дистального анастомоза) были выполнены в 11 (11%) случаях.

Показатели вторичной проходимости через 6 лет были одинаковыми – 92.7% в группе ГЛ и 92.7% в группе ОХР (ОР 1.03, 95% ДИ 0.36-1.93,  $p=0.96$ ), рисунок 20.

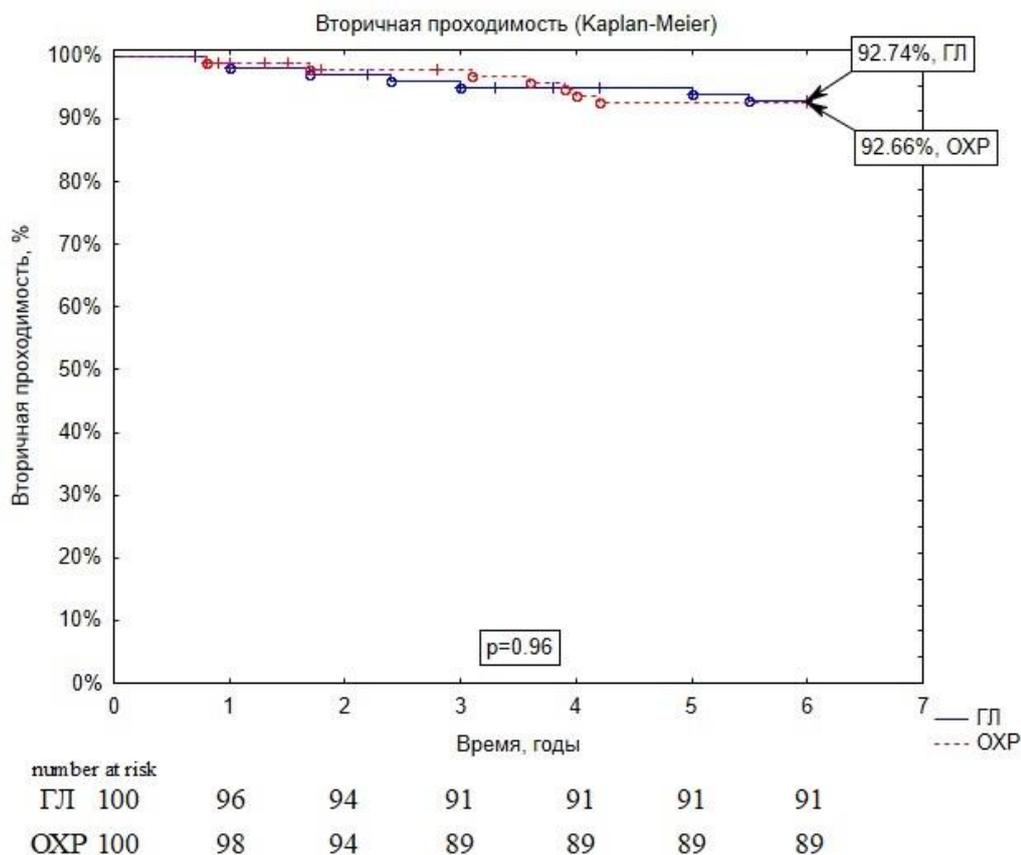


Рисунок 20 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие уровень вторичной проходимости в ГЛ и ОХР

С помощью теста Grambsch-Therneau (GTT) были рассчитаны коэффициенты первичной и вторичной проходимости ( $p=0.002$  и  $p=0.35$  соответственно). Были рассчитаны показатели GTT для первичной проходимости сегментов (0-4 года и 4-6 лет) ( $p=0.08$ ;  $p=0.84$  соответственно).

Таким образом показатели первичной проходимости через 4 года (сегмент от 0 до 4 лет) составили 84.7% в группе ГЛ и 85.8% в группе ОХР (рисунок 21а, ОР 0.97, 95% ДИ 0.47-2.1,  $p=0.94$ ). Показатели первичной проходимости через 6 лет

(сегмент от 4 до 6 лет) составили 80.7% в группе ОР и 97.3% в группе ОХР (рисунок 21б, ОР 0.13, 95% ДИ 0.03-0.56,  $p=0.001$ ).

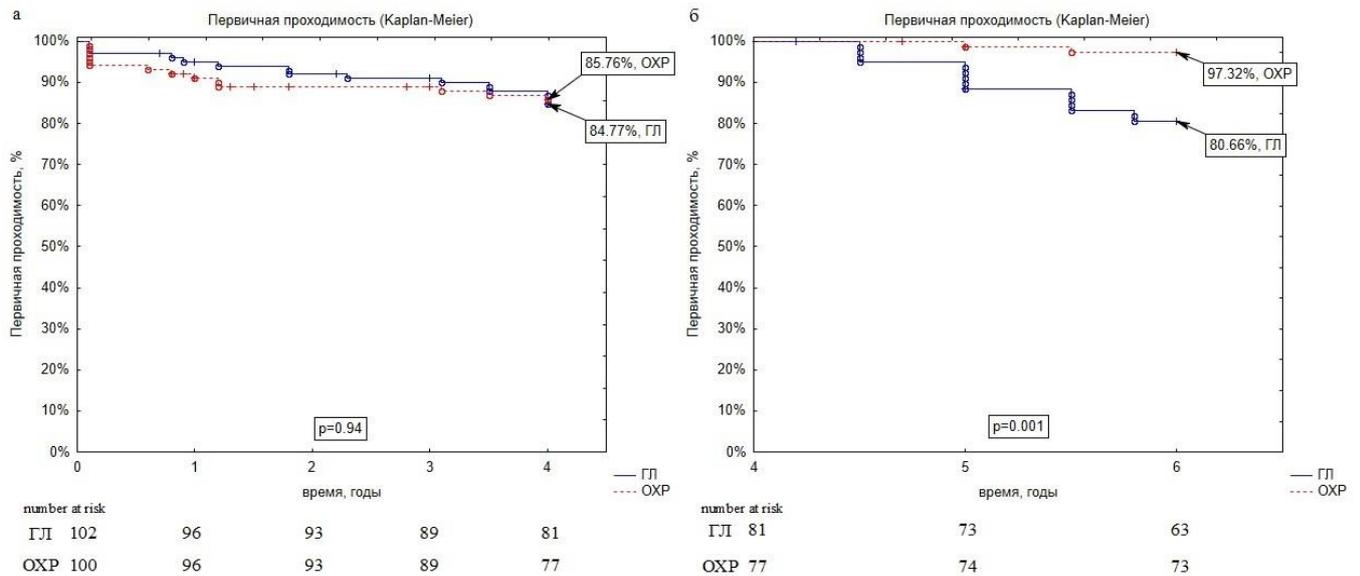


Рисунок 21а - Кривые Каплана-Мейера с логарифмическим анализом показывают первичную проходимость сегмента 0-4 года в ГЛ и ОХР. Частота осложнений, связанных со стентом или трансплантатом, через 4 года была одинаковой в обеих группах ( $p=0.94$ )

Рисунок 21б - Кривые Каплана-Мейера с логарифмическим анализом, показывающие первичную проходимость для сегмента 4-6 лет в ГЛ и ОХР. Частота осложнений, связанных со стентом или трансплантатом, в период от 4 до 6 лет была достоверно выше среди пациентов в группе ГЛ, чем среди пациентов в группе ОХР ( $p=0.001$ )

В течение 6-летнего наблюдения большие ампутации (ипсилатеральные) были выполнены 7 пациентам из группы ГЛ (ампутация выше колена) и 5 пациентам из группы ОХР (две ампутации ниже колена, три ампутации выше колена). Показатели сохранности конечностей через 6 лет составили 93% в группе ГЛ и 95% в группе ОХР ( $p=0.59$ ), рисунок 22.

Показатели выживаемости после гибридных операций были выше чем аорто-бедренного шунтирования, хотя статистической разницы не выявлено ( $p=0.25$ ), рисунок 23.

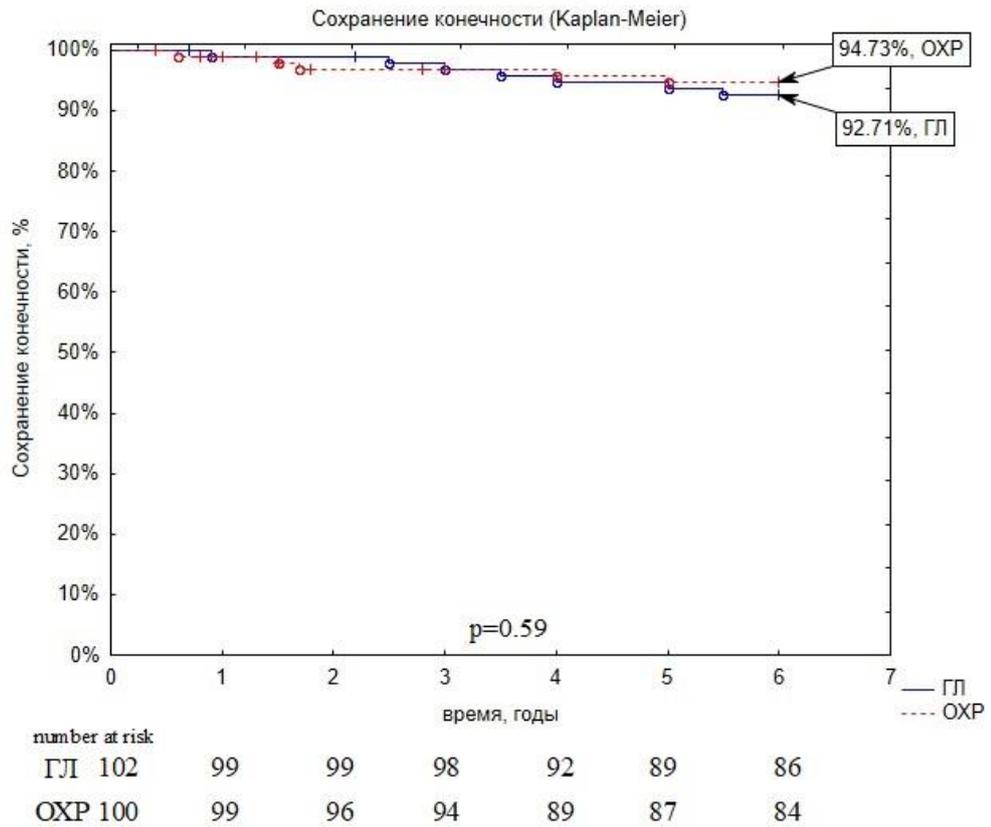


Рисунок 22 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие уровень сохранения конечности в ГЛ и ОХР

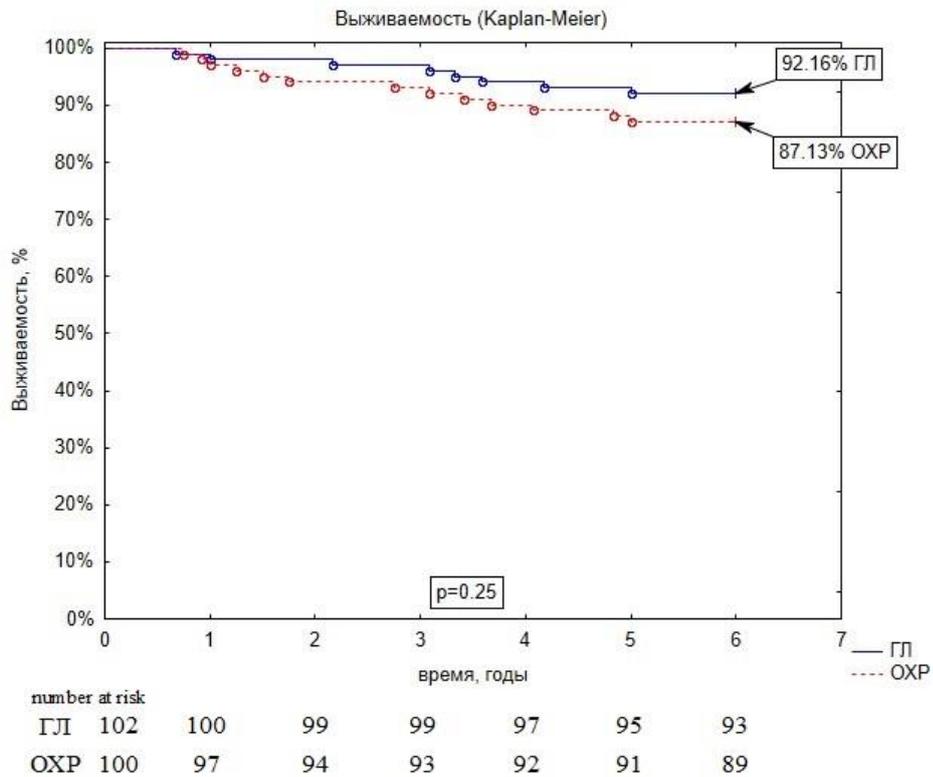


Рисунок 23 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие уровень выживаемости в ГЛ и ОХР

Через шесть лет свобода от MALE была статистически значимо ниже в группе с ГЛ (63.3% ГЛ против 78.1% ОХР;  $p = 0.028$ ; рисунок 24).

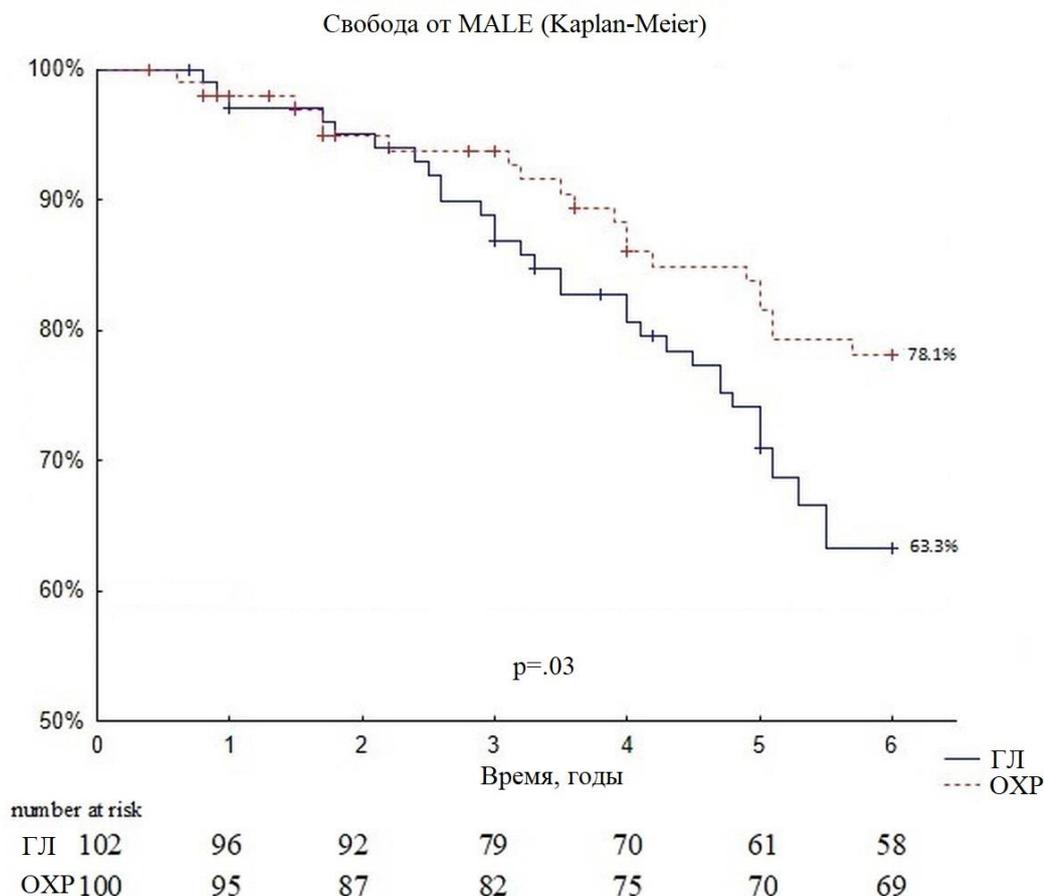


Рисунок 24 - Кривые Каплана-Мейера, показывающие свободу от MALE в ГЛ и ОХР

Это было обусловлено значимо более высокой частотой повторных вмешательств в пролеченных конечностях группы ГЛ. Повторные эндоваскулярные вмешательства были выполнены в 23 (22.5%) случаях в группе ГЛ, в то время как гибридные операции (аорто-бедренное шунтирование с реконструкцией дистального анастомоза) были выполнены в 11 (11%) случаях в группе ОХР ( $p = 0.037$ ). Не было выявлено различий в частоте острой ишемии конечностей (4.5% против 4%,  $p = 0.76$ ) и высокой ампутации (выше или ниже колена) реваскуляризованной конечности через шесть лет (6.9% ГЛ против 5% ОХР,  $p = 0.58$ ).

#### 4.2. Обсуждение полученных результатов

Это было первое в мире проспективное рандомизированное исследование для сравнения гибридных операций с традиционным АБШ у пациентов с

сочетанным поражением подвздошных артерий и общей бедренной артерии (TASC II C/D). Было продемонстрировано, что гибридное лечение ассоциируется со значительно меньшим периодом госпитального периода и более низкими показателями послеоперационных осложнений при сохранении проходимости, сопоставимой с АБШ в течение 36 месяцев. Однако первичная проходимость через 72 месяца наблюдения в группе АБШ превосходит ГЛ.

Традиционно АБШ считается вмешательством с долгой историей для лечения сочетанного аорто-подвздошно-бедренного окклюзионно-стенотического заболевания с отличной проходимостью в долгосрочной перспективе [Kakkos S.K. et al. 2011].

Однако пожилой возраст и сопутствующие заболевания пациентов приводят к неблагоприятным исходам, что в последние несколько десятилетий привело к поиску менее инвазивных вмешательств. Учитывая теоретические риски, связанные с эндоваскулярным стентированием ОБА, интерес к гибриднему подходу возрос [Azéma L. et al. 2011].

Кроме того, отсутствуют долгосрочные данные о проходимости у пациентов, получавших гибридную операцию. В ходе исследования совокупные показатели первичной проходимости через 12, 36 и 72 месяцев составили 93%, 91% и 69% в группе ГЛ и 93%, 89% и 84% в группе ОХР соответственно ( $p = 0.04$ ). Эти результаты хорошо согласуются с предыдущими литературными данными, в которых сообщается о показателях первичной проходимости от 84% до 95% через 36 месяцев у пациентов с поражениями TASC II C/D [Piazza M. et al. 2011]. Chang и соавт. сообщили, что показатели первичной, первично-ассистированной и вторичной проходимости за пять лет составили 60%, 97% и 98% соответственно для гибридных реваскуляризаций, что позволяет предположить, что этим пациентам с достаточной вероятностью потребуются повторные вмешательства для поддержания проходимости просвета артерии в будущем [Chang R.W. et al. 2008].

Тяжесть заболевания также, вероятно, оказывает влияние на продолжительность жизни человека. В нашем исследовании выживаемость без ампутаций и общая выживаемость показали достоверно худшие результаты при

открытом хирургическом лечении на стадии КИНК, чем при ПХ. Предыдущее исследование, посвященное лечению пациентов с поражениями TASCII D, показало, что первичная проходимость ГЛ через 24 месяца составляет всего 70%. Таким образом, возможно, что это является оптимальным вариантом течения заболевания для пациентов с запущенным поражением [Nishibe T. et al. 2009; Nevelsteen A. et al. 1991].

С точки зрения клинической тяжести, исследование не выявило каких-либо существенных различий в показателях первичной или вторичной проходимости ни в одной из подгрупп при сравнении пациентов с перемежающейся хромотой или КИНК. Предыдущее исследование ГЛ показало, что пациенты с хромотой имеют лучшие показатели первичной проходимости, и выявило, что значительные трофические дефекты тканей является предиктором снижения долгосрочной проходимости, но не у тех, кто перенес открытую операцию. В группе ГЛ отмечен показатель сохранения конечности через 36 и 72 месяцев, составляющий 98% и 93%, в группе ОХР 97% и 95% ( $p = 0.49$ ,  $p = 0.39$ ), что хорошо согласуется с предыдущими литературными данными.

Главной привлекательностью ГЛ является возможность улучшения периоперационных результатов. Действительно, средняя продолжительность пребывания в стационаре была значительно короче в группе ГЛ (почти вдвое – 8.2 дня по сравнению с группой, получавшей ГЛ против 15.7 дней в группе ОХР,  $p < 0.01$ ). Кроме того, частота послеоперационных осложнений на 30-й день была значительно ниже в группе ГЛ (8.8% ГЛ против 21.0% ОХР,  $p = 0.03$ ). Интересно отметить, что это, в основном было связано с раневыми осложнениями и развитием вентральной грыжи, а не с послеоперационными медицинскими осложнениями (например, пневмонией). У пяти (5%) пациентов с ожирением из группы ОХР в течение 30 дней развилась послеоперационная вентральная грыжа. Ни одному из этих пациентов не проводилась пластика грыжи в течение всего периода наблюдения. Предыдущие исследования показали, что частота послеоперационной вентральной грыжи после аорто-бедренного шунтирования составила 1.8%, 8% и 9.4% через один, пять и 10 лет после операции [Altieri M.S. et al. 2018].

Ранее сообщалось, что показатели периоперационных осложнений после ГЛ, по-видимому, значительно отличаются и составляют от 3% до 22%. Интересно, что пери-операционные осложнения и смертность после ГЛ не всегда ниже, чем после ОХР, однако продолжительность пребывания в стационаре неизменно короче [Piazza M. et al. 2011, Chang R.W. et al. 2008].

Последовательность и этапы ГЛ часто обсуждаются. Некоторые авторы рекомендуют первичное эндоваскулярное стентирование с последующим поэтапным хирургическим вмешательством с интервалом в одну-две недели. В качестве альтернативы, некоторые хирурги выполняют обратную операцию с более коротким интервалом в один-два дня. В этом исследовании, как и рекомендовали многие другие, был проведен одномоментный гибридный подход одной командой, которая хорошо владеет как открытой, так и эндоваскулярной техникой. Непосредственный технический успех ГЛ в исследовании составил 98% [Sinci V. et al. 2000, Aburahma A.F. et al. 2001, Kim M.S. et al. 2010].

В действующих рекомендациях рекомендация о выборе открытой операции для пациентов с поражениями TASC II C/D с инвалидизирующей перемежающейся хромотой и низким риском при длительной продолжительности жизни была дана на основе сравнения результатов двух способов лечения: операционного и эндоваскулярного подходов (рекомендация 58) [Nordanstig J. et al. 2024]. Это предпочтение было отдано на основании результатов исследований показали, что показатели первичной и вторичной проходимости при эндоваскулярных вмешательствах были выше, чем при эндоваскулярных вмешательствах. Текущее рандомизированное исследование подтвердило благоприятную первичную проходимость ОХР, но показатели вторичной проходимости были одинаковыми в обеих группах.

Хотя ранее опубликованные результаты за три года показали схожую первичную и вторичную проходимость при обоих вмешательствах ОХР продемонстрировала лучшую первичную проходимость, чем ГЛ через шесть лет наблюдения. Вторичная проходимость оставалась одинаковой в обеих группах. Результаты исследования показали, что ОХР сопровождается к большей

шестилетней свободе от MACE по сравнению с ГЛ. В группе ГЛ было проведено более чем в два раза больше повторных вмешательств, чем в группе ОХР.

### **Ограничения исследования**

К недостаткам этого исследования относится тот факт, что оно проводилось в одном центре, что сопряжено с неизбежным риском предвзятости при отборе. Не было собрано никакой информации о ягодичной хромоте, импотенции или невропатии нижних конечностей, а также не проводилось тестирование с физической нагрузкой до или после операции. В исследовании недостаточно данных для анализа подгрупп согласно степени ХИНК по А.В. Покровскому. Хирурги в обязательном порядке не были ослеплены. Стандартной программы предоперационных упражнений не существовало. В этом исследовании не использовались баллоны высокого давления, режущие баллоны, стент-графты и инструменты с лекарственным покрытием. Пациенты с тяжелой кальцификацией, не переносящие баллонную ангиопластику, были исключены. Кроме того, группе ГЛ изначально была назначена двойная антитромбоцитарная терапия, в то время как группе ОХР был назначен только аспирин.

### **РЕЗЮМЕ**

Известно, что в настоящее время широко рекомендуются гибридные процедуры для лечения сопутствующей окклюзии аорто-подвздошного сегмента и общей бедренной артерии без достаточных доказательств их сравнения с традиционным аорто-бедренным шунтированием. Поэтому, результаты этого первого проспективного рандомизированного исследования, в котором сравниваются гибридное лечение с открытой хирургической реконструкцией при сложных подвздошно-бедренных поражениях показали, что гибридные технологии могут быть целесообразны с точки зрения безопасности и эффективности в 3-летнем периоде наблюдения, хотя аорто-бедренное шунтирование остается «золотым стандартом» лечения в 6-летней перспективе.

## ГЛАВА 5. ТОТАЛЬНОЕ СКВОЗНОЕ СТЕНТИРОВАНИЕ ПРОТИВ ГИБРИДНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ТАНДЕМНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ПОДВЗДОШНЫХ И ОБЩЕЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ

Цель этого пилотного рандомизированного исследования (ClinicalTrials.gov идентификационный номер: NCT03315884) была направлена на сравнение краткосрочной и трехлетней безопасности и эффективности процедур эндоваскулярного (ЭВЛ) и гибридного лечения (ГЛ) с использованием плетеного нитинолового стента для пациентов с сочетанными окклюзионными поражениями подвздошных и общей бедренной артерий (рисунок 25).

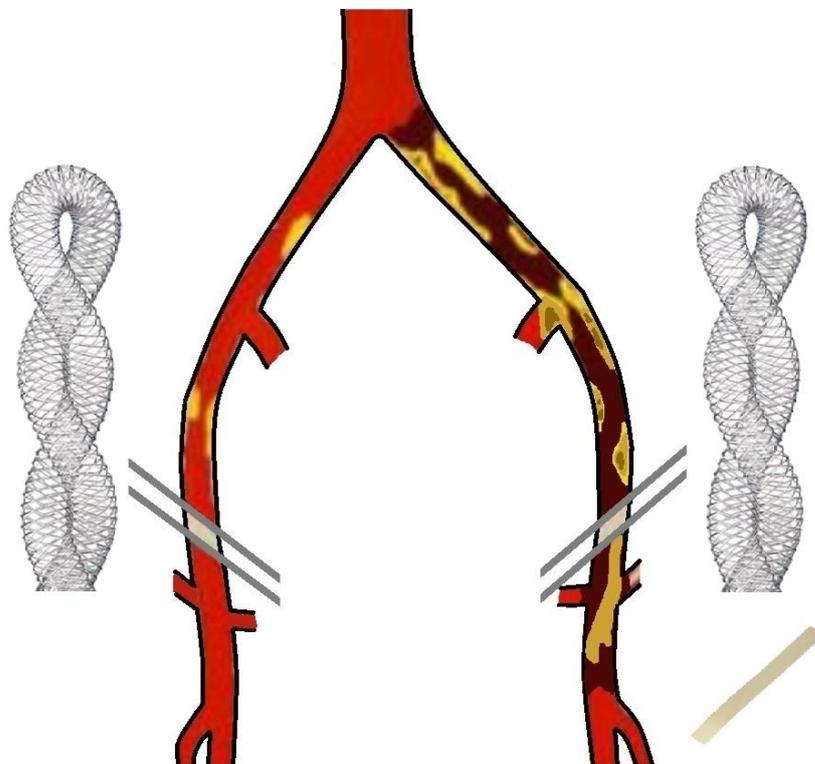


Рисунок 25 - Окклюзия подвздошных артерий и общей бедренной артерии.

Было проведено пилотное одноцентровое проспективное рандомизированное исследование для сравнения краткосрочной и трехлетней безопасности и эффективности процедур ЭВЛ и ГЛ у пациентов с сопутствующими окклюзионно-стенотическими поражением подвздошно-бедренного сегмента. Согласно исследованиям Soga [Soga Y et al. 2013] и Piazza [Piazza M. et al. 2011], показатели проходимости через 2 года после стентирования ОБА и эндартерэктомии из ОБА

составили 66,7% и 97% соответственно. Чтобы получить достоверные данные с вероятностью 95%, следовало включить в наше исследование по 24 пациента в каждую группу. Однако, из-за возможной потери пациентов мы решили включить в общей сложности 62 пациента, по 31 в каждой группе.

#### *Набор пациентов*

В период с 03.02.2018 по 11.02.2021 пациенты с сочетанным атеросклеротическим поражением подвздошных артерий (TASC II, класс C/D) и ОБА (стеноз  $\geq 70\%$  или окклюзия) были признаны потенциально подходящими для данного исследования.

#### *Критерии включения/исключения*

##### Критерии включения:

- Сопутствующее поражение подвздошного сегмента типа C/D по классификации (TASC II) и поражения ОБА (окклюзия/стеноз  $\geq 70\%$  проксимальной и средней трети);

- Хроническая ишемия конечностей по классификации А.В. Покровского 2б-4ст;

- Возраст от 45 до 85 лет;

- Проходимая (стеноз  $\leq 50\%$ ) ипсилатеральная поверхностная бедренная артерия и/или глубокая бедренная артерия

##### Критерии исключения:

- Тромбоз аорты, сопутствующие аневризмы брюшной аорты, подвздошной артерии и ОБА, острая ишемия конечностей или васкулит;

- Поражение ОБА 3-го и 4-го типов в соответствии с классификацией Azema [Azéma L. et al. 2011].

- Отказ от участия в исследовании;

- Инсульт или инфаркт миокарда в течение последних 3 месяцев;

- Ишемическая болезнь сердца и ХСН IV функционального класса по классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов;

- Злокачественная опухоль;

- Перенесенная ранее ипсилатеральная или контралатеральная операция (шунтирование, гибридное или стентирование);

- Печеночная или почечная недостаточность (билирубин > 35 ммоль/л, скорость клубочковой фильтрации < 60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>);

- Тяжелая кальцификация аорты и подвздошных артерий, непереносимость баллонной ангиопластики (по данным системы оценки кальцификации периферических артерий [PACSS] при компьютерной томографии в интерпретации рентгенолога): односторонняя кальцификация  $\geq 5$  см (2-я степень), двусторонняя кальцификация  $\geq 5$  см (4-я степень) или окружная кальцификация, определяемая как 270°-360° по окружности аорты и/или подвздошных артерий.

#### *Рандомизация*

После предоставления информированного согласия независимый клиницист раздал исследователям запечатанные конверты, на каждом из которых было указано название одной из двух групп лечения. Затем за день до операции пациент был отнесен к той или иной группе в зависимости от содержимого конверта.

#### *Конечные точки исследования*

Первичные конечные точки: общая частота осложнений за 30 дней (MACE, MALE).

Вторичные конечные точки: показатели смертности и осложнений через 36 месяцев, показатели проходимости целевых артерий (первичная и вторичная проходимость), сохранение конечности.

Послеоперационные контрольные визиты (через 1, 12, 24 и 36 месяцев после операции) включали физикальный осмотр, измерение АД и дуплексное сканирование стента в подвздошной артерии и ОБА. Если возникало подозрение на рестеноз стента или ОБА  $\geq 70\%$  или реокклюзию, выполнялась МСКТ ангиография брюшной аорты и артерий нижних конечностей для определения дальнейшей тактики лечения.

#### *Демографические данные*

В исследование 80 пациентов были рассмотрены для включения, но 18 пациентов были исключены из-за сопутствующего наличия аневризмы брюшной аорты (n=1), инсульта или инфаркта миокарда в течение последних 3 месяцев (n=3), предшествующего ипсилатерального/контралатерального шунтирования или

гибридной операции ( $n=4$ ), стеноз ОБА  $< 50\%$  ( $n=2$ ) и отсутствие согласия на участие в исследовании ( $n=8$ ).

В итоге в исследование были рандомизированы 62 пациента, из которых 31 пациент был вошел в группу ЭВЛ, и 31 - в группу ГЛ. На рисунке 26 показан дизайн исследования (CONSORT), в которой подробно описан поток пациентов в ходе исследования.

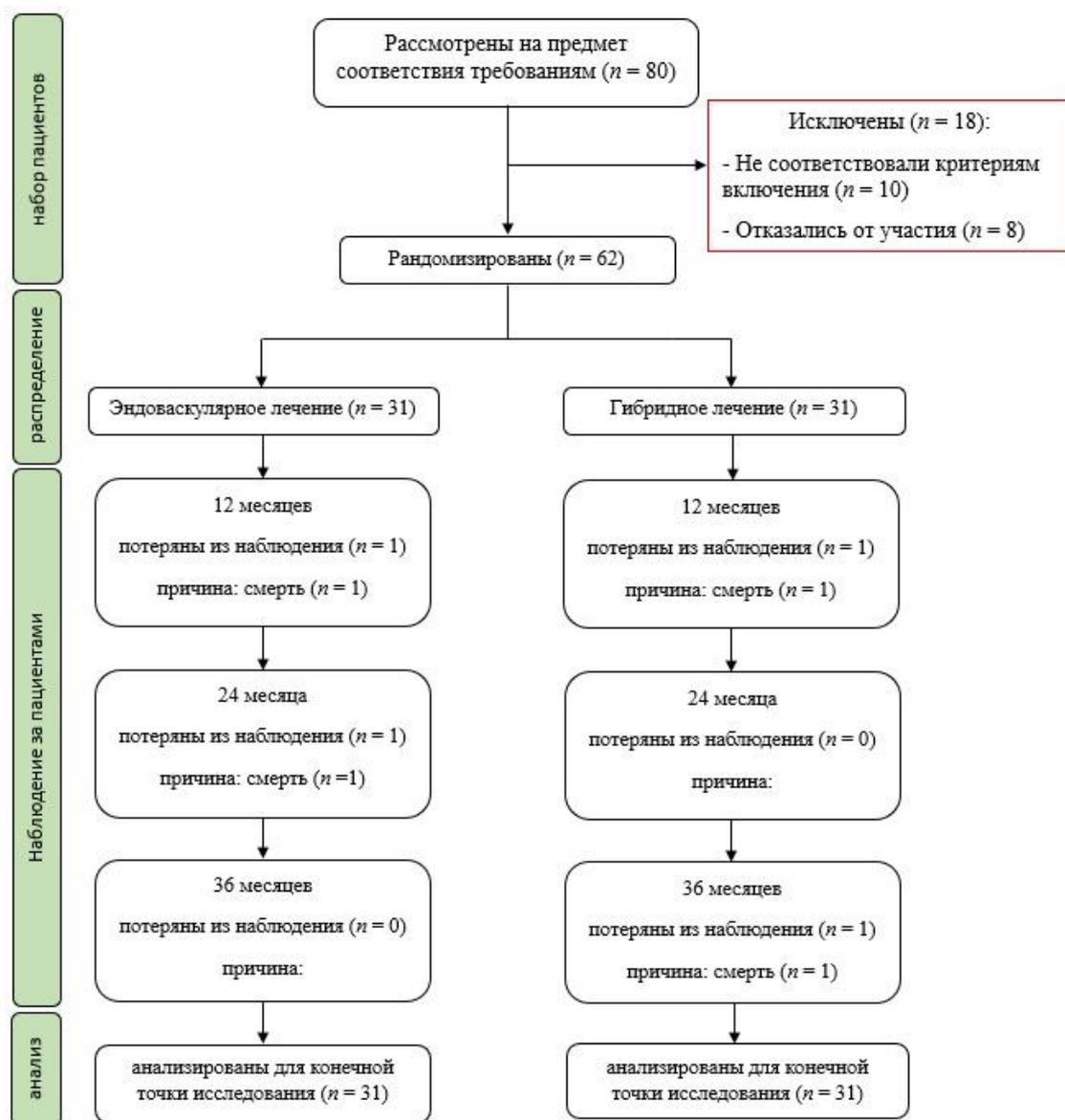


Рисунок 26 - Дизайн исследования

## 5.1. Результаты

Пациенты обеих исследуемых групп были сопоставимы в демографических и клинических характеристиках, кроме одного показателя. В группу ГЛ были рандомизированные 100% пациентов мужского пола. Данные приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Исходные демографические и клинические характеристики

Характеристика	ЭВЛ (n = 31)	ГЛ (n = 31)	p
Демографические данные			
Мужской/Женский	26 (84) / 5 (16)	31 (100) / 0	0.02
Возраст, годы	63.74 ± 5.1	65.61 ± 4.7	0.53
Классификация ХИНК (по А.В. Покровскому)			
2б	26 (84)	24 (77)	0.37
3	4 (13)	5 (16)	0.50
4	1 (3)	2 (6)	0.50
Факторы риска			
Артериальная гипертензия	24 (77)	22 (71)	0.38
Ишемическая болезнь сердца	19 (61)	11 (35)	0.08
Инсульт >3 месяцев	5 (16)	3 (9.7)	0.35
Сахарный диабет	4 (13)	8 (26)	0.16
Ожирение	7 (23)	9 (29)	0.38
Дислипидемия	4 (13)	5 (16)	0.50
Курение в анамнезе	4 (13)	9 (29)	0.11
Анатомические данные			
Стеноз аорты <50%	31 (100)	31 (100)	NA
Ипсилатеральная подвздошная артерия			
Стеноз ≥70% / окклюзия	17 (55) / 14 (45)	12 (39) / 19 (61)	0.15
Контралатеральная подвздошная артерия			
Стеноз ≤60%	31 (100)	31 (100)	NA
Ипсилатеральная внутренняя подвздошная артерия			
Стеноз ≥70% / Окклюзия	9 (29)	14 (45)	0.11
Контралатеральная внутренняя подвздошная артерия			
Стеноз ≤70%	13 (42)	9 (29)	0.20
Ипсилатеральная общая бедренная артерия			
Стеноз (70-99%) / окклюзия	18 (58) / 13 (42)	17 (55) / 14 (45)	0.50

Продолжение таблицы 15

Контралатеральная общая бедренная артерия			
Стеноз (<70%)	31 (100)	31 (100)	NA
Ипсилатеральная глубокая артерия бедра			
Проходима / стеноз (50-99%)	29 (94) / 2 (6)	24 (77) / 7 (23)	0.14
Контралатеральная глубокая артерия бедра			
Проходима / стеноз (<70%)	31 (100)	31 (100)	NA
Ипсилатеральная поверхностная бедренная артерия			
Проходима	18 (58)	11 (35)	0.12
Стеноз (50-99%)	3 (9.7)	5 (16)	0.71
Окклюзия	10 (32)	15 (48)	0.30
Контралатеральная поверхностная бедренная артерия			
Проходима	20 (65)	18 (58)	0.79
Стеноз (50-99%)	2 (6)	2 (6)	NA
Окклюзия	9 (29)	11 (35)	0.78
Кальцификации			
Унилатеральная кальцификация <5 см (степень 1)	4 (13)	6 (19)	0.36
Билатеральная кальцификация <5 см (степень 3)	0	0	NA
Унилатеральная кальцификация ≥ 5 см (степень 2)	0	0	NA
Билатеральная кальцификация ≥ 5 см (степень 4)	0	0	NA
Циркулярная кальцификация	0	0	NA
Средняя длина поражения ипсилатерального подвздошного сегмента, (мм)	156 ± 21.8	161 ± 34.1	0.83

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%) или среднего значения

± стандартного отклонения (SD); ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ГЛ – гибридное лечение; ХИНК – хроническая ишемия нижней конечности; НА – не применимо.

Технический успех был 100% в обеих группах. Продолжительность процедуры в группе ЭВЛ была статистически значимо короче (68.4 (45-110) минуты против 200.3 (164-221) минуты,  $p=0.0001$ ). Средняя длина сегментов стента в группе ГЛ составила  $108.4 \pm 39.5$  мм. Средняя длина стентированных сегментов в группе ЭВЛ была больше на  $153.9 \pm 35.2$  мм за счет стентирования ОБА ( $p < 0.05$ ).

*Пери-операционный период наблюдения.*

Средний время стационарного этапа было короче в группе ЭВЛ ( $3.9 \pm 1.2$  дня в группе ЭВЛ против  $7.9 \pm 2.7$  дня в группе ГЛ,  $p=0.001$ ). В течение 30 дней после операции ни в одной из групп не было зафиксировано летальных исходов или травм.

В целом, 30-дневные осложнения возникли у 9.7% пациентов с ЭВЛ и у 22.6% пациентов в группе ГЛ ( $p=0.17$ ), таблица 16.

Таблица 16 - Осложнения в раннем послеоперационном периоде (30-дневный период наблюдения)

Осложнение	ЭВЛ ( $n = 31$ )	ГЛ ( $n = 31$ )	p
Тромбоз стента	1 (3)	0 (0)	0.31
Гематома	1 (3)	5 (16)	0.09
Серома паховой области	0 (0)	2 (6)	0.15
Транзиторная ишемическая атака	1 (3)	0 (0)	0.31
Инфаркт миокарда / инсульт / летальность	0 (0)	0 (0)	NA
Всего	3 (9.7)	7 (22.6)	0.17

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ГЛ – гибридное лечение; НА – не применимо.

В группе ЭВЛ был зафиксирован 1 (3%) случай псевдоаневризмы в месте пункции ОБА после вмешательства, которая была успешно устранена консервативным лечением (мануальная компрессия под контролем ультразвука). Транзиторная

ишемическая атака произошла в одном (3%) случае в группе ЭВЛ у пациента с правым плечевым доступом. Кроме того, в 1 (3%) случае в группе ЭВЛ произошел 30-дневный тромбоз стента, и была успешно проведена гибридная операция (тромбэктомия и стентирование подвздошной артерии). Послеоперационная гематома возникла в 5 (16%) случаях в группе ГЛ. Хирургического вмешательства и переливания крови не потребовалось. Серомы в паховой области возникли у 2 (6%) пациентов с ГЛ, все из которых страдали ожирением (ИМТ >30). В обоих случаях было проведено консервативное лечение. В течение 30-дневного послеоперационного периода в обеих группах других осложнений не было.

*Период наблюдения 1 год.*

Совокупный показатель первичной проходимости через 12 месяцев составил 81% в группе ЭВЛ и 94% в группе ГЛ ( $p=0.12$ ). Показатели вторичной проходимости через 12 месяцев в группе ЭВЛ составили 97% против 100% в группе ГЛ, соответственно ( $p=0.95$ ), рисунок 27.

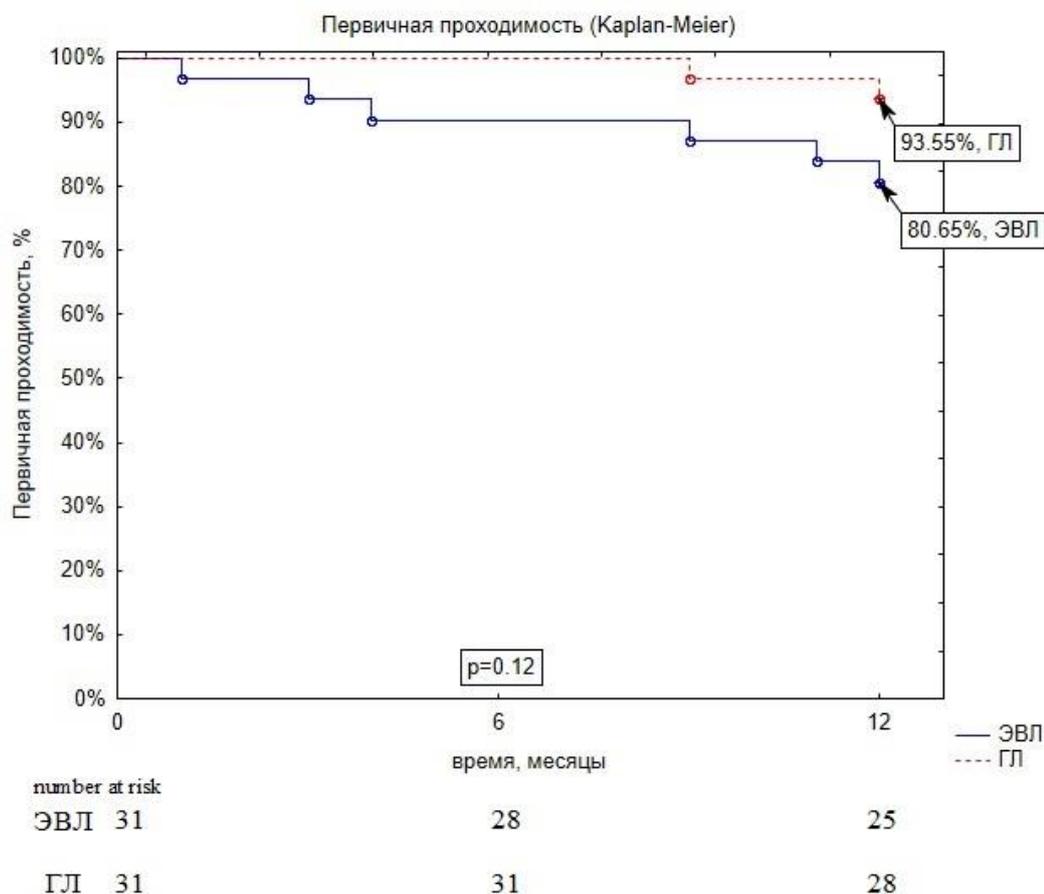


Рисунок 27 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей первичной проходимости для ЭВЛ и ГЛ

Период наблюдения 3 года.

За 36-летний период наблюдения в этом исследовании было зарегистрировано 2 случая смерти в группе ЭВЛ и 2 случая смерти в группе ГЛ,  $p=0.97$  (рисунок 28).

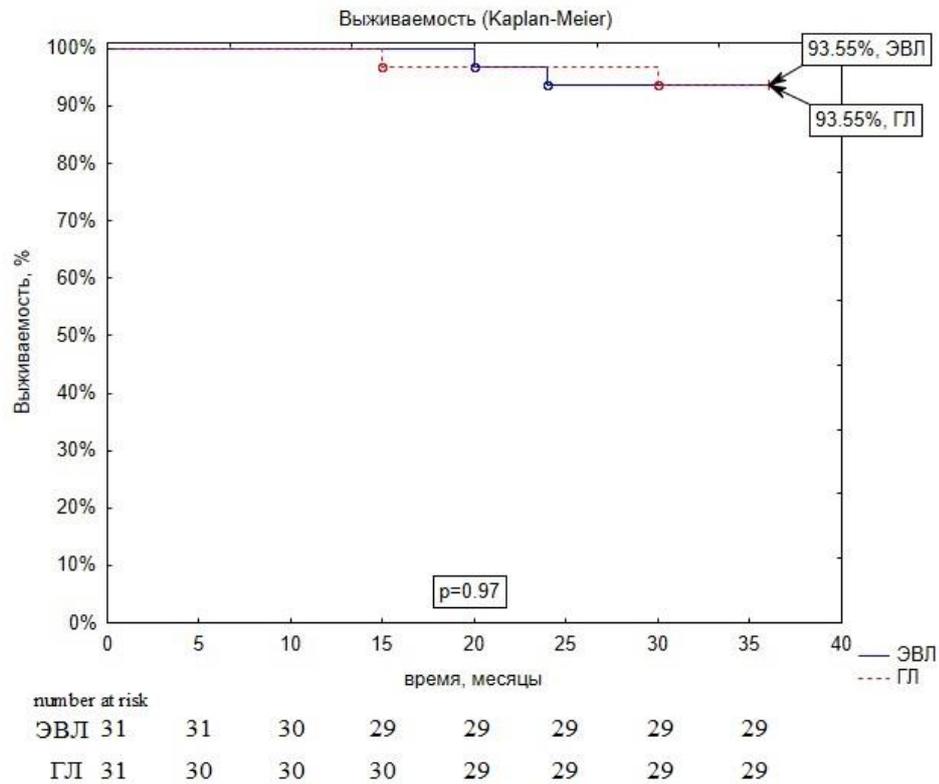


Рисунок 28 - Кривая Каплана–Мейера рассчитывает показатели выживаемости для ЭВЛ и ГЛ

В двух случаях причиной смерти был рак, а в двух случаях причина смерти была неизвестна. В группе ЭВЛ был зафиксирован один (3%) малый инсульт. Один случай ампутации в группе ЭВЛ была у пациента, у которого перед операцией была ишемия 4й степени (по А.В. Покровскому). Послеоперационные осложнения и результаты за три года представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Трехлетние осложнения

Осложнения	ЭВЛ (n=31)	ГЛ (n=31)	p
Смертность	2 (6)	2 (6)	0.97
Ампутации	1 (3)	0 (0)	0.31
Инсульт	1 (3)	0 (0)	0.31

Продолжение таблицы 17

Реокклюзии	6 (19)	3 (10)	0.47
Рестенозы	10 (32)	5 (16)	0.23
Общее	20 (65)	10 (32)	0.02

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ГЛ – гибридное лечение.

Совокупный показатель первичной проходимости через 24 и 36 месяцев составил 60%, 46% в группе ЭВЛ и 80%, 73% в группе ГЛ ( $p=0.09$  и  $p=0.03$ ), рисунок 29.

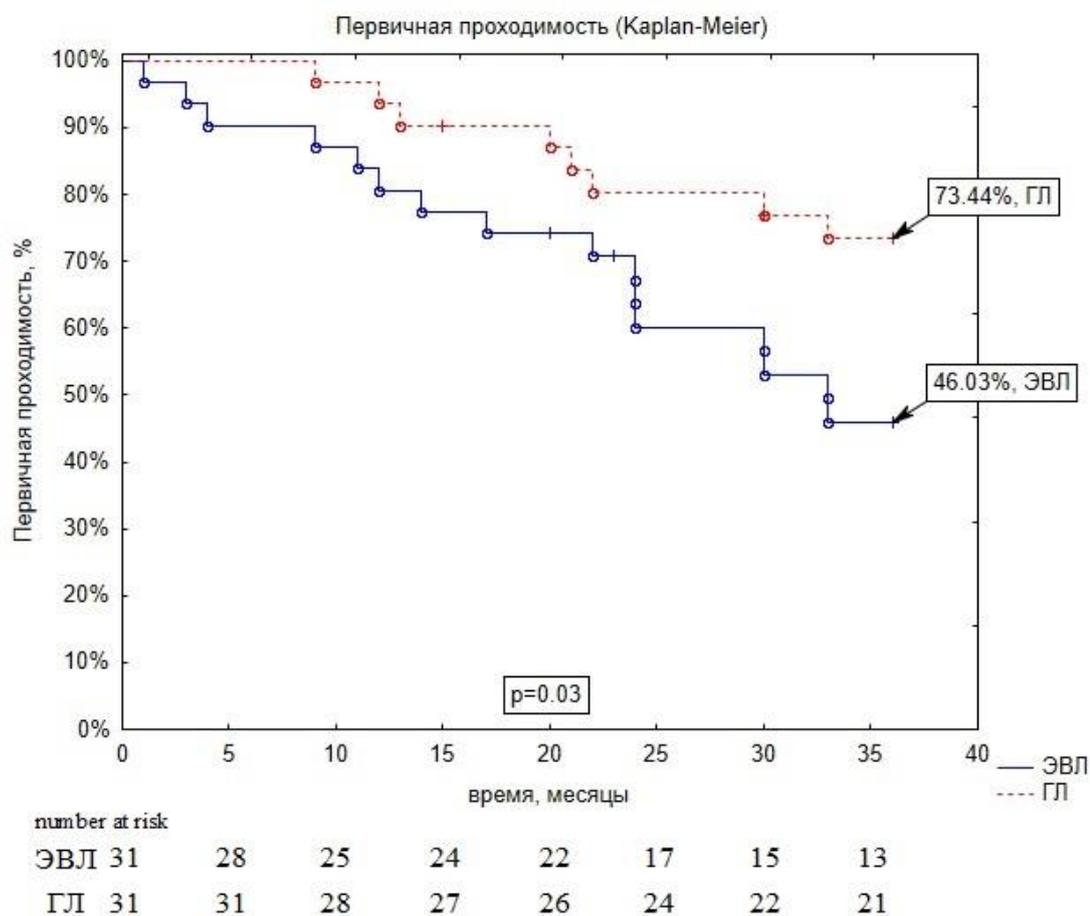


Рисунок 29 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей первичной проходимости для ЭВЛ и ГЛ

За 36 месяцев наблюдения тромбоз стента был выявлен у 6 (19%) пациентов из группы ЭВЛ. Гибридные операции (тромбэктомия и баллонная ангиопластика наружной подвздошной артерии) были успешно выполнены. Следует отметить, что во время тромбэктомии в трех случаях были удалены стенты «Supera». В одном

случае после удаления стента был выявлен остаточный стеноз (>70%) в НПА, в связи с чем было выполнено ее стентирование. Был использован СРС «AbsolutePro» 8x40. Кроме того, повторные эндоваскулярные вмешательства были выполнены также в 10 (32%) случаях из группы ЭВЛ (выявлены рестеноз в стенте подвздошного сегмента стента >70%).

Следует отметить, что в течение 36 месяцев наблюдения реокклюзии артерий подвздошно-бедренного сегмента в группе ГЛ наблюдались в 3 (9%) случаях. Всем трем пациентам было выполнено аорто-бедренное шунтирование. У пациентов группы ГЛ были выявлены четыре рестеноза стента в НПА (>70%) и ГБА (80%). Были выполнены повторные эндоваскулярные вмешательства.

Показатели вторичной проходимости через 36 месяцев в группе ЭВЛ составили 83% против 87% в группе ГЛ ( $p=0.64$ ), рисунок 30.

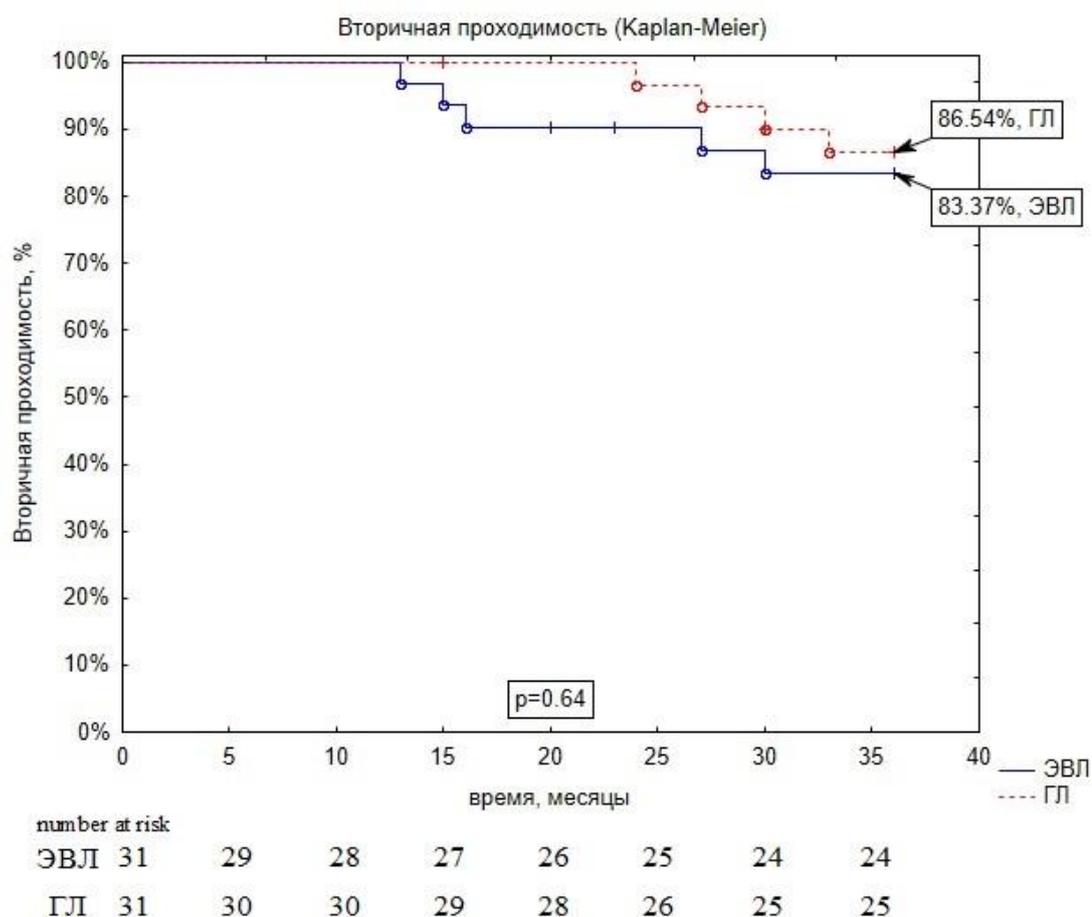


Рисунок 30 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей вторичной проходимости для ЭВЛ и ГЛ

Показатели ЛПИ через 3 года после операций значительно повысились у всех пациентов обеих групп. В группе ЭВЛ до и послеоперационные показатели ЛПИ составили  $0.54 \pm 0.15$  и  $0.74 \pm 0.06$  (среднее  $\pm$  стандартное отклонение, ипсилатеральное) соответственно ( $p=0.0001$ ). В группе ГЛ показатели до и послеоперационного ЛПИ составили  $0.53 \pm 0.13$  и  $0.77 \pm 0.03$  (ипсилатеральный) соответственно ( $p=0.0001$ ). Улучшение симптомов ХИНК согласно степени у пациентов за три года подробно описано в обеих группах в таблице 18.

Таблица 18 - Отдаленные результаты и улучшение симптомов

Показатель	ЭВЛ ( $n = 31$ )	ГЛ ( $n = 31$ )	p
Терапия статинами	31 (100%)	31 (100%)	NA
Частота курения	4 (13%)	9 (29%)	0.11
ХИНК по классификации А.В. Покровского			
1	14 (45%)	17 (55%)	0.61
2а	13 (42%)	9 (29%)	0.42
2б	4 (13%)	5 (16%)	NA

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ГЛ – гибридное лечение; ХИНК – хроническая ишемия нижней конечности; NA – не применимо.

Регрессионный анализ не выявил достоверных предикторов, влияющих на проходимость в течение периода наблюдения, кроме методов реваскуляризации, таблица 19.

Таблица 19 - Регрессионный анализ

Первичные факторы, определяющие проходимость	Отношение риска	p
Методы ЭВЛ/ГЛ	0.33 [0.09;1.15]	0.03
Возраст $\geq 70$ лет	0.58 [0.15;2.27]	0.44
Ишемическая болезнь сердца	1.10 [0.95;1.27]	0.17
Хроническая сердечная недостаточность	1.52 [0.70;3.27]	0.29
Артериальная гипертензия	0.50 [0.14;1.76]	0.28

Продолжение таблицы 19

Сахарный диабет	1.32 [0.40;4.36]	0.64
Инсульт или ТИА	0.75 [0.22;2.52]	0.65
Употребление табака	2.89 [0.56;14.77]	0.21
ПХ/КИНК	3.04 [0.84;10.95]	0.09
Стеноз ПБА $\geq 70\%$ или окклюзия	1.30 [0.43;3.95]	0.63

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение; ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ГЛ – гибридное лечение; ТИА – транзиторная ишемическая атака; ПХ – перемежающейся хромота; КИНК – критическая ишемия нижней конечности.

## 5.2. Обсуждение полученных результатов

Это пилотное, проспективное, рандомизированное исследование, в котором сравнивались ЭВЛ и ГЛ с использованием плетенных нитиноловых стентов у пациентов с сочетанным окклюзионным поражением подвздошных артерий и общей бедренной артерии. Мы продемонстрировали, что ЭВЛ ассоциируется со значительно меньшими сроками пребывания в стационаре и сопоставимыми показателями периоперационных осложнений. Однако частота осложнений и первичная проходимость при 36-месячном наблюдении были лучше для ГЛ по сравнению с ЭВЛ.

В нашем исследовании показатель технического успеха составил 100% в обеих группах. Эти результаты согласуются с результатами других исследований [Jongkind V. et al. 2010, Starodubtsev V. et al. 2022]. Тридцатидневные осложнения возникли у 9.7% пациентов с ЭВЛ и у 22.6% пациентов с ГЛ ( $p=0.17$ ). Эти результаты аналогичны тем, о которых сообщалось в исследованиях, которые показывают частоту послеоперационных осложнений на 30-й день от 3 до 45%. Наиболее частыми осложнениями, согласно литературным данным, были гематомы в месте доступа, дистальные эмболии, разрывы и расслоения артерий [Indes J.E. et al. 2013, Jongkind V. et al. 2010, Piazza M. et al. 2011, Mayor J. et al. 2019, Gudz O. et al. 2022].

В этом исследовании мы обнаружили, что показатель первичной проходимости через 36 месяцев после ЭВЛ составил 46%, в то время как в группе ГЛ он составил 73% ( $p=0.03$ ). Хотя вторичная проходимость не отличалась ( $p=0.64$ ). Техническая возможность выполнения гибридных и эндоваскулярных повторных вмешательств после повторной окклюзии в группе ЭВЛ позволила сохранить высокую вторичную проходимость, сравнимую с таковой в группе ГЛ, в течение 36 месяцев.

Согласно различным исследованиям, уровень первичной проходимости за 4 года варьировал от 60% до 88% [Jongkind V. et al. 2010 Horie K. et al. 2024 Mayor J. et al. 2019]. Результаты мета-анализа показали, что показатели первичной проходимости в течение 1, 3 и 5 лет у пациентов с ЭВЛ составили 86%, 80% и 71.4% соответственно. Однако в этих исследованиях стентирование ОБА не проводилось.

В различных исследованиях показатель первичной проходимости в течение 1 года варьировал от 78% до 91% у пациентов с ГЛ [Zavatta M. et al. 2018]. В другом рандомизированном исследовании показатели первичной проходимости через 12 и 36 месяцев составили 93% и 91% соответственно в группе ГЛ [Starodubtsev V. et al. 2022]. Следует отметить, что после изолированной эндартерэктомии из общей бедренной артерии первичная проходимость через 3 года составила 85-94% [Boufi M. et al. 2021, Chagal K.H. et al. 2019].

Другим положительным аспектом является простота удаления стента «Supera» из подвздошной и бедренной артерий. Стоит отметить, что во время тромбэктомии стенты "Supera" были удалены в трех случаях (9.7%) у пациентов в группе ЭВЛ. В двух случаях были успешно выполнены тромбэктомии и баллонная ангиопластика наружной подвздошной артерии. Одному пациенту с остаточным стенозом 70% было выполнено стентирование наружной подвздошной артерии. Кроме того, тромбэндартерэктомия при окклюзии стента в ОБА не вызывает никаких технических трудностей.

### **Ограничения исследования**

К ограничениям данного исследования относится его сосредоточенность на одном центре, что может привести к предвзятости при отборе пациентов. Кроме

того, это было пилотное исследование в одном центре. Не были собраны данные о ягодичной хромоте, импотенции или невропатии нижних конечностей и не проводилось тестирование с физической нагрузкой до или после операции. В исследовании был включен ряд степеней ХИНК, но его мощности было недостаточно для анализа подгрупп. Пациенты с выраженным кальцинозом также были исключены. Кроме того, группе с ЭВЛ первоначально была назначена двойная антитромбоцитарная терапия, в то время как группе с ГЛ был назначен только аспирин. Кроме того, в исследовании не использовались баллоны высокого давления или режущие баллоны, технологии с лекарственными покрытиями устройства для закрытия сосудов.

### РЕЗЮМЕ

В этом одноцентровом рандомизированном пилотном исследовании мы сравнили результаты процедур ЭВЛ и ГЛ с использованием плетеного нитинолового стента у пациентов с сопутствующим окклюзионным поражением подвздошной и общей бедренной артерий. Это исследование подтверждает гипотезу о том, что гибридное лечение имеет преимущество с точки зрения безопасности и первичной проходимости по сравнению с эндоваскулярным сквозным стентированием трехлетнем периоде наблюдения.

## ГЛАВА 6. ЭНДОВАСКУЛЯРНОЕ ЛЕЧЕНИЕ И АОРТО-БЕДРЕННОЕ ШУНТИРОВАНИЕМ ПРИ БИФУРКАЦИОННОМ ПОРАЖЕНИИ АОРТЫ И ПОДВЗДОШНЫХ АРТЕРИЙ

В этой главе рассматриваются результаты двух ретроспективных исследований, включающих методы эндоваскулярного «киссинг» стентирования и бифуркационного аорто-бедренного шунтирования при поражении бифуркации аорты и подвздошных артерий (рисунок 31).

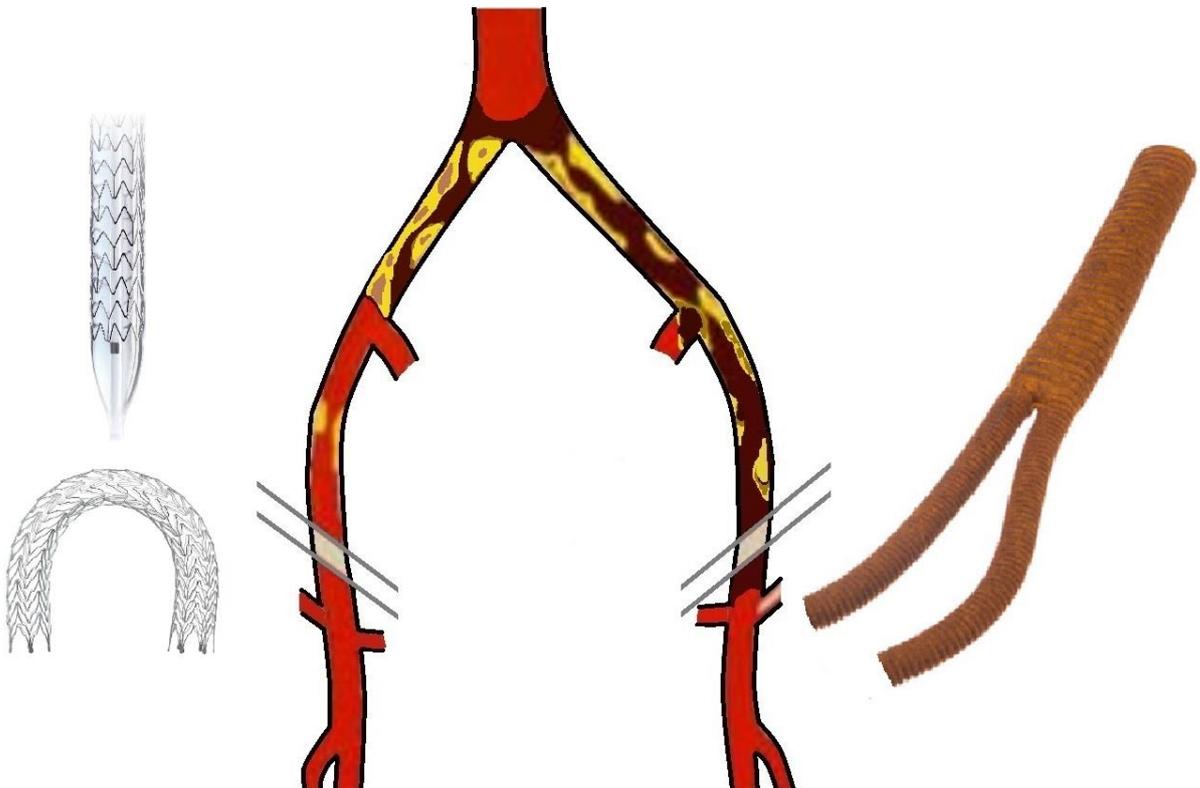


Рисунок 31 - Бифуркационное поражение брюшной аорты и подвздошных артерий справа и слева

### 6.1. Результаты эндоваскулярной реваскуляризации сочетанных поражений бифуркации аорты и подвздошных артерий

Целью этого исследования было оценка ближайших и долгосрочных результатов проходимости бифуркации аорты и подвздошных артерий после эндоваскулярной реконструкции методом «киссинг» стентирования (КС).

Проведен ретроспективный анализ лечения пациентов, которым выполнялись КС бифуркации аорты и стентирование подвздошных артерий по поводу окклюзионно-

стенотических поражений аорто-подвздошного сегмента (TASC II C и D) за период 2012-2018 гг. в НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина. Из анализа были исключены пациенты с сопутствующими поражениями инфраренальной аорты, распространяющиеся выше нижней брыжеечной артерии, с односторонним поражением ОПА. Были проанализированы демографические данные, факторы риска, анатомические особенности, выявленные при ультразвуковом дуплексном сканировании и МСКТ ангиографии.

Каждому пациенту были проведены предоперационная УЗИ и МСКТ-ангиография для определения локализации поражения подвздошных артерий, характеристики бляшки и протяженности окклюзионного поражения артерий. Кальциноз аорты и подвздошных артерий определяли согласно системе оценки кальцификации артерий (PACSS) при компьютерно-томографической ангиографии, интерпретированной радиологом: односторонняя кальцификация  $\geq 5$  см (II степень), двусторонняя кальцификация  $\geq 5$  см (IV степень) или циркулярный кальциноз, определяемый как  $270-360^\circ$  по окружности аорты и/или подвздошных артерий. ЛПИ измеряли до операции, после нее и в каждой контрольной точке [Rutherford R.V. et al. 1986]. На рисунке 32 показан дизайн исследования, в которой описан поток пациентов в ходе исследования.



Рисунок 32 - Дизайн исследования

### 6.1.1. Результаты исследования

За 7-летний период в соответствии с критериями включения 47 пациентам было выполнено КС бифуркации брюшной аорты и ОПА. Медиана наблюдения составила 66 мес. (29-84). На рисунке 33 показана предоперационная МСКТ ангиография, где видно атеросклеротическое поражение брюшной аорты и подвздошных артерий. Визуализируется пристеночный тромбоз аорты.



Рисунок 33 - МСКТ брюшного отдела аорты и ОПА перед операцией.

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография, ОПА – общие подвздошные артерии

На рисунке 34 представлена контрольная ангиография после стентирования бифуркации аорты и подвздошных артерий баллонно-расширяемыми стентами по методу «киссинг».



Рисунок 34 - Ангиография после «киссинг» стентирования.

Демографические данные, факторы риска, степень ХИНК по классификации А.В. Покровского и операционный риск (ASA) исследуемых больных приведены в таблицах 20 и 21.

Таблица 20 - Характеристика пациентов, сопутствующая патология.

Переменная	Значение
Пациенты ( <i>n</i> )	47
Средний возраст (лет)	57.5 ± 1.37
Пол, кол-во.	Мужчины: 40 (85.1)
	Женщины: 7 (14.9)
Артериальная гипертензия	45 (95.7)
Курение/курение в анамнезе	35 (74.5)

Продолжение таблицы 20

Дислипидемия	9 (19.1)
Цереброваскулярная недостаточность	25 (53.2)
ХОБЛ	13 (27.7)
Сахарный диабет	13 (27.7)
Ишемическая болезнь сердца	38 (80.8)
Хроническая почечная недостаточность	11 (23.4)
Ожирение (ИМТ > 30)	8 (17.1)

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение ± стандартное отклонение; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ИМТ – индекс массы тела.

Таблица 21 - Клинические и анатомические данные пациентов.

Клинические данные	<i>n</i> = 47
Категория ХИНК по Rutherford, исходная	
2	26 (55.3)
3	12 (25.5)
4	6 (12.7)
5-6	3 (6.4)
Категория ХИНК по Rutherford, follow-up (ср. 66мес)	
0	5 (10.6)
1	16 (34.1)
2	17 (36.1)
3	3 (6.4)
4	1 (2.1)
5-6	1 (2.1)
Анатомические данные по TASC II	
C	20 (42.5)
D	27 (57.5)

Продолжение таблицы 21

Выраженный кальциноз аорты и подвздошных артерий	18 (38.3)
Слабый кальциноз аорты и подвздошных артерий	29 (61.7)
Диаметр бифуркации аорты, мм	17.5 ± 2.5
Диаметр правой ОПА, мм	9.7 ± 1.2
Диаметр левой ОПА, мм	9.5 ± 2.2
Аневризма аорты/подвздошной артерии	2 (4.2)
Окклюзия подвздошных артерий	36 (76.6)
Поражения артерий бедренно-подколенного сегмента	28 (59.6)
Американское общество анестезиологов (ASA), оценка	2:
	3:
	4:
	4:

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение ± стандартное отклонение; ХИНК – хроническая ишемия нижних конечностей; ОПА – общая подвздошная артерия; TASC – Трансатлантический межобщественный консенсус; ASA – Американское общество анестезиологов.

Артериальный доступ чаще всего выполняли посредством двусторонней пункции ОБА (n=29), у 18 больных - дополнительно через правую плечевую артерию (таблица 22).

Таблица 22 - Интраоперационные данные

Вид анестезии	(n = 47)
Местная	47 (100)
Вид доступа	
Чрезкожный двусторонний (ОБА)	29 (61.7)
Необходимость в плечевом доступе	18 (38.3)
Тип стента	
Баллонно-расширяемый голо-металлический стент	32 (68.1)

Продолжение таблицы 22

Самораскрывающийся голо-металлический стент	12 (25.5)
Сочетанное стентирование (баллонно-расширяемые и самораскрывающиеся стенты)	3 (6.4)
Коррекция дистальных стенозов (стентирование НПА)	22 (46.8)

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение; ОБА – общая бедренная артерия; НПА – наружная подвздошная артерия.

В соответствии с типом поражения АПС при наличии кальцинированных атеросклеротических бляшек катетеризацией методом имплантировали БРС у 68% больных. СРС имплантировали при отсутствии выраженного кальциноза у 26% больных. Сочетанное применение БРС и СРС было выполнено у 3 пациентов (см. таблицу 22). Стоит отметить, что 22 (47%) пациентам в связи с наличием гемодинамически значимых дистальных стенозов самораскрывающиеся стенты были имплантированы в дистальную зону проксимального стента и наружную подвздошную артерию.

Среднее время процедур составило 102 мин (51-151). При реканализации окклюзионных поражений АПС затрачивали больше времени, чем при ЭВЛ стенозных поражений. Среднее время госпитализации составило 7 дней. Интраоперационных разрывов стентированных сегментов и дистальных эмболий не было.

В раннем послеоперационном периоде выявлены 2 пульсирующие гематомы в области паховых доступов. Одному пациенту пульсирующую гематому удалось устранить методом повторной мануальной компрессии, второму – хирургическим ушиванием дефекта стенки ОБА. У 3 пациентов были болевые ощущения в месте пункции правой плечевой артерии после снятия давящей повязки, однако по результатам УЗИ тромбозов и ложных аневризм у них не выявлено. Болевой синдром, который регрессировал в течение последующих суток, вероятнее всего ассоциирован с компрессией срединного нерва. Госпитальных значимых сердечно-сосудистых событий (MACE) и значимых событий на конечностях (MALE) не было.

За время наблюдения с 4 пациентами контакт был потерян, и они не учитывались при дальнейших расчетах.

Первичная проходимость за период наблюдения до ~ 5 лет составила 58.1% (рисунок 35). У 10 пациентов была окклюзия зоны реконструкции, у 8 - гемодинамически значимый стеноз. Все они были повторно оперированы. По поводу реокклюзий 6 пациентам было выполнено аорто-бедренное бифуркационное шунтирование, 4 пациентам провели повторную эндоваскулярную реканализацию со стентированием. Также в связи с развитием гемодинамически значимых рестенозов 8 пациентам выполнены эндоваскулярные реинтервенции.

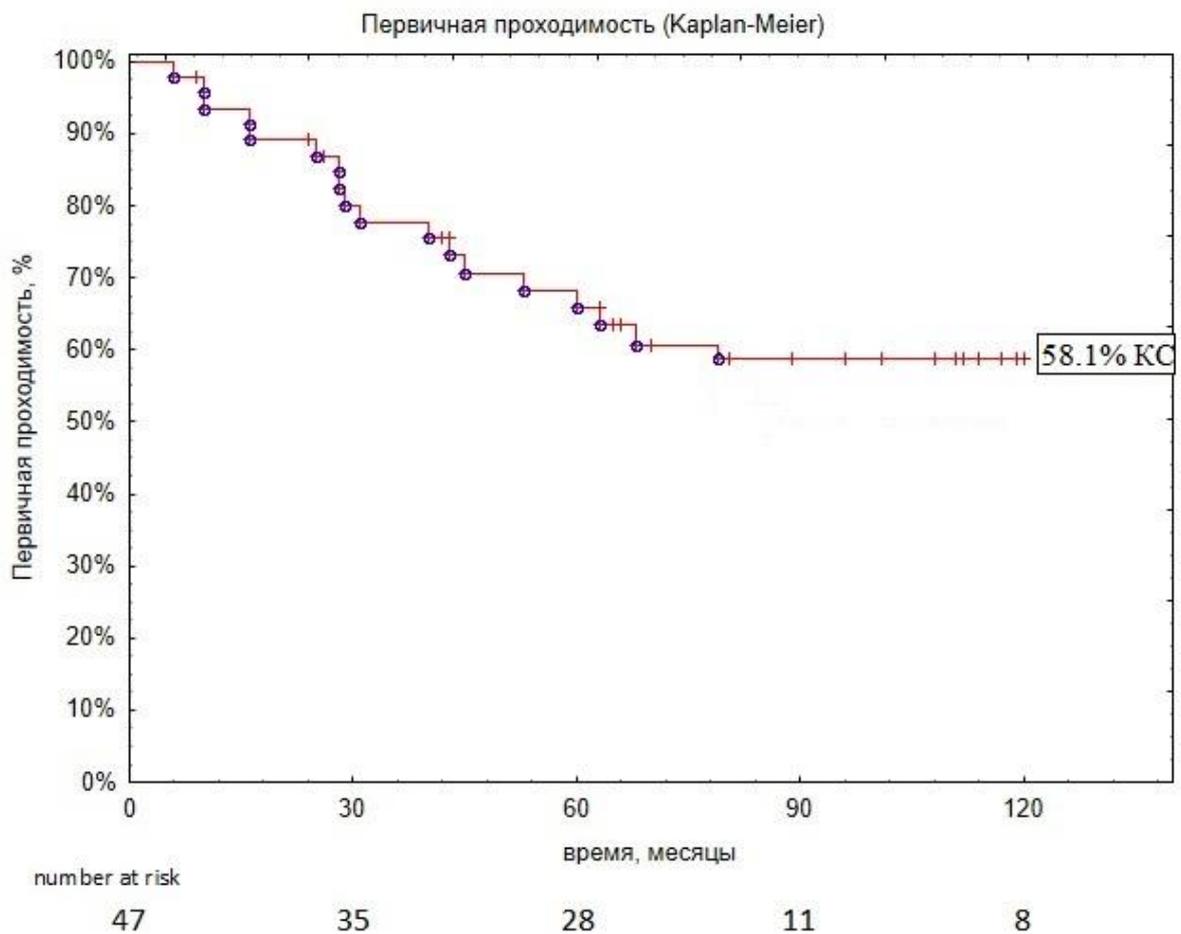


Рисунок 35 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей первичной проходимости при КС

При проведении регрессионного анализа были выявлены значимые предикторы, которые достоверно влияли на первичную проходимость (ПП). Так, выведение стентов в брюшную аорту более 1 см по типу "двустволки" приводило к снижению ПП [ОР 2.7

(1.15-6.48),  $p=0.02$ ]. Наличие тромботических масс в инфраренальной аорте (по данным томограмм) также достоверно приводило к снижению ПП [ОР 3.67 (1.08-12.5),  $p=0.03$ ]. Также на ПП влияли диаметры стентов. Чем меньше они были, тем больше возрастал риск рестенозов и реокклюзий [ОР 0.60 (0.38-0.97)  $p=0.04$ ]. Остальные переменные, такие как возраст, курение, ИБС, ХБП, СД, ГБ, дислипидемия, кальциноз, длина имплантированных стентов, диаметр аорты, степень ХИНК, не оказывали статистически значимого влияния на исход ПП.

Клинический успех за весь период наблюдения составил 79%. У всех пациентов отмечено увеличение значения ЛПИ с предоперационного  $0.56 \pm 0.05$  до послеоперационного  $0.89 \pm 0.16$  ( $p=0.001$ ).

Вторичная (рисунок 36) и первично-ассистированная (рисунок 37) проходимости за период наблюдения до 5 лет составила по 90%, соответственно.

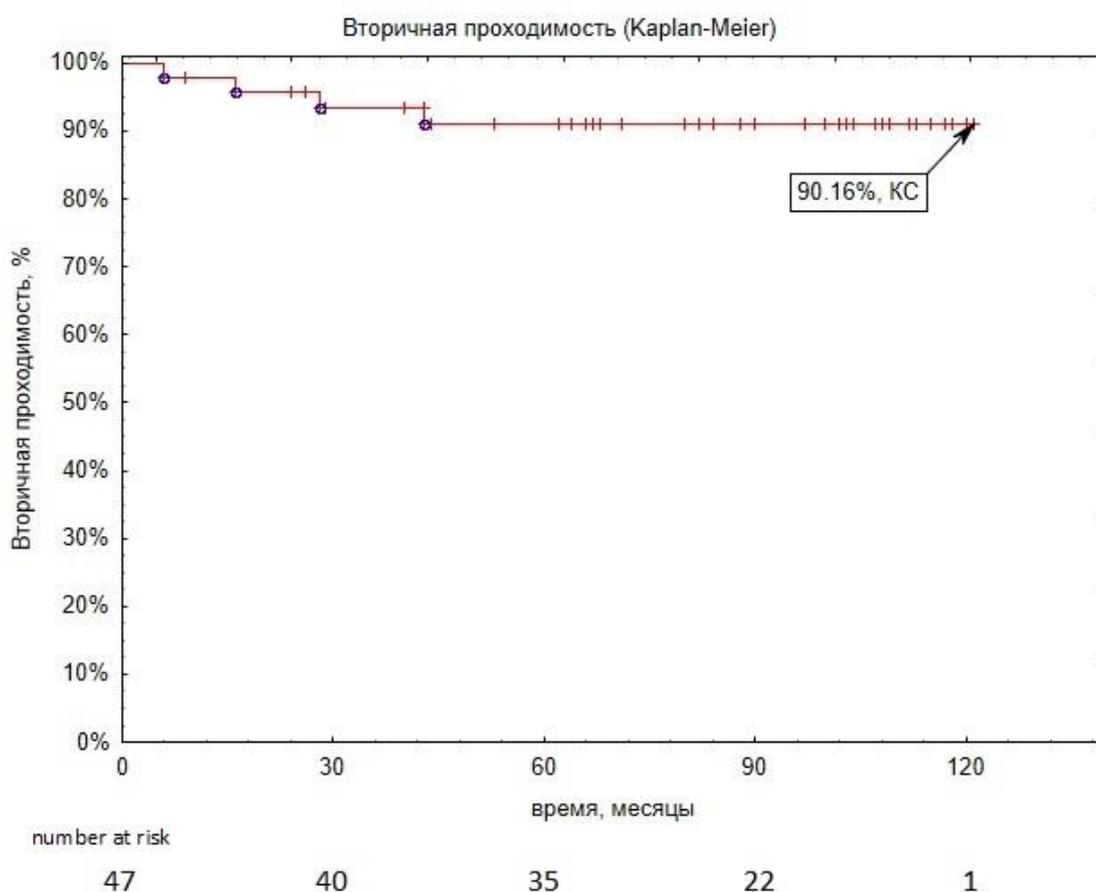


Рисунок 36 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей вторичной проходимости при КС

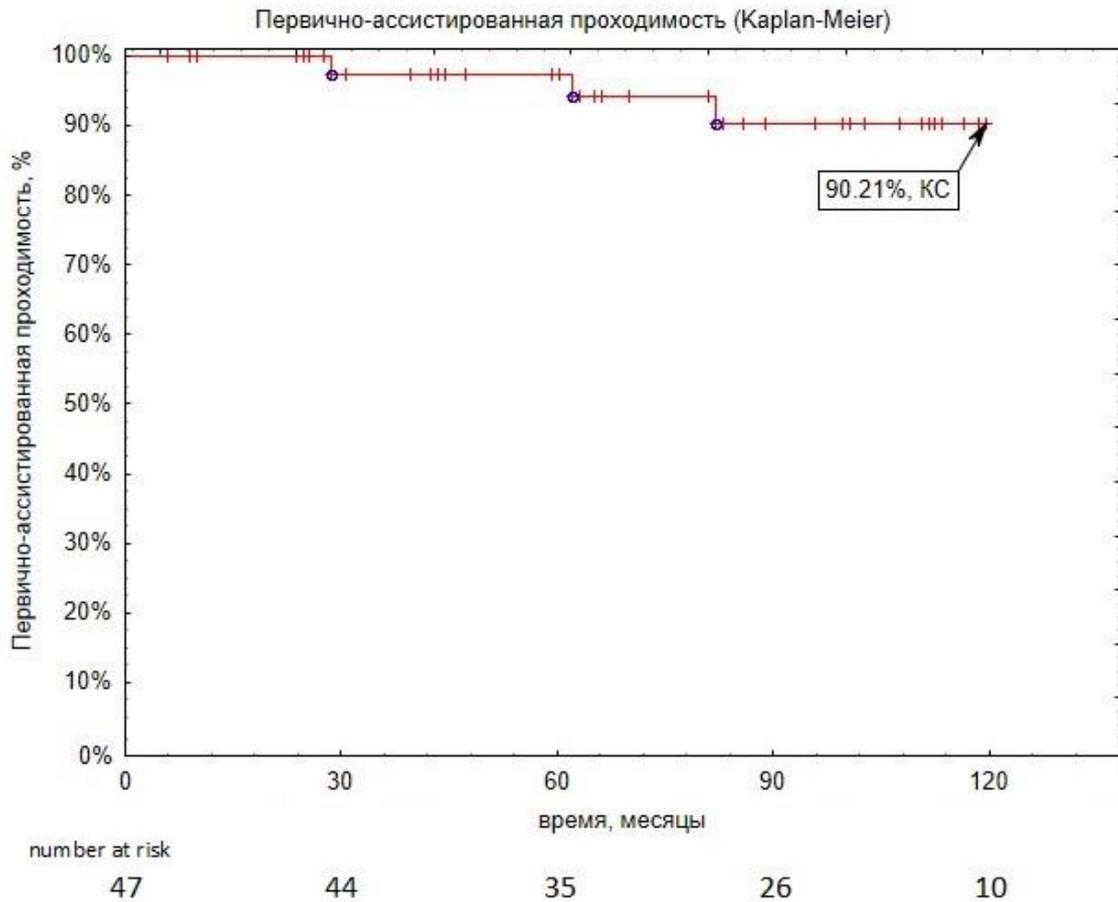


Рисунок 37 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателя первично-ассистированной проходимости при КС

Выживаемость за 66 месяцев (29 – 84) наблюдения составила 88.9%, рисунок 38. За время наблюдения умерли пять пациентов. Один больной умер после 2 лет наблюдения, но это не было связано с основным заболеванием. 2 летальных исхода произошли от ОИМ и тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) на 40-м и 62-м мес. Эти осложнения развились у больных после высокой ампутации нижней конечности. Еще 2 пациента погибли на 26-й и 67-й месяцы после операции от злокачественных новообразований (ЗНО) легких.

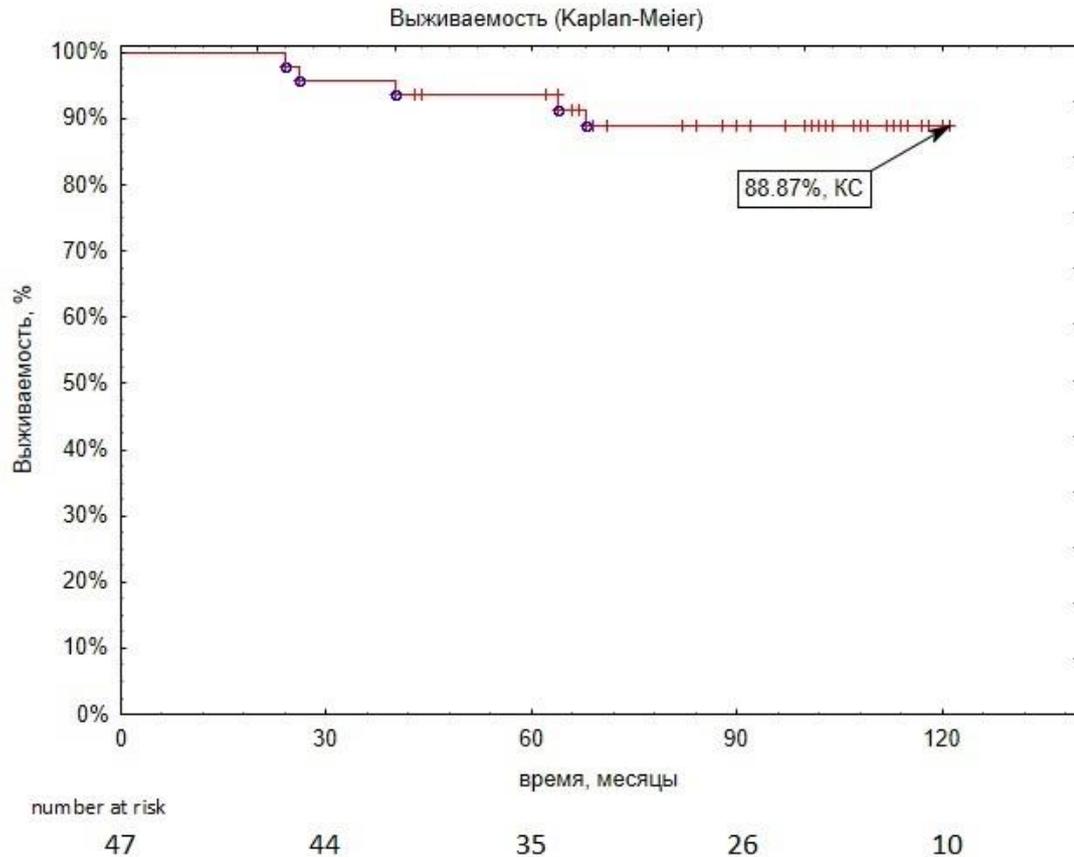


Рисунок 38 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей выживаемости при КС

Высокая ампутация конечности была выполнена еще 1 пациенту. У него через 28 месяцев наблюдения была выявлена окклюзия стентированных сегментов. По этому поводу ему выполнялась повторная реканализация со стентированием аорто-подвздошного сегмента.

У всех 3 пациентов, которым потребовалось выполнение высокой ампутации конечности, до операций отмечалось "пограничное" поражение бедренно-подколенного сегмента. Реваскуляризацию бедренно-подколенного сегмента им планировалось выполнить в дальнейшем, однако в результате возникшей острой ишемии нижних конечностей пришлось выполнить ампутацию по месту жительства. Уровень сохранения конечности представлена на рисунке 39.

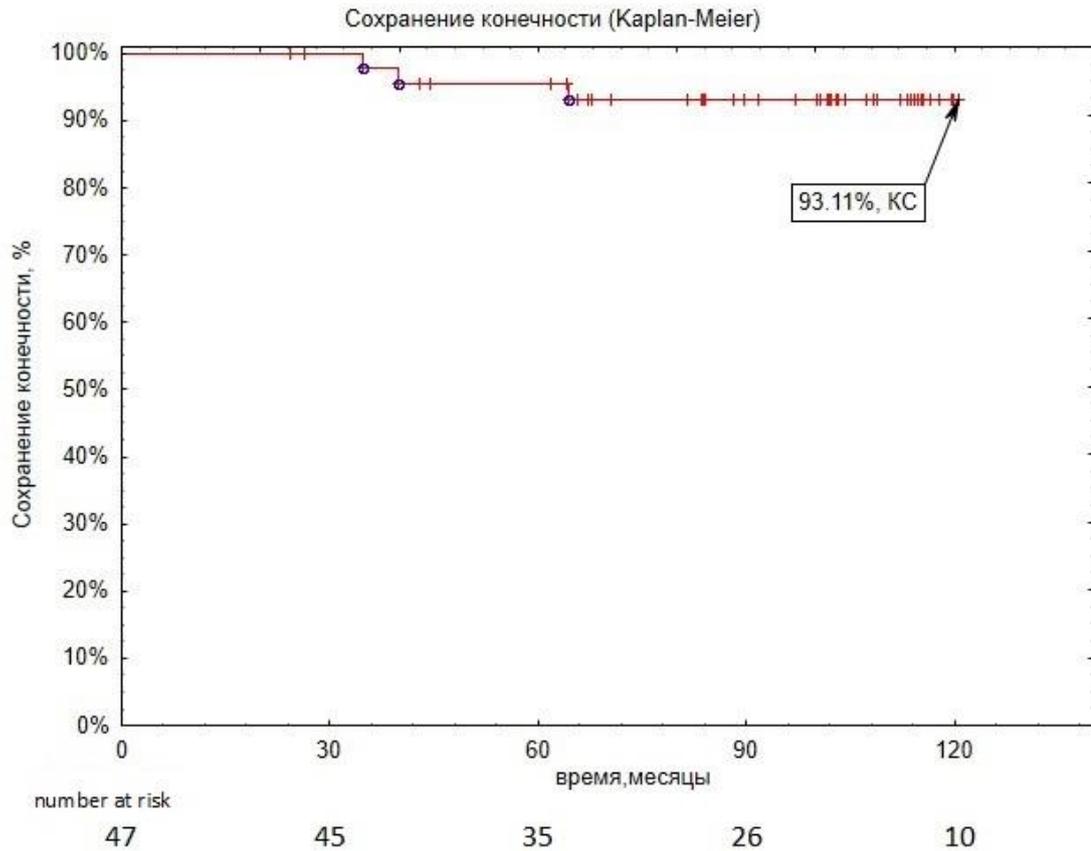


Рисунок 39 - Кривая Каплана–Мейера, рассчитанная для показателей сохранения конечности при КС

### 6.1.2. Обсуждение полученных результатов

Аорто-подвздошные поражения TASC II C и D исторически считаются трудными для эндоваскулярной коррекции из-за протяженности поражения и наличия окклюзии [Aihara H. et al. 2014, Taeymans K. et al. 2018]. Однако за последние годы эндоваскулярные технологии реваскуляризации при поражениях аорто-подвздошного сегмента значительно эволюционировали и в настоящее время доступны различные методы и материалы, позволяющие достигать отличных результатов с точки зрения проходимости и низкой частоты осложнений [Psacharopulo D. et al. 2015, Jongkind V. et al. 2010, Groot Jebbink E. et al. 2017, Sharafuddin M.J. et al. 2008].

В обзорных статьях, опубликованных в 2010 и 2017 гг., включающих не менее 19 исследований результатов эндоваскулярных операций при аорто-подвздошных поражениях по TASC II C и D, продемонстрированы, что клинический успех составил от 70 до 100% в ближайшем периоде наблюдения

[Matas M. et al. 2013, Aboyans V. et al. 2017]. Клинический успех в нашем исследовании за весь период наблюдения составил 79%, со средним регрессом ХИНК по А.В. Покровскому на  $2\pm 0.8$  степени.

К интраоперационным осложнениям при выполнении КС относят диссекцию, при которой требуется дополнительное стентирование, и дистальную эмболию. Наиболее частыми в раннем послеоперационном периоде являются осложнения в месте доступа, такие как кровотечения и гематомы, реже псевдоаневризмы. Среди поздних осложнений описаны единичные случаи развития инсультов, инфарктов, контраст-индуцированной нефропатии, ТЭЛА [Robertson L. et al. 2012]. В нашем исследовании в раннем послеоперационном периоде значимых событий, таких как значимые сердечно-сосудистые события (MACE) и значимые события на конечностях (MALE) не отмечалось. Из ранних осложнений выявлены 2 пульсирующие гематомы на месте пункции ОБА и 3 пациента отмечали клиническую картину посткомпрессионного неврита верхней конечности после давящей повязки на плечевой артерии.

В этом исследовании показатель первичной проходимости оперированного сегмента составил 58.1% за 66 месяцев наблюдения. Данные показатели сопоставимы с результатами обзора от G.E. Jebbink et al. [Groot Jebbink E. et al. 2019] о КС, в котором технический успех составил 98.7%, а ПП имела показатель за 5 лет около 60%.

По литературным данным, на проходимость сосуда в зоне реконструкции после стентирования аорто-подвздошного сегмента влияет кальциноз стенки сосудов. С одной стороны, кальцинированные бляшки являются более стабильными, чем мягкие [Allemang M.T. et al. 2013], с другой - они могут быть причиной технических проблем при ЭВЛ больных с поражением аорто-подвздошного сегмента [Strobl F.F. et al. 2013]. Согласно нашим данным, наличие кальцинированных бляшек достоверно не влияло на риск развития рестенозов и реокклюзий. Однако при регрессионном анализе было выявлено, что имплантация стентов с диаметром менее 7 мм и выведение стентов в брюшную аорту по типу "двустволки" были достоверными предикторами, приводящими к снижению ПП. Возможно, эту проблему можно решить методом

стентирования бифуркации аорты по типу CERAB [Roisin S. et al. 2025]. По данным исследователей, в пространстве, оставленном за пределами стентов выше бифуркации аорты, снижается скорость кровотока, что может привести к тромбозу и запуску каскада процессов гиперкоагуляции с последующим развитием гиперплазии интимы [Kim T.H. et al. 2011]. Проведенный нами дополнительный субанализ томограмм продемонстрировал наличие у большинства больных пристеночных тромботических масс в инфраренальной аорте. Возможно, дистальная эмболия этих тромбомасс повлияла на исход первичной проходимости [Mwipatayi V.P. et al. 2016].

Вторичная проходимость и свобода от повторных реинтервенций за период наблюдения составили 93 и 67.4% соответственно. Таким образом, эндоваскулярные вмешательства после реокклюзии и рестеноза стентов у большинства больных осуществимы и эффективны. Повторные вмешательства продолжают оставаться допустимым вариантом во время последующего наблюдения пациентов. Наши результаты оказались сопоставимы с теми данными, где сообщается о вторичной проходимости до 83-95% через 5 лет [Vertes M. et al. 2018, Groot Jebbink E. et al. 2017, Serra R. et al. 2021].

Пятилетняя выживаемость больных составила 88.7%. Аналогичный показатель у других авторов составлял 93-98%. Стоит отметить, что причинами смерти были ОИМ, ТЭЛА и ЗНО легких. По различным данным, количество ампутаций после подобных реконструкций составляет 1.9-14.3%, что также сопоставимо результатам данного исследования. За период наблюдения 3 пациентам были выполнены высокие ампутации нижних конечностей. Стоит отметить, что регрессионный анализ продемонстрировал существенное влияние на ампутации конечностей возраста пациентов: чем старше пациент, тем больше риск ампутаций. К тому же 2 пациентов после ампутаций конечностей умерли от ОИМ и ТЭЛА.

#### *Ограничение исследования*

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, это ретроспективное исследование, была проанализирована только небольшая когорта пациентов, особенно для оценки предикторов потери проходимости. Однако важно учитывать факт того, что подобный опыт пока недостаточно представлен в

отечественной литературе и в большинстве своем представляет собой единичные клинические наблюдения. Во-вторых, кривая обучения, возможно, повлияла на наши результаты, потому что выбор между самораскрывающимися и баллон-расширяемыми стентами изначально был неопределенным. Кроме того, мы не исследовали геометрические особенности бляшек (например, внутрипросветное выпячивание кальцинатов) и конфигурацию стента внутри подвздошных артерий и аорты и их возможное влияние на исход.

## РЕЗЮМЕ

Применение метода эндоваскулярной реконструкции бифуркации аорты и подвздошных артерий продемонстрировало высокую эффективность в долгосрочном периоде наблюдения. Выявленные предикторы потери первичной проходимости в зоне реваскуляризации указывают на необходимость более тщательного планирования этой процедуры, и у отдельных больных следует рассматривать возможность проведения первичной открытой операции либо использовать для этой процедуры стент-графты.

### **6.2. Сравнительный анализ эндоваскулярного и открытого оперативного лечения бифуркационного поражения аорто-подвздошного сегмента**

Цель исследования заключалась в сравнении эндоваскулярного «киссинг» стентирования с традиционным открытым аорто-бедренным бифуркационным шунтированием (АББШ) при лечении пациентов с поражением бифуркации брюшной аорты и подвздошных артерий.

Был проведен ретроспективный анализ 143 пациентов с бифуркационным поражением АПС (TASC-II C/D), прооперированных с января 2012 г. по декабрь 2021 г. Данное исследование было проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и рекомендациями по надлежащей клинической практике.

Первой группе пациентов выполнялось КС голометаллическими самораскрывающимися или баллонно-расширяемыми стентами. Количество имплантированных стентов было от 2 до 4 штук за одну процедуру. Второй группе

пациентов выполнялось бифуркационное аорто-бедренное шунтирование. Выбор метода реваскуляризации определялся врачебным консилиумом на основании выраженности сопутствующей патологии, операционного риска, рассчитываемого с использованием системы оценки сопутствующих заболеваний «Общества сосудистой хирургии» (SVS) и шкалы Американского общества анестезиологов (ASA).

#### *Отбор пациентов*

Критерии включения: взрослые пациенты старше 40 лет; перемежающаяся хромота (ПХ), ограничивающая образ жизни, или критическая ишемия нижних конечностей (КИНК); включая боль в покое и трофические поражения (степени ХИНК 2б-4 по А.В. Покровскому); первичные бифуркационные окклюзионно-стенотические поражения АПС (TASC-II C/D); двусторонняя окклюзия общей подвздошной артерии (ОПА); тандемные гемодинамически значимые стенозы брюшной аорты и обеих подвздошных артерий; пациенты, прошедшие не менее 3 лет наблюдения.

Критерии исключения: пациент с окклюзией или аневризматическим расширением инфраренального отдела аорты; гемодинамически значимые поражения ОБА и\или ГБА, требующие эндартерэктомии и\или профундопластики; тяжелые сопутствующие заболевания с ожидаемой продолжительностью жизни менее 5 лет.

#### *Конечные точки исследования*

Первичная конечная точка: 3-летняя первичная проходимость

Вторичные конечные точки: 30-дневные осложнения (значимые нежелательные сердечно-сосудистые-события, смерть, хирургические осложнения), свобода от повторных реваскуляризаций целевого поражения, спасение конечности

#### *Статистический анализ*

Для уравнения предоперационных клинических и анатомических различий между пациентами двух групп использовался метод «Propensity Score Matching» (PSM) [Ruzankin P. et al. 2019]. Показатели склонности рассчитывали с помощью модели логистической регрессии, основанной на следующих ковариатах (таблица

1): возраст, пол, курение, гипертония, ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность, почечная недостаточность, инсульт или ТИА, сахарный диабет, дислипидемия, ИМТ более 30 кг\м<sup>2</sup>, риски ASA и SVS, классификация ХИНК, классификация TASC II, выраженный и слабый кальциноз АПС, проходимость ПБА. Абсолютные стандартизированные различия были рассчитаны как отношение абсолютной разницы взвешенных средних к суммарной дисперсии для непрерывных переменных и как абсолютная разница пропорций для бинарных переменных. Коэффициенты дисперсии были рассчитаны как отношения взвешенных дисперсий в группах сравнения. Сопоставление было надлежащим при абсолютных стандартизированных различиях <0.1 и коэффициентах дисперсии <2 для всех переменных. Для оценки ковариационного баланса использовался Cobalt R версии 4.2.

### 6.2.1. Результаты исследования

#### *Характеристика пациентов*

В исследование были включены 143 пациента (n = 57 КС; n = 86 АББШ). Исходные характеристики пациентов в группах до и после сопоставления показателей склонности представлены в таблице 23. Пациенты, включенные в группу КС, имели значительно более высокий пери-операционный риск, оцениваемый по суммарному баллу SVS ( $0.97 \pm 0.23$  против  $0.81 \pm 0.12$ , ACP = 0.08), и баллу ASA ( $2.98 \pm 0.09$  против  $2.90 \pm 0.33$ , ACP = 0.06). После сопоставления показателей склонности группы КС и АББШ имели сопоставимый риск по оценке SVS ( $0.95 \pm 0.43$  против  $0.89 \pm 0.65$ , ACP = 0.003) и оценке ASA ( $2.98 \pm 0.08$  против  $2.98 \pm 0.10$ , ACP = 0.006).

В сопоставленной когорте не было выявлено существенных различий в демографических данных, в показателях фактора риска, в шкалах пери-операционного риска, степени ишемии конечности и по анатомии поражения АПС согласно классификации TASC II (таблица 23).

Таблица 23 - Исходные характеристики пациентов в группах до и после сопоставления показателей склонности (propensity score matching)

Показатель	Нескорректированные данные			Скорректированные данные		
	КС <i>n</i> = 57	АББШ <i>n</i> = 86	АСР	КС <i>n</i> = 40	АББШ <i>n</i> = 40	АСР
Группы сравнения						
Демографические данные						
возраст, лет	65.4±3.7	61.2±2.3	0.042	63.3±6.2	62.9±4.3	0.004
пол, мужчина	43 (75.4)	71 (82.6)	0.072	33 (82.5)	33 (82.5)	0.000
Факторы риска						
Курение	30 (52.6)	53 (61.6)	0.09	20 (50)	20 (50)	0.000
АГ	42 (73.6)	51 (59.3)	0.143	27 (67.5)	27 (67.5)	0.000
ИБС	51 (89.4)	65 (75.6)	0.138	31 (77.5)	31 (77.5)	0.000
ХСН	43 (75.4)	75 (87.2)	0.118	9 (22.5)	9 (22.5)	0.000
ХПН	24 (42.1)	31 (36.1)	0.06	5 (12.5)	5 (12.5)	0.000
ОНМК или ТИА	11 (19.3)	20 (23.3)	0.04	8 (20)	8 (20)	0.000
СД	13 (22.8)	15 (17.4)	0.054	6 (15)	6 (15)	0.000
Дислипидемия	36 (63.2)	62 (72.1)	0.089	25 (62.5)	25 (62.5)	0.000
ИМТ≥30	21 (36.8)	24 (27.9)	0.089	10 (25)	10 (25)	0.000
Шкала пери-операционного риска						
ASA	2.98 ± 0.09	2.90 ± 0.33	0.06	2.98 ± 0.08	2.98 ± 0.10	0.006
SVS	0.97 ± 0.23	0.81 ± 0.12	0.08	0.95 ± 0.43	0.89 ± 0.65	0.003
Классификация ХИНК (по Покровскому А.В.)						
2Б	37 (64.9)	63 (73.3)	0.084	28 (70)	28 (70)	0.000
3	15 (26.3)	12 (13.9)	0.124	9 (22.5)	9 (22.5)	0.000
4	5 (8.8)	11 (12.8)	0.04	3 (7.5)	3 (7.5)	0.000

Продолжение таблицы 23

Анатомические особенности поражения						
TASC II C	42 (73.6)	46 (53.5)	0.201	22 (55)	22 (55)	0.000
TASC II D	15 (26.3)	40 (46.5)	0.202	18 (45)	18 (45)	0.000
Выраженный кальциноз АПС	24 (42.1)	30 (34.9)	0.072	18 (45)	18 (45)	0.000
Слабый кальциноз АПС	33 (57.9)	56 (65.1)	0.072	22 (55)	22 (55)	0.000
стеноз ПБА $\geq 70\%$ /окклюзия	35 (61.4)	45 (52.3)	0.091	17 (42.5)	17 (42.5)	0.000

*Примечание.* КС – катетеризация стентирование; АББШ – аорто-бедренное бифуркационное шунтирование; АСР – абсолютная стандартизованная разница; АГ – артериальная гипертензия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ХПН – хроническая почечная недостаточность; ОНМК – острая недостаточность мозгового кровообращения; ТИА – транзиторная ишемическая атака; СД – сахарный диабет; ИМТ – индекс массы тела; ХИНК – хроническая ишемия нижней конечности; ПБА – поверхностная бедренная артерия; ASA – американское общество анестезиологов; SVS – общество сосудистых хирургов; TASC – транс-атлантический межобщественный консенсус; Данные представлены в виде n (%); среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение.

#### *Процедурные результаты*

Интраоперационные данные приведены в таблице 24. В группе КС среднее количество стентов составило  $2.6 \pm 0.8$ , средний диаметр имплантированных стентов  $9.5 \pm 0.5$  мм, при средней длине покрытия  $161 \pm 3.8$  см.

Таблица 24 - Операционные данные

Показатель	КС $n = 40$	АББШ $n = 40$	p
Процедурные данные			
Пункционный доступ	40 (100)	-	NA
Средняя длина стентов (см)	$161 \pm 3.8$	-	NA

Продолжение таблицы 24

Тип стентов			
БРС	21 (52.5)	-	NA
СРС	8 (20)	-	NA
БРС+СРС	11 (27.5)	-	NA
Размеры бифуркационных дакронных протезов			
20/10/10	-	11 (27.5)	NA
18/9/9	-	26 (65)	NA
16/8/8	-	3 (7.5)	NA
Доступ для проведения АББШ			
Забрюшинный параректальный	-	36 (90)	NA
Срединный лапаротомный	-	4 (10)	NA

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение ± стандартное отклонение; NA – не применимо; ЭВЛ – эндоваскулярное лечение; ГЛ – гибридное лечение; КС – катетерное стентирование; АББШ – аорто-бедренное бифуркационное шунтирование; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; БРС – баллонно-расширяемый стент; СРС – самораскрывающийся стент.

### *30-дневные результаты*

Характеристика осложнений в раннем послеоперационном периоде в течение 30 дней представлена в таблице 25. Послеоперационной летальности, дыхательной недостаточности и инфаркта миокарда в обеих группах за 30-дневный период не наблюдалось. У одного пациента из группы КС был эпизод ТИА с восстановлением клинической симптоматики в течение 2 часов после операции. Вероятно, это было связано с катетеризацией через правую плечевую артерию. Совокупный уровень осложнений составил 7.5% и 15% в группах КС и АББШ, соответственно ( $p = 0.47$ ).

В группе КС был зарегистрирован 1 случай тромбоза стента (2.5%), потребовавший выполнения открытой тромбэктомии с баллонной ангиопластикой зоны целевого поражения, и 1 случай постпункционной пульсирующей гематомы ОБА (1.5%), потребовавший хирургического ушивания дефекта артерии. Не было

зафиксировано разрывов подвздошных артерий, случаев ишемии органов малого таза и ягодичных мышц, дистальной эмболизации.

Таблица 25 - Послеоперационные 30-дневные осложнения

	КС <i>n</i> = 40	АББШ <i>n</i> = 40	<i>p</i>
Основные нежелательные явления			
Инфаркт миокарда	0 (0)	0 (0)	NA
ОНМК/ТИА	1 (2.5)	0 (0)	>0.99
ОДН	0 (0)	0 (0)	NA
Смерть	0 (0)	0 (0)	NA
Хирургические осложнения			
Диссекции	0 (0)	0 (0)	0.24
Тромбоз стента/протеза	1 (2.5)	1 (2.5)	>0.99
Гематомы области доступа	1 (2.5)	2 (5)	0.62
Нейропатии	0 (0)	1 (2.5)	>0.99
Инфекции раны	0 (0)	2 (5)	0.49
Инфекции стента/протеза	0 (0)	0 (0)	NA
Общее	3 (7.5)	6 (15)	0.47

*Примечание.* Данные представлены в виде *n* (%); среднее значение ± стандартное отклонение; NA – не применимо; КС – катетеризация стентирование; АББШ – аорто-бедренное бифуркационное шунтирование; ОНМК – острая недостаточность мозгового кровообращения; ТИА – транзиторная ишемическая атака; ДН – дыхательная недостаточность.

В группе АББШ был зарегистрирован 1 (2.5%) случай тромбоза бранши протеза, по поводу чего выполнена хирургическая тромбэктомия, 2 (5%) случая гематом в паховых доступах, которые потребовали ревизии послеоперационных ран и эвакуации, 1 (2.5%) случай нейропатии бедренного нерва, который купировали консервативно и 2 (5%) случая поверхностной инфекции паховых ран без вовлечения протеза и успешно купируемых после консервативного лечения. Длительность госпитализации была статистически значимо меньше в группе КС

(КС:  $3.9 \pm 1.6$  койко-дней; АББШ:  $9.1 \pm 1.9$  койко-дней;  $p < 0.001$ . Средний срок пребывания пациентов в ОРИТ в группе АББШ составил  $2.1 \pm 0.4$  койко-дней.

### 3-летние результаты

Период наблюдения составил 36 месяцев в обеих группах. Первичная проходимость в группе КС составила 87.5%, в группе АББШ- 95.0% ( $p = 0.24$ ) (рисунок 40).

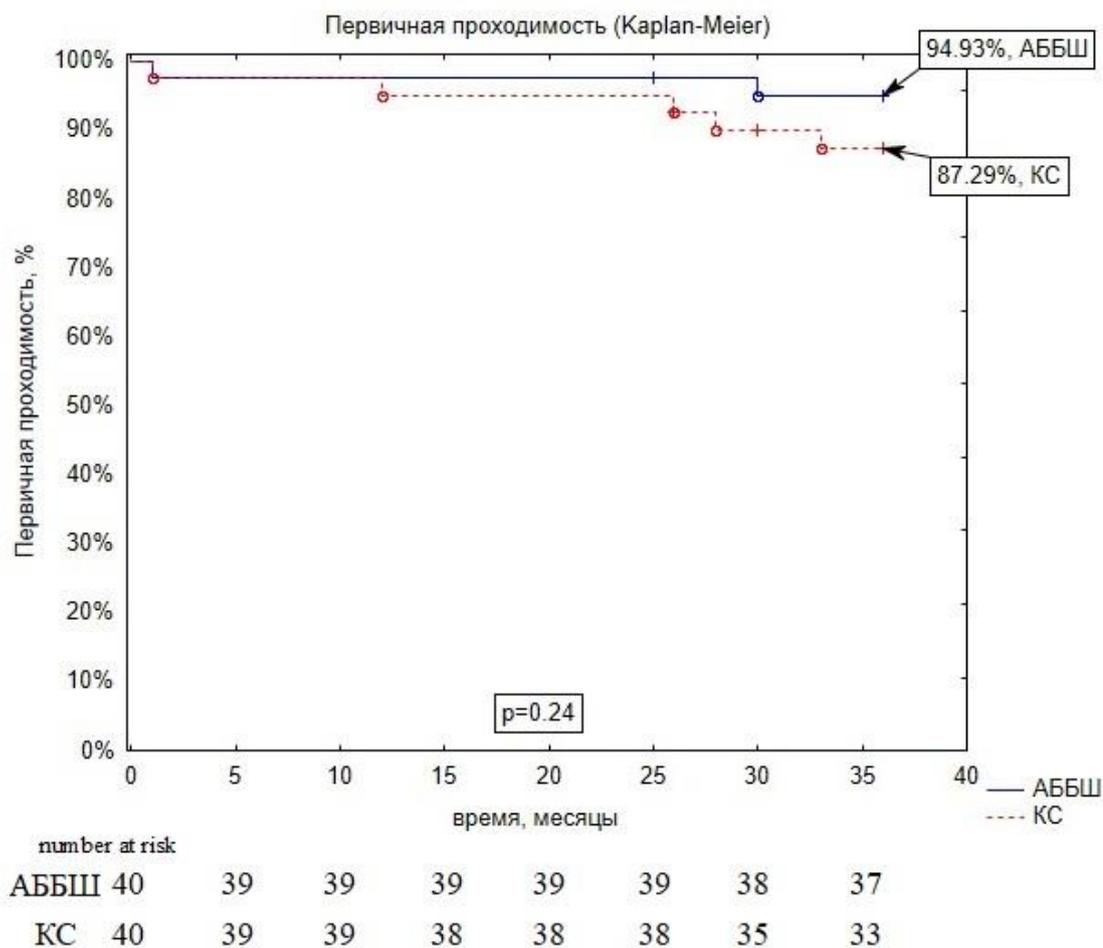


Рисунок 40- Кривая Каплана–Мейера рассчитывает показатели первичной проходимости для КС и АББШ

Свобода от повторных реваскуляризации составила 87.5% и 95% в группах КС и АББШ, соответственно ( $p=0.43$ ). На среднесрочном периоде наблюдения 2 пациентам из группы КС было выполнено АББШ, 2 пациентам унилатеральная реканализация с баллонной ангиопластикой целевого поражения. Одному пациенту из группы АББШ в отделенном периоде была выполнена гибридная процедура (реконструкция дистального анастомоза с ангиопластикой бранши протеза).

Вторичная проходимость составила 97.5% и 100% в группах КС и АББШ, соответственно ( $p=1.00$ ). Сохранение конечности составило 97.5% и 100% в группах КС и АББШ, соответственно ( $p=1.00$ ).

Летальность в группе КС составила 5%, в группе АББШ 2.5% ( $p=0.62$ ) (рисунок 41). В группе КС 2 летальных случая были связаны с ОИМ и ОНМК по геморрагическому типу, в группе АББШ один пациент умер в следствие ТЭЛА.

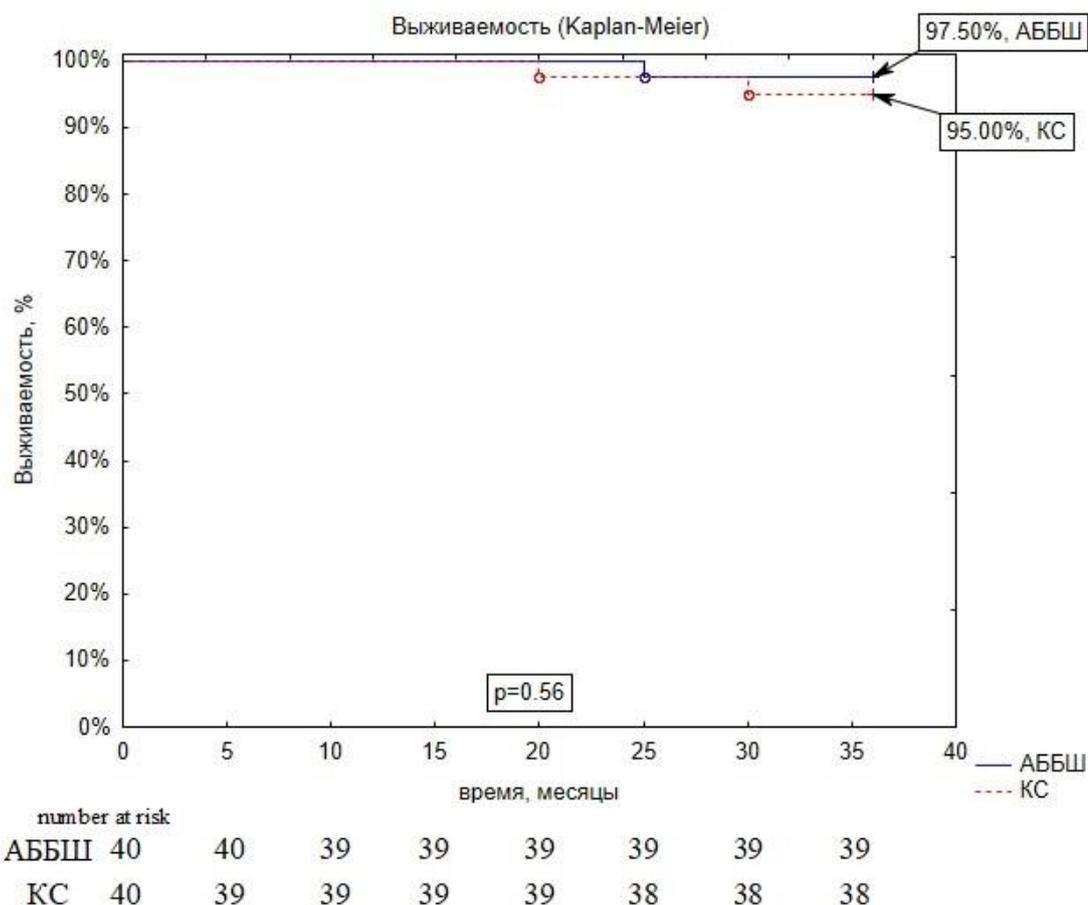


Рисунок 41 - Кривая Каплана–Мейера рассчитывает показатели выживаемости КС и АББШ

Однофакторный регрессионный анализ Кокса показал, что предоперационная КИНК 6.65 [1.29;34.37] и гемодинамически значимое поражение ПБА или ГБА 6.04 [0.72;50.22] повышали риск развития рестеноза\реокклюзии (таблица 26).

Таблица 26 - Результаты однофакторного регрессионного анализа Кокса предикторов рестеноза\реокклюзии в среднесрочном периоде наблюдения

Предикторы рестеноза/реокклюзии	ОР [ДИ]	p
методы КС/АББШ	2.50 [0.47;13.13]	0.28
возраст $\geq 70$ лет	1.14 [0.13;9.77]	0.91
курение	2.45 [0.49;13.26]	0.26
АГ	0.60 [0.13;2.69]	0.50
ИБС	4.93 [0.80;6.27]	0.99
ХСН	2.02 [0.45;9.04]	0.36
ОНМК или ТИА	0.99 [0.17;2.79]	0.99
СД	2.32 [0.44;12.10]	0.31
дислипидемия	1.56 [0.30;8.08]	0.59
КИНК	6.65 [1.29;34.37]	0.02
Шкала ASA	1.19 [0.88;1.76]	0.43
Шкала SVS	2.25 [1.23;3.78]	0.18
Пристеночный тромбоз бр. аорты (по КТ)	2.02 [0.45;9.06]	0.35
Окклюзия подвздошных артерий	1.84 [0.22;15.33]	0.57
Выраженный кальциноз АПС	3.18 [0.61;16.42]	0.16
стеноз ПБА/ГБА $\geq 70\%$ /окклюзия	6.04 [0.72;50.22]	0.04

*Примечание.* Данные представлены в виде n (%); среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение; КС – катетеризация стентирование; АББШ аорто-бедренное бифуркационное шунтирование; АГ – артериальная гипертензия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ХПН – хроническая почечная недостаточность; ОНМК – острая недостаточность мозгового кровообращения; ТИА – транзиторная ишемическая атака; СД – сахарный диабет; ПХ – перемежающаяся хромота; КИНК – критическая ишемия нижней конечности; КТ – компьютерный томограф; АПС – аорто-подвздошный сегмент; ГБА – глубокая бедренная артерия; ПБА – поверхностная бедренная артерия; ASA - американское общество анестезиологов; SVS - общество сосудистых хирургов.

### 6.2.2. Обсуждение полученных результатов

В этом ретроспективном исследовании с псевдорандомизацией были включены 80 пациентов с бифуркационным поражением аорто-подвздошного сегмента (TASC-II C/D). Результаты исследования показали, что эндоваскулярное «киссинг» стентирование показало сопоставимую 3-летнюю первичную проходимость и свободу от повторных операций по сравнению с АБШ.

В литературе результаты КС с основным представлены ретроспективными данными с разнородными предоперационными клинико-анатомическими характеристиками пациентов, с использованием различных типов стентов и методик. По данным систематического обзора 21 ретроспективного исследования Jebbink и соавторов технический успех КС был достигнут в 98.7% случаев, частота осложнений составила 10.8%, а первичная проходимость через 12, 24 и 60 месяцев достигала 89.3%, 78.6% и 69.0% соответственно [Groot Jebbink и др., 2017, 2019]. Помимо небольшого количества исследований, лишь в нескольких работах представлены результаты применения однородных типов стентов при КС. Так 5-летняя первичная проходимость самораскрывающихся стентов составила 64-82%, а 2-летняя первичная проходимость баллонно-расширяемых стентов составила 92% для покрытых и 62% для непокрытых стентов [Houston et al. 2007; Moon et al. 2015; Sabri et al. 2010].

Отметим то, что в нашем исследовании для КС использовались незакрытые стенты (стент-графты). Возможно, закрытые стенты показали бы другие результаты в отношении эффективности, так как согласно рекомендациям ESVS от 2024 года при длинных поражениях АПС (TASCII C, D) предусмотрено лечение с применением именно стент-графтов [Nordanstig et al. 2024]. Однако сравнительные исследования разных типов стентов противоречивы. Результаты рандомизированного исследования DISCOVER не выявили статистически значимой разницы в двухлетней проходимости закрытых стентов (89.1%) и голометаллических стентов (84.7%) при лечении 174 пациентов с окклюзионным поражением общих подвздошных артерий более 3 см ( $p = 0.40$ ) [Bekken et al. 2023]. В РКИ COBEST среди 125 пациентов с поражением подвздошных артерий

закрытые стенты продемонстрировали лучшую первичную проходимость по сравнению с голометаллическими стентами через 18, 24, 48 и 60 месяцев (95.1%, 82.1%, 79.9%, 74.7% для закрытых стентов и 73.9%, 70.9%, 63%, 62.5% для голометаллических стентов,  $p = 0.01$ ) [Mwipatayi et al. 2016].

Сравнительные исследования АББШ и КС малочисленны. Продолжаются обсуждения оптимального метода лечения бифуркационных поражений аорто-подвздошного сегмента. Хорошая долгосрочная проходимость открытой реконструкции компенсируется низким уровнем осложнений и смертности при эндоваскулярном КС, которое, напротив, подверглось сомнению с точки зрения долгосрочной проходимости и необходимости повторных вмешательств. Мета-анализ 57 исследований (5358 пациентов) показал, что в группе открытой хирургии было больше осложнений (18.0% против 13.4%,  $p < 0.001$ ) и более высокая 30-дневная смертность (2.6% против 0.7%,  $p < 0.001$ ). Через 1, 3 и 5 лет суммарные показатели первичной проходимости были выше в группе открытой хирургии- 95.7% против 90.0% ( $p = 0.002$ ), 91.5 против 86.5% ( $p < 0.001$ ) и 91.0% против 82.5% ( $p < 0.001$ ), соответственно (Indes et al., 2013).

Однако более поздние ретроспективные сравнительные исследования АББШ и КС доложили о сопоставимых отдалённых результатах при большей частоте ранних послеоперационных осложнений в группе АББШ [Dorigo et al. 2017; Squizzato et al. 2021]. В нашем ретроспективном исследовании мы также продемонстрировали сопоставимую частоту смертности, первичной проходимости и свободы от повторных реваскуляризаций в течение 3 лет наблюдения после АББШ и КС. Количество послеоперационных осложнений было в два раза больше в группе АББШ, однако статистически значимой разницы не было получено.

Среди факторов, влияющих на послеоперационные результаты, критическая ишемия нижних конечностей является известным предиктором худших результатов [Dorigo et al. 2017; Norgren et al. 2007]. Это было справедливо и в нашем исследовании. КИНК была независимым фактором риска рестеноза/реокклюзии в отдаленном периоде. Хотя проходимость АББШ и КС не различалась в долгосрочной перспективе, общие результаты проходимости были хуже у

пациентов с КИНК. Также состояние артерий оттока является еще одним важным фактором, отрицательно влияющим на проходимость аорто-подвздошных вмешательств [Kashyap et al. 2008]. Согласно нашим данным, сопутствующее гемодинамически значимое поражение артерий оттока в 6 раз повышало риск рестеноза и реокклюзии.

В исследовании BRAVISSIMO сообщалось еще об одном факторе риска худшей проходимости стентов в подвздошных артериях - возраст пациентов менее 50 лет [Donato De et al. 2015]. У пациентов моложе 50 лет может быть более “агрессивный” тип атеросклероза, проявляющийся симптомами в более раннем возрасте и более склонный к прогрессированию заболевания после лечения и последующей потере проходимости. Таким образом эндоваскулярные технологии могут иметь хорошие перспективы для лечения пациентов с бифуркационным поражением аорто-подвздошного сегмента у пожилых пациентов из-за низкого операционного риска, тогда АББШ может иметь преимущества у молодых пациентов с большой прогнозируемой продолжительностью жизни и низким операционным риском.

#### *Ограничения исследования*

Настоящее исследование имеет явные ограничения из-за ретроспективного типа анализа и малого объема выборки. Тем не менее, какой-либо окончательный вывод может быть сделан только на основе рандомизированных клинических исследований, с сравнением различных методик и материалов. Учитывая не рандомизированный характер исследования, выбор метода реваскуляризации был оставлен на усмотрение хирурга; потенциальное предпочтение АББШ в случаях более сложных поражений аорты, возможно, привело к возможной предвзятости при выборе. Однако использование сопоставления показателей склонности (propensity score matching) позволило нам провести сравнение между похожими группами.

#### **РЕЗЮМЕ**

При использовании «киссинг» стентирования аорты и подвздошных артерий были получены удовлетворительные результаты как с технической точки зрения в раннем периоде, так и в сохранении поздней проходимости. Однако выявленные

предикторы потери первичной проходимости свидетельствуют о необходимости более тщательного планирования этой процедуры.

Эндоваскулярный подход лечения поражений бифуркации аорты и подвздошных артерий голо-металлическими стентами продемонстрировал сопоставимую первичную проходимость с АББШ за трехлетний период наблюдения. Количество ранних послеоперационных осложнений было сопоставимо. Таким образом, эндоваскулярные реконструкции аорто-подвздошного сегмента TASCII C, D поражений методом «киссинг» стентирования можно рассматривать как альтернативу АББШ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе приведены результаты различных подходов реваскуляризации сложных поражений аорто-бедренного сегмента. Малоинвазивные подходы были сравнены с золотым стандартом лечения – аорто-бедренным шунтированием.

В последнее время мировой практике большой научный интерес представляет гибридное лечение, когда пациенты имеют сочетанное поражение аорто-подвздошного сегмента и общей бедренной артерии. К тому же сопутствующее поражение атеросклерозом коронарных, брахиоцефальных и других артерий жизненно-важных органов усложняют общепринятые модели лечения таких пациентов.

По литературным данным ранее опубликованные исследования носят в основном ретроспективный характер, к тому же результатов рандомизированных проспективных исследований нет. Поэтому было решено впервые в мировой практике провести 3 рандомизированных исследования для оценки безопасности и долгосрочной эффективности выбранных в диссертации методик реваскуляризации.

В результате исследований доказано, что эндоваскулярные и гибридные операции характеризовались меньшим количеством койко-дней в сравнении аорто-бедренным шунтированием. В свою очередь пациенты после эндоваскулярных операций выписывались из стационара раньше, чем после гибридных операций.

Все приведенные в диссертации типы операций достоверно повышают клиническую эффективность, что доказано улучшением показателей лодыжечно-плечевого индекса и изменением степени ишемии нижних конечностей в положительную сторону.

Количество 30-дневных осложнений при малоинвазивных реваскуляризациях статистически меньше, чем при открытых хирургических вмешательствах, хотя при сравнении эндоваскулярного стентирования и гибридной стратегии эти показатели отличаются незначительно.

Уровень выживаемости и сохранения конечности после всех видов операций были сопоставимы как в раннем, так и в отдаленном периоде наблюдения.

Касаемо первичной проходимости аорто-бедренное шунтирование продемонстрировало превосходство над ЭВЛ и ГЛ при сложных поражениях подвздошно-бедренного сегмента. Хотя при бифуркационном поражении брюшной аорты и подвздошных артерий количество ранних осложнений и проходимость в трехлетнем периоде наблюдения между АБШ и «киссинг» стентированием были аналогичны.

Было установлено, что открытое хирургическое лечение пациентов с наличием критической ишемии конечности было сопряжено с повышенной смертностью в трехлетнем периоде.

Наличие выраженного циркулярного кальциноза явилось вероятным признаком технического неуспеха эндоваскулярной реканализации со стентированием подвздошных артерий. У пациентов с ожирением и индексом массы тела более 30 развивались такие осложнения как серомы, инфицирование раны и вентральная грыжа. Такие осложнения как ОНМК развивались при выполнении эндоваскулярных операций через правый плечевой доступ, что вероятно связано эмболизацией в бассейн правой среднемозговой артерии во время катетеризации через брахиоцефальный ствол.

Присутствие пристеночных тромботических масс в брюшной аорте, наличие критической ишемии нижней конечности и поражение русла оттока (ПБА и ГБА) явились предикторами повышающие шансы рестеноза/реокклюзий оперированных сегментов. Интраоперационные технические аспекты такие как выведение стентов в брюшную аорту более чем на 1 см и имплантация стентов малого диаметра (7мм) так же повышал вероятность рестенозов/реокклюзий. Пациентам возрастной группы старше 70 лет риск ампутации конечности после операций было достоверно выше.

Таким образом, для выбора метода реваскуляризации необходимо учитывать состояние общей бедренной артерии. При отсутствии значимой ее патологии с точки зрения безопасности и эффективности в трехлетнем периоде эндоваскулярные стентирования («киссинг» стентирования бифуркации аорто-

подвздошного сегмента и стентирование длинных поражений подвздошных артерий) можно рассматривать как альтернативу АБШ/АББШ для пациентов с высоким риском хирургических осложнений (ИМТ>30, возраст >70 лет).

При наличии гемодинамически значимого поражения ОБА/ГБА для пациентов гибридное лечение предпочтительнее чем сквозное эндоваскулярное стентирование. При отсутствии сопутствующих факторов повышающий риск хирургических осложнений аорто-бедренное шунтирование предпочтительнее с точки зрения долгосрочной проходимости.

## ВЫВОДЫ

1. Первичная проходимость в отдаленном периоде после АБШ превосходит ЭВЛ (88.12% в группе АБШ и 75.25% в группе ЭВЛ 0.44; 95% ДИ 0.22–0.89;  $p = 0.022$ ). Количество повторной реваскуляризации целевого поражения после ЭВЛ было больше (23.76% и 11.88% случаев в группах ЭВЛ и АБШ соответственно ( $p=0.043$ )). Показатели вторичной проходимости, первично-ассистированной проходимости, выживаемость и ампутаций были сопоставимыми в обеих группах в течение трехлетнего периода наблюдения.

2. При сложных окклюзионно-стенотических поражениях подвздошных артерий, при одинаковой клинической эффективности, частота осложнений при ЭВЛ в течение госпитального периода ниже, чем при АБШ (3.96% в группе ЭВЛ и 15.84% в группе АБШ,  $p = 0.005$ ).

3. Гибридное лечение при сочетанном поражении подвздошных и общей бедренной артерии безопаснее, чем открытая хирургия (частота госпитальных осложнений составила 8.8% в группе ГЛ по сравнению с 21% в группе АБШ,  $p = 0.030$ ).

4. Эффективность гибридных процедур и АБШ при поражении подвздошно-бедренных поражений не имела разницы до 36 месяцев наблюдения (первичная проходимость составила 91% при ГЛ против 89% при АБШ,  $p=0.38$ ). Однако к 6 годам наблюдения первичная проходимость при АБШ превосходит ГЛ (первичная проходимость после АБШ составила 83.5% (95% ДИ 79.2-85.4), при ГЛ составила 69.0% (95% ДИ 66,1-71,5)  $p=0.04$ ). Показатели вторичной проходимости, выживаемости и ампутации оставались сопоставимыми.

5. Первичная проходимость артерий имеет лучшие показатели при ГЛ, чем при сквозном стентировании общей бедренной и подвздошных артерий при длительном наблюдении (через 12, 24 и 36 месяцев составила 81%, 60% и 46% в группе ЭВЛ, 94%, 80% и 73% в группе ГЛ,  $p = 0.12$ ,  $p = 0.09$  и  $p = 0.03$  соответственно). Показатели вторичной проходимости, выживаемости и количество ампутации оставались сопоставимыми.

6. Сквозное стентирование общей бедренной артерии и подвздошных артерий плетеным нитиноловым стентом обладает сопоставимой безопасностью с гибридной

реваскуляризацией при анализе госпитального периода (9.7% в группе ЭВЛ против 22.6% в группе ГЛ,  $p = 0.17$ ).

7. Эндоваскулярное лечение окклюзионно-стенотического поражения бифуркации аорты и подвздошных артерий голо-металлическими стентами продемонстрировал сопоставимую первичную проходимость с АББШ за трехлетний период наблюдения (87.5% - КС против 95.0% - АББШ,  $p = 0.24$ ) при одинаковом уровне ранних послеоперационных осложнений (7.5% КС против 15% АББШ,  $p = 0.47$ ).

8. Низкая первичная проходимость при эндоваскулярном «киссинг» стентировании окклюзионно-стенотических поражений бифуркации брюшной аорты и подвздошных артерий связаны с такими факторами, как "выход" проксимальных участков стентов выше бифуркации аорты более 1 см по типу «двустволки» ( $p = 0.02$ ), их диаметр менее 7 мм ( $p = 0.04$ ) и наличие тромботических масс в инфраренальном отделе аорты по данным компьютерной томографии ( $p = 0.03$ ).

9. Такие предикторы как, исходная критическая ишемия нижней конечности ( $p = 0.02$ ) и гемодинамически значимое поражение русло оттока (стенозы более 70% или окклюзии ПБА/ГБА) ( $p = 0.04$ ) повышали риск развития рестеноза/реокклюзии при эндоваскулярном и открытом лечении у пациентов окклюзионно-стенотическим поражением аорто-подвздошного сегмента типа TASC II C и D. Критическая ишемия нижней конечности сопряжена с повышенной летальностью при лечении открытой хирургией ( $p = 0.01$ ).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для снижения риска развития ТИА/ОНМК катетеризацию артериального русла лучше проводить через артерии левой верхней конечности (лучевая, плечевая).

2. У пациентов с выраженным циркулярным кальцинозом рекомендуется выполнение открытого реконструктивного лечения для повышения шанса процедурного успеха.

3. При эндоваскулярном лечении в аорто-подвздошную позицию рекомендуется имплантировать стенты с диаметром не менее 8 мм. для поддержания проходимости.

4. При наличии пристеночных тромбомасс в брюшной аорте предпочтительнее выполнить открытое оперативное лечение при отсутствии значимой сопутствующей патологии.

5. У пациентов с индексом массы тела  $>30$  для снижения частоты ранних хирургических осложнений целесообразно выполнить эндоваскулярное стентирование.

6. Для уменьшения рисков ампутации конечности пациентам в возрасте старше 70 лет с критической ишемией нижней конечности необходимо предусмотреть возможность одномоментной дистальной реконструкции.

7. При наличии критической ишемии нижней конечности необходимо рассмотреть в первую очередь эндоваскулярные методы или гибридные вмешательства для снижения риска летальности хирургического лечения в раннем послеоперационном периоде.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Учитывая важность дооперационной оценки аорты и артерий нижних конечностей для успешной реваскуляризации, приоритетом данной работы является разработка унифицированной классификации атеросклеротического поражения аорто-бедренной зоны. Ключевым направлением здесь видится применение нейронных сетей для анализа данных МСКТ-ангиографии. Это даст возможность создать эффективный инструмент, способный в автоматическом режиме рассчитывать значимые анатомические параметры и предсказывать результаты вмешательства, что в конечном итоге стандартизирует выбор хирургической стратегии.

В свете стремительной эволюции эндоваскулярной хирургии назрела необходимость в крупных проспективных исследованиях, оценивающих эффективность использования стент-графтов, ротационной эндартерэктомии, эксимерной лазерной абляции, баллонов и стентов с лекарственным покрытием при лечении патологии аорто-бедренного сегмента.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

АББШ – аорто-бедренное бифуркационное шунтирование

АБШ – аорто-бедренное шунтирование

АГ – артериальная гипертензия

АКТ – активация свертывания крови

АоБ – аорто-бедренный

АоБС – аорто-бедренный сегмент

АПС – аорто-подвздошный сегмент

АСК – ацетилсалициловая кислота

БрА – брюшная аорта

БРС – баллонно-расширяемые стенты

БЦА – брахиоцефальные артерии

ВП – вторичная проходимость

ВПА – внутренняя подвздошная артерия

ГБА – глубокая бедренная артерия

ГЛ – гибридное лечение

ГМС – голометаллические стенты

ДАТТ – двойная антитромбоцитарная терапия

ДИ – доверительный интервал

ЖКК – желудочно-кишечное кровотечение

ЗПА – заболевания периферических артерий

ЗС – закрытые стенты, стент-графты

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМТ – индекс массы тела

КИНК – критическая ишемия нижней конечности

КС – «киссинг» стентирование

КФН – контролируемая физическая нагрузка

ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс

ЛСК – линейная скорость кровотока

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

МФА – мультифокальный атеросклероз  
НМГ – низкомолекулярный гепарин  
НПА – наружная подвздошная артерия  
НФГ – нефракционированный гепарин  
ОБА – общая бедренная артерия  
ОНМК – острая недостаточность мозгового кровообращения  
ОПА – общая подвздошная артерия  
ОХ – открытая хирургия  
ОХР – открытая хирургическая реконструкция  
ОР – отношение рисков  
ОМТ – оптимальная медикаментозная терапия  
ПБА – поверхностная бедренная артерия  
ПП – первичная проходимость  
ПТФЭ – политетрафторэтилен  
ПХ – перемежающаяся хромота  
РКИ – рандомизированное клиническое исследование  
РОАИСХ – Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов  
СД – сахарный диабет  
СРС – самораскрываемые стенты  
ССО – сердечно-сосудистых осложнений.  
ТУ – технический успех  
УЗИ – ультразвуковое исследование  
ХБП – хроническая болезнь почек  
ХИНК – хроническая ишемия нижней конечности  
ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких  
ЧТА – чрезкожная транслюминальная ангиопластика  
ЭАЭ – эндартерэктомия  
ЭВЛ – эндоваскулярное лечение  
ЭВР – эндоваскулярная реваскуляризация  
ЭВС – эндоваскулярное стентирование

ACT – активированное время свертывания крови

TASC – Trans-Atlantic Inter-Society Consensus

**СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ**

**Выживаемость без ампутации:** смерти от любой причины при отсутствии большой ампутации конечности.

**Высокая ампутация:** любая ампутация проксимальнее лодыжки.

**Значимые нежелательные сердечно-сосудистые события:** включали инфаркт, инсульт и транзиторную ишемическую атаку.

**Клинический успех:** улучшение по классификации А.В. Покровского более чем на 1 степень и увеличение показателей ЛПИ не менее чем на 0,1.

**Малая ампутация:** любая ампутация дистальнее лодыжки.

**Первичная ассистированная проходимость:** проходимость целевого участка после повторного вмешательства на целевом участке сосуда в случае симптомного рестеноза.

**Первичная проходимость:** отсутствие окклюзии или стеноза, ограничивающего кровоток (увеличение линейной скорости кровотока  $>2,5$  по данным дуплексной ультрасонографии или уменьшение диаметра сосуда не менее чем на 50 % по данным цифровой субтракционной ангиографии или КТА) целевого сегмента, включая 1 см проксимального и дистальнее.

**Реваскуляризация целевого очага поражения (TLR):** необходимость проведения дополнительных процедур, будь то эндоваскулярных или хирургических, вызванных осложнениями, связанными с первоначально пролеченным поражением (на 1 см. проксимальнее и дистальнее, включая краевые явления).

**Сохранение конечности:** сохранение функциональной стопы, исключающее необходимость в большой ампутации.

**Технический успех:** успешная имплантация всех устройств с остаточным стенозом менее 30%, без необходимости конверсии.

**Тяжелое неблагоприятное сердечно-сосудистое событие (MACE):** совокупность нефатального инсульта, нефатального инфаркта миокарда и сердечно-сосудистой смерти.

**Вторичная проходимость:** отсутствие окклюзии или ограничивающего кровоток стеноза после хотя бы одного повторного вмешательства для

восстановления проходимости вместе со всеми случаями первичной проходимости.

**Major Adverse Limb Events (MALE):** значимые события на конечностях (острые ишемии конечности, ампутации и повторные операции на целевой конечности).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулгасанов, Р. А. Инфекция сосудистых протезов / Р. А. Абдулгасанов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2016. – Т. 5, № 4. – С. 106-111. (примечание: добавлены номер и страницы для полноты оформления).
2. Акчурина, Р. С. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2023 г. / Р. С. Акчурина, А. А. Карпенко, О. С. Осипова [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского. – 2024. – Т. 30. – С. 62-70.
3. Аронов, Д. М. Лечение атеросклеротической дислипидемии и атеросклероза / Д. М. Аронов // Трудный пациент. – 2003. – Т. 1, № 4. – С. 31-34.
4. Арутюнов, А. Г. Мультифокальный атеросклероз: фокус на профилактике развития ишемических событий / А. Г. Арутюнов, Т. И. Батлук, Р. А. Башкинов [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2021. – № 12. – С. 163-170. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4639.
5. Бадретдинов, И. А. Аорто-бедренные реконструкции *in situ* при хирургическом лечении инфекции аорто-бедренных протезов / И. А. Бадретдинов, А. В. Покровский // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2015. – Т. 21, № 3. – С. 126-131.
6. Барбараш, О. Л. Управление риском развития ишемических событий у пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сахарным диабетом 2 типа / О. Л. Барбараш, В. В. Кашталап // Атеротромбоз. – 2020. – № 1. – С. 34-44. DOI: 10.21518/2307-1109-2020-1-34-44.
7. Барбараш, Л. С. Распространенность мультифокального атеросклероза у больных ишемической болезнью сердца / Л. С. Барбараш, А. Н. Сумин, А. В. Безденежных [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2013. – № 3. – С. 4-11.
8. Бакулев, А. Н. Современные проблемы хирургии сосудов / А. Н. Бакулев, Е. Н. Мешалкин // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 1956. – Т. 77, № 11. – С. 43-51.
9. Белов, Ю. В. Одномоментное хирургическое лечение поражения восходящей и дуги аорты, коронарных и сонных артерий у больного с мультифокальным

атеросклерозом / Ю. В. Белов, Э. Р. Чарчян, М. П. Красилов // *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского.* – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 131–135.

10. Бовтюшко, П. В. Толщина комплекса «интима-медиа» общих сонных и бедренных артерий как маркер субклинического атеросклероза: взаимосвязь с модифицируемыми и не модифицируемыми сердечно-сосудистыми факторами риска / П. В. Бовтюшко, В. А. Улятовский, В. Г. Бовтюшко [и др.] // *Вестник Российской военно-медицинской академии.* – 2012. – № 3. – С. 52-56.

11. Бокерия, Л. А. Эректильная функция у пациентов, оперированных по поводу синдрома Лериша / Л. А. Бокерия, В. С. Аракелян, Н. И. Кидирбаев // *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания.* – 2009. – Т. 10, № S6. – С. 111.

12. Вачёв, А. Н. Гибридные операции у больных высокого операционного риска с критической ишемией конечности при поражении аорто-подвздошного сегмента / А. Н. Вачёв, М. С. Михайлов, В. В. Сухоруков [и др.] // *Ангиология и сосудистая хирургия.* – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 88-91.

13. Вершинина, Е. О. Влияние мультифокального атеросклероза на ближайшие и отдаленные результаты планового эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца / Е. О. Вершинина, А. Н. Репин, Т. Р. Рябова // *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* – 2014. – Т. 29, № 3. – С. 87-93.

14. Виноградов, Р. А. Линейное аорто-бедренное шунтирование при выраженном кальцинозе аорто-подвздошного сегмента / Р. А. Виноградов, А. Б. Закеряев, Т. Э. Бахишев [и др.] // *Инновационная медицина Кубани.* – 2025. – № 3 (39). – С. 93-98.

15. Виноградов, С. Н. Проблема определения, классификации и кодировки «мультифокального атеросклероза» в работе автоматизированной информационной системы поликлиники / С. Н. Виноградов, Б. Л. Шкловский, Е. Г. Воробьёв [и др.] // *Военно-медицинский журнал.* – 2018. – Т. 339, № 11. – С. 50-51.

16. Гавриленко, А. В. Хирургическое лечение больных с атеросклеротической окклюзией аорто-подвздошного сегмента в сочетании с поражением дистального

русла / А. В. Гавриленко, А. А. Егоров, А. Э. Котов [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2012. – Т. 18, № 3. – С. 101-105.

17. Гаибов, А. Д. Эндovasкулярные методы реваскуляризации в лечении острой ишемии нижних конечностей: современное состояние вопроса / А. Д. Гаибов, Д. Д. Султанов, О. Неъматзода [и др.] // Вестник Авиценны. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 155-169.

18. Горелик, С. Г. Клинико-экономические особенности хирургической помощи пациентам старческого возраста / С. Г. Горелик, К. И. Прощаев, Д. Г. Масленников // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2013. – Т. 6, № 3. – С. 392–397.

19. Гусинский, А. В. Сравнительная оценка эффективности различных видов сосудистых протезов и ангиопластики при хирургическом лечении атеросклеротических поражений аорты и артерий нижних конечностей : дис. ... д-ра мед. наук / А. В. Гусинский. – Санкт-Петербург, 2005.

20. Евсиков, Е. М. Факторы и механизмы в развитии артериальной гипертензии у больных атеросклерозом артерий нижних конечностей / Е. М. Евсиков, В. И. Вечорко, Н. В. Теплова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 150-155.

21. Жданкина, Н. В. Клинические характеристики пациентов с мультифокальным атеросклерозом / Н. В. Жданкина, Н. С. Лапина // Медицинский альманах. – 2022. – № 3 (72). – С. 64-68.

22. Затевахин, И. И. Реконструкция терминального отдела аорты с одномоментным бедренно-тибиальным шунтированием при многоэтажном атеросклеротическом поражении артерий у пациента с критической ишемией (клиническое наблюдение) / И. И. Затевахин, А. М. Францевич, А. Х. Мустафин // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского. – 2025. – Т. 31, № 1. – С. 157-163. DOI: 10.33029/1027-6661-2025-31-1-157-163.

23. Золоев, Д. Г. Отдаленные результаты хирургических вмешательств на артериях ниже пупартовой связки при критической ишемии конечности / Д. Г. Золоев, О. А. Коваль, А. А. Карпенко [и др.] // Медицина в Кузбассе. – 2014. – № 1. – С. 22-26.

24. Кашталап, В. В. Распространенность и клинико-прогностическая значимость мультифокального атеросклероза у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST / В. В. Кашталап // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2009. – Т. 8, № 6S1. – С. 171-152.

25. Карпенко, А. А. Гибридные оперативные вмешательства у пациентов с многоуровневым атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей / А. А. Карпенко, В. Б. Стародубцев, П. В. Игнатенко, Д. Г. Золоев // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 60-65.

26. Киреев, К. А. Распространённость модифицируемых факторов риска атеросклероза у пациентов, перенесших инфаркты миокарда / К. А. Киреев, А. А. Фокин, А. В. Краснопеев // Кубанский научный медицинский вестник. – 2016. – № 1. – С. 66-69.

27. Клинков, Р. Лечение критической ишемии нижних конечностей - современные тенденции (обзор литературы) / Р. Клинков, И. Ерошкин, Д. Васильев, В. Москаленко // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2022. – Т. 16, № 2. – С. 46-53.

28. Кобзева, Н. Д. Особенности атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий у пациентов с мультифокальным атеросклерозом / Н. Д. Кобзева // Медицинская наука и образование Урала. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 21-25.

29. Константинова, Е. В. Особенности атеросклеротического поражения в каротидных и коронарных артериях / Е. В. Константинова, А. А. Богданова, А. А. Сагателян [и др.] // Медицинский совет. – 2021. – № 14. – С. 44-53.

30. Короткевич, А. А. Некоторые аспекты кардиоцеребральных отношений у хирургических пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сердечной недостаточностью / А. А. Короткевич, С. Е. Семенов, О. В. Малева, О. А. Трубникова // Медицинская визуализация. – 2022. – Т. 26, № 2. – С. 101-112.

31. Кохан, Е. Отдаленные результаты аортобедренного бифуркационного шунтирования (протезирования) / Е. Кохан, О. Лобут, И. Заварина, Р. Регеда // Врач. – 2010. – № 5. – С. 82-84.

32. Кучай, А. А. Критическая ишемия нижних конечностей и ее лечение / А. А. Кучай, А. Н. Липин, Н. Н. Груздев [и др.] // Российские биомедицинские исследования. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 34-47.

33. Лазаренко, В. А. Эндотелиальная дисфункция в хирургии аорто-бедренно-подколенного сегментов атеросклеротического генеза / В. А. Лазаренко, Е. А. Бобровская, А. А. Петрова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2021. – № 3 (79). – С. 174-178.

34. Лебедев, Л. П. Способ изготовления трубчатых протезов, например кровеносных сосудов / Л. П. Лебедев, Л. Плоткин. – 1961.

35. Максимов, А. В. 15-летний опыт применения ПТФЭ-протезов «Экофлон» при синдроме Лериша / А. В. Максимов, М. В. Плотников, О. Ф. Галиуллин // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 168-173.

36. Манджгаладзе, Т. Г. Гибридный метод реваскуляризации дистальных поражений артериального русла у пациентов с критической ишемией нижних конечностей / Т. Г. Манджгаладзе, М. Н. Кудыкин, И. М. Калитко, В. В. Деркач // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2018. – Т. 60, № 1. – С. 12-18.

37. Морозова, Н. И. Факторы, предрасполагающие к прогрессированию атеросклероза каротидных артерий у пациентов с артериальной гипертензией / Н. И. Морозова, Т. А. Мулерова, Д. П. Цыганкова [и др.] // Сибирское медицинское обозрение. – 2022. – № 1 (133). – С. 37-44.

38. Мочалова, А. Б. Результаты эндоваскулярной реваскуляризации сочетанных поражений бифуркации аорты и подвздошных артерий в ближайшие и отдаленные периоды наблюдения / А. Б. Мочалова, Ш. Б. Саая, А. А. Гостев [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского. – 2022. – Т. 28, № 4. – С. 89-96.

39. Мухин, Н. А. Ишемическая болезнь почек (атеросклеротическая реноваскулярная гипертензия) - клинический вариант распространенного атеросклероза и причина хронической почечной недостаточности / Н. А. Мухин, В. В. Фомин, С. В. Моисеев [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2008. – № 11. – С. 24-32.

40. Николаевич, В. В. Выбор уровня и способа ампутации нижних конечностей у больных с критической ишемией / В. В. Николаевич, М. А. Станиславович // *Journal of Siberian Medical Sciences*. – 2014. – № 4.

41. Оганисян, С.А. Краткосрочные и среднесрочные результаты открытого и эндоваскулярного лечения поражений подвздошного сегмента (TASC II C, D) в рандомизированном клиническом исследовании / С.А. Оганисян, Ш.Б. Саая, Ш.Ш. Фаттулоева и др. // *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. – 2023. – Т. 29. – № 1. – С. 79-88.

42. Покровский, А. В. Российский консенсус. Рекомендуемые стандарты для оценки результатов лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей / А. В. Покровский, Р. С. Акчурина, Ю. В. Белов [и др.]. – 2001. – 16 с.

43. Покровский, А. В. Состояние сосудистой хирургии в России в 2014 году / А. В. Покровский, В. Н. Гонтаренко // *Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов*. – 2017. – Т. 5.

44. Покровский, А. В. Консервативное лечение пациентов с перемежающейся хромотой / А. В. Покровский, А. Ф. Харазов, С. В. Сапелкин // *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. – 2014. – Т. 20, № 1. – С. 172–180.

45. Риффель, А. В. Реконструктивно-восстановительные операции как этап реабилитации пациентов с мультифокальным атеросклерозом после высоких ампутаций нижних конечностей / А. В. Риффель // *Паллиативная медицина и реабилитация*. – 2006. – № 4. – С. 38-40.

46. Рындина, Р. Б. Физическая реабилитация лиц после ампутации и протезирования нижней конечности в школе ходьбы протезного предприятия / Р. Б. Рындина, Л. А. Добрынина // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. – 2022. – № 3 (205). – С. 400-405.

47. Саая, Ш. Б. Био- и гемосовместимость тканеинженерных конструкций из поликапролактона, заселенных человеческими эндотелиальными и гладкомышечными клетками, после имплантации в брюшную аорту мышам SCID /

Ш. Б. Саая, И. С. Захарова, М. К. Живень [и др.] // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 47-63.

48. Савельев, В. С. Критическая ишемия как следствие неадекватного лечения больных хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей на амбулаторном этапе / В. С. Савельев, В. М. Кошкин, А. С. Кунижев // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2004. – Т. 10, № 1. – С. 7-11.

49. Смирнова, И. П. Современное состояние проблемы атеросклероза: факторы риска, роль курения в атерогенезе / И. П. Смирнова, Т. Т. Коновалова // Байкальский медицинский журнал. – 2006. – Т. 55, № 6. – С. 3-9.

50. Соловьев, В. А. Мультидисциплинарный подход в лечении пациентов с синдромом диабетической стопы / В. А. Соловьев, А. Б. Далматова, Е. В. Цветкова [и др.] // Российский журнал персонализированной медицины. – 2023. – Т. 3, № 1. – С. 109-123.

51. Суковатых, Б. С. Выбор способа реконструктивной операции при окклюзионно-стенотических поражениях брюшной аорты, подвздошных и подключичных артерий у пациентов с высоким риском / Б. С. Суковатых, Л. Н. Беликов, О. А. Родионов, А. О. Родионов // Новости хирургии. – 2014. – Т. 22, № 3. – С. 337-343.

52. Сумин, А. Н. Влияние сахарного диабета 2-го типа и мультифокального атеросклероза на ближайшие исходы операции коронарного шунтирования / А. Н. Сумин, Н. А. Безденежных, А. В. Безденежных [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2011. – Т. 4, № 2. – С. 13-19.

53. Сусанин, Н. В. Гибридная реваскуляризация хронической окклюзии аорто-бедренного сегмента у пациента с критической ишемией нижних конечностей и ишемической болезнью сердца / Н. В. Сусанин, М. А. Чернявский, А. Г. Ванюркин [и др.] // Трансляционная медицина. – 2022. – Т. 9, № 3. – С. 5-12.

54. Ткаченко, А. Н. Ампутации нижних конечностей у больных пожилого и старческого возраста при облитерирующем атеросклерозе / А. Н. Ткаченко, А. В. Жарков, Д. В. Антонов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2011. – № 1. – С. 135–142.

55. Трифоненко, А. Е. Оптимизация консервативного и хирургического лечения больных с критической ишемией нижних конечностей / А. Е. Трифоненко, А. Н. Хорев, А. В. Плюта, Г. В. Красавин // Врач-аспирант. – 2013. – Т. 57, № 2. – С. 22-27.

56. Учкин, И. Г. Опыт применения гибридных методик хирургического лечения пациентов с критической ишемией нижних конечностей / И. Г. Учкин, З. Х. Шугушев, Н. А. Талов [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского. – 2013. – Т. 19, № 2. – С. 48-57.

57. Ховаева, Я. Б. Роль курения в процессе развития атеросклероза / Я. Б. Ховаева, А. П. Шаврин, А. Л. Коровин, Н. П. Моисеенко // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – № 6. – С. 32.

58. Чернявский, М. А. Реваскуляризация при поражении артерий аорто-подвздошного сегмента. Обзор литературы и клинические примеры / М. А. Чернявский, В. А. Неверов, Н. В. Сусанин [и др.] // Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2021. – Т. 10, № 4. – С. 760-768.

59. Шарафеев, А. З. Экономический анализ эндоваскулярного лечения больных мультифокальным атеросклерозом / А. З. Шарафеев, В. В. Коробов, А. В. Шулаев // Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. – 2011. – № 24. – С. 127-128.

60. Aboyans, V. The General Prognosis of Patients With Peripheral Arterial Disease Differs According to the Disease Localization / V. Aboyans, I. Desormais, P. Lacroix [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2010. – Vol. 55, № 9. – P. 898–903.

61. Aboyans, V. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS) / V. Aboyans, J. B. Ricco, M. E. L. Bartelink [et al.] // European Heart Journal. – 2018. – Vol. 39, № 9. – P. 763–816.

62. AbuRahma, A. F. Selecting patients for combined femorofemoral bypass grafting and iliac balloon angioplasty and stenting for bilateral iliac disease / A. F. AbuRahma, P. A. Robinson, C. A. Cook [et al.] // Journal of Vascular Surgery. – 2001. – Vol. 33, № 2. – P. S93–S99.

63. Adam, D. J. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial / D. J. Adam, J. D. Beard, T. Cleveland [et al.] // *The Lancet*. – 2005. – Vol. 366. – P. 1925-1934.
64. Ahn, S. Outcomes of endovascular treatment for TASC C and D aorto-iliac lesions / S. Ahn, S. K. Park, S. J. Hong [et al.] // *Asian Journal of Surgery*. – 2017. – Vol. 40, № 3. – P. 215-220.
65. Ahn, S. S. Laparoscopic aortobifemoral bypass / S. S. Ahn, K. M. Hiyama, G. S. Rudkin [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 1997. – Vol. 26, № 1. – P. 128–132.
66. Aihara, H. Long-term outcomes of endovascular therapy for aortoiliac bifurcation lesions in the Real-AI Registry / H. Aihara, Y. Soga, O. Iida [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2014. – Vol. 21. – P. 25–33.
67. Alekryan, B. G. A multidisciplinary approach in determining of prevalence of coronary artery disease and treatment strategies in patients with pathology of the aorta and peripheral arteries / B. G. Alekryan, A. A. Karpenko, V. I. Ganyukov [et al.] // *Russian Journal of Cardiology*. – 2019. – Vol. 24, № 8. – P. 8–16.
68. Allemang, M. T. Prescribing patterns of antiplatelet agents are highly variable after lower extremity endovascular procedures / M. T. Allemang, R. R. Rajani, P. R. Nelson [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2013. – Vol. 28. – P. 67–77.
69. Altieri, M. S. Incidence of ventral hernia repair after open abdominal aortic aneurysm and open aortofemoral or aortoiliac bypass surgery: an analysis of 17,594 patients in the state of New York / M. S. Altieri, J. Yang, T. Jones [et al.] // *The American Surgeon*. – 2018. – Vol. 84. – P. 1388-1393.
70. Ambrose, J. A. The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: An update / J. A. Ambrose, R. S. Barua // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2004. – Vol. 43, № 10. – P. 1731–1737.
71. Antoniou, G. A. Hybrid endovascular and open treatment of severe multilevel lower extremity arterial disease / G. A. Antoniou, G. S. Sfyroeras, T. E. Karathanos [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2009. – Vol. 38, № 5. – P. 616-622.

72. Armstrong, P. A. Improved outcomes in the recent management of secondary aortoenteric fistula / P. A. Armstrong, M. R. Back, J. S. Wilson [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2005. – Vol. 42, № 4. – P. 660–666.

73. Aronow, W. S. Prevalence of coexistence of coronary artery disease, peripheral arterial disease, and atherothrombotic brain infarction in men and women  $\geq 62$  years of age / W. S. Aronow, C. Ahn // *The American Journal of Cardiology*. – 1994. – Vol. 74, № 1. – P. 64-65.

74. Avery, C. L. The Population Burden of Heart Failure Attributable to Modifiable Risk Factors: The ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities) Study / C. L. Avery, L. R. Loehr, C. Baggett [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2012. – Vol. 60, № 17. – P. 1640–1646.

75. Azéma, L. Endovascular repair of common femoral artery and concomitant arterial lesions / L. Azéma, J. M. Davaine, B. Guyomarch [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2011. – Vol. 41. – P. 787-793.

76. Bailey, S. R. ACC/AHA/SCAI/SIR/SVM 2018 appropriate use criteria for peripheral artery intervention: a report of the American College of Cardiology appropriate use criteria task force, American Heart Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, and Society for Vascular Medicine / S. R. Bailey, J. A. Beckman, T. D. Dao [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2019. – Vol. 73, № 2. – P. 214-237.

77. Baker, G. Endovascular management of flush common iliac artery occlusive disease: challenges and solutions / G. Baker, E. Walied, E. Hussein, T. Ahmed // *International Journal of Angiology*. – 2017. – Vol. 26. – P. 20-26.

78. Bath, J. Laparoscopic aortobifemoral bypass in a USA academic center / J. Bath, S. Avgerinos, A. D. Drakos [et al.] // *Journal of Cardiovascular Surgery*. – 2020. – Vol. 61, № 3. – P. 332–339.

79. Beard, J. D. Which is the best revascularization for critical limb ischemia: Endovascular or open surgery? / J. D. Beard // *Journal of Vascular Surgery*. – 2008. – Vol. 48, № 6. – P. 11S-16S.

80. Bekken, J. A. Editor's Choice – Two Year Results of the Randomised DISCOVER Trial Comparing Covered Versus Bare Metal Stents in the Common Iliac Artery / J. A. Bekken, B. Fioole, H. J. M. Verhagen [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2023. – Vol. 65, № 3. – P. 359–368.

81. Benjamin, R. B. Polyvinyl sponge in experimental surgery / R. B. Benjamin, C. E. Turbak, H. B. Shumacker // *Annals of Surgery*. – 1957. – Vol. 145, № 4. – P. 509–516.

82. Bhatt, D. L. Patients With Prior Myocardial Infarction, Stroke, or Symptomatic Peripheral Arterial Disease in the CHARISMA Trial / D. L. Bhatt, K. A. A. Fox, W. Hacke [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2007. – Vol. 49, № 19. – P. 1982–1988.

83. Bhatt, D. L. Prior polyvascular disease: Risk factor for adverse ischaemic outcomes in acute coronary syndromes / D. L. Bhatt, D. P. Chew, K. J. Mukherjee [et al.] // *European Heart Journal*. – 2009. – Vol. 30, № 10. – P. 1195–1202.

84. Biancari, F. Staged endovascular stent-grafting and surgical treatment of a secondary aortoduodenal fistula / F. Biancari, T. Romsis, A. Romsis [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2006. – Vol. 31, № 1. – P. 42–43.

85. Bianchi, P. Uninfected para-anastomotic aneurysms after infrarenal aortic grafting / P. Bianchi, G. Nano, I. Dalainas [et al.] // *Yonsei Medical Journal*. – 2009. – Vol. 50, № 2. – P. 227–238.

86. Björkses, K. Kissing stents in the aortic bifurcation—a valid reconstruction for aorto-iliac occlusive disease / K. Björkses, K. Ivancev, L. Riva [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2008. – Vol. 36. – P. 424–431.

87. Blakemore, A. H. The use of tubes constructed from vinyon N cloth in bridging arterial defects; experimental and clinical / A. H. Blakemore, A. B. Voorhees // *Annals of Surgery*. – 1954. – Vol. 140, № 3. – P. 324–334.

88. Bontinis, V. Editor's Choice - Covered Stents Versus Bare Metal Stents in the Treatment of Aorto-iliac Disease: A Systematic Review and Individual Participant Data Meta-analysis / V. Bontinis, A. Bontinis, A. Giannopoulos [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2024. – Vol. 68, № 3. – P. 348–358.

89. Bosch, J. L. Health-related quality of life after angioplasty and stent placement in patients with iliac artery occlusive disease: results of a randomized controlled clinical trial. The Dutch Iliac Stent Trial Study Group / J. L. Bosch, Y. van der Graaf, M. G. M. Hunink // *Circulation*. – 1999. – Vol. 99, № 24. – P. 3155–3160.

90. Bosch, J. L. Meta-analysis of the results of percutaneous transluminal angioplasty and stent placement for aortoiliac occlusive disease / J. L. Bosch, M. G. M. Hunink // *Radiology*. – 1997. – Vol. 204, № 1. – P. 87–96.

91. Boufi, M. Systematic review and meta-analysis of endovascular versus open repair for common femoral artery atherosclerosis treatment / M. Boufi, M. Ejargue, M. Gaye [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2021. – Vol. 73, № 4. – P. 1445-1455.

92. Bracale, P. Extensible expanded polytetrafluoroethylene vascular grafts for aortoiliac and aortofemoral reconstruction / P. Bracale, R. Chiesa, G. M. Biasi [et al.] // Elsevier. – (нет данных).

93. Bracale, U. M. Long-term results of endovascular treatment of TASC C and D aortoiliac occlusive disease with expanded polytetrafluoroethylene stent graft / U. M. Bracale, A. M. Giribono, D. Spinelli [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2019. – Vol. 56. – P. 254-260.

94. Branchereau, A. Simultaneous Reconstruction of Infrarenal Abdominal Aorta and Renal Arteries / A. Branchereau, P. E. Magnan, R. Espinoza [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 1992. – Vol. 6, № 3. – P. 232–238.

95. Bredahl, K. Mortality and complications after aortic bifurcated bypass procedures for chronic aortoiliac occlusive disease / K. Bredahl, C. S. Jensen, L. P. Jensen [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2015. – Vol. 62, № 1. – P. 75–82.

96. Brooke, B. S. Improvement in WIfI Ischemia Grade Lowers Risk for Major Amputation Following Revascularization for Chronic Limb-threatening Ischemia / B. S. Brooke, M. W. Mell, M. T. Menard [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 81, № 6. – P. e126–e127.

97. Burke, C. R. A contemporary comparison of aortofemoral bypass and aortoiliac stenting in the treatment of aortoiliac occlusive disease / C. R. Burke, P. K. Henke, R. Hernandez [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2010. – Vol. 24, № 1. – P. 4-13.

98. Chang, R. W. Long-term results of combined common femoral endarterectomy and iliac stenting/stent grafting for occlusive disease / R. W. Chang, P. P. Goodney, J. H. Baek [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2008. – Vol. 48. – P. 362-367.
99. Changal, K. H. Systematic review and proportional meta-analysis of endarterectomy and endovascular therapy with routine or selective stenting for common femoral artery atherosclerotic disease / K. H. Changal, M. A. Syed, T. Dar [et al.] // *Journal of Interventional Cardiology*. – 2019. – Vol. 2019. – P. 1-10.
100. Chan, Y. C. Predictors of restenosis in the use of helical interwoven nitinol stents to treat femoropopliteal occlusive disease / Y. C. Chan, S. W. Cheng, G. C. Cheung // *Journal of Vascular Surgery*. – 2015. – Vol. 62, № 5. – P. 1201-1209.
101. Charlton-Ouw, K. M. Reinfection after resection and revascularization of infected infrarenal abdominal aortic grafts / K. M. Charlton-Ouw, H. Estrera, A. Azizzadeh [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 684–692.
102. Chiu, K. W. H. Review of Direct Anatomical Open Surgical Management of Atherosclerotic Aorto-Iliac Occlusive Disease / K. W. H. Chiu, R. S. M. Davies, P. G. Nightingale [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2010. – Vol. 39, № 4. – P. 460–471.
103. Chiesa, R. Extensible expanded polytetrafluoroethylene vascular grafts for aortoiliac and aortofemoral reconstruction / R. Chiesa, G. Melissano, A. Zangrillo [et al.] // Elsevier. – (нет данных).
104. Clair, D. G. Strategies for managing aortoiliac occlusions: Access, treatment and outcomes / D. G. Clair, J. M. Beach // *Expert Review of Cardiovascular Therapy*. – 2015. – Vol. 13, № 5. – P. 551–563.
105. Cotroneo, A. R. Hybrid therapy in patients with complex peripheral multifocal steno-obstructive vascular disease: two-year results / A. R. Cotroneo, D. Iezzi, F. Marano // *CardioVascular and Interventional Radiology*. – 2007. – Vol. 30, № 3. – P. 355-361.
106. Cvjetko, I. Re: Aortoduodenal fistula three years after aortobifemoral bypass: Case report and literature review / I. Cvjetko // *Acta Clinica Croatica*. – 2017. – Vol. 56, № 2. – P. 349–349.

107. D'angelo, G. J. Vinyon-N cloth tube for bridging arterial defects / G. J. D'angelo, W. R. Benson, K. S. Grimson // *AMA Archives of Surgery*. – 1955. – Vol. 70, № 1. – P. 39–44.
108. DeCarlo, C. Operative Complexity and Prior Endovascular Intervention Negatively Impact Morbidity after Aortobifemoral Bypass in the Modern Era / C. DeCarlo, A. Latz, L. L. Boitano [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2020. – Vol. 62. – P. 21–29.
109. Deloose, K. Primary stenting is nowadays the gold standard treatment for TASC II A & B iliac lesions: The definitive MISAGO 1-year results / K. Deloose, M. Bosiers, J. Verbist [et al.] // *Journal of Cardiovascular Surgery*. – 2017. – Vol. 58, № 3. – P. 416–421.
110. Diehm, C. Non-invasive treatment of critical limb ischemia / C. Diehm, N. Diehm // *Current Drug Targets - Cardiovascular & Haematological Disorders*. – 2004. – Vol. 4, № 3. – P. 241–247.
111. Donato, G. De. 24-month data from the BRAVISSIMO: A large-scale prospective registry on iliac stenting for TASC A & B and TASC C & D lesions / G. De Donato, M. Bosiers, F. Setacci [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2015. – Vol. 29, № 4. – P. 738–750.
112. Doobay, A. V. Sensitivity and specificity of the ankle-brachial index to predict future cardiovascular outcomes: A systematic review / A. V. Doobay, S. S. Anand // *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. – 2005. – Vol. 25, № 7. – P. 1463–1469.
113. Dorigo, W. A comparison between aortobifemoral bypass and aortoiliac kissing stents in patients with complex aortoiliac obstructive disease / W. Dorigo, F. Piffaretti, N. Benedetto [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2017. – Vol. 65, № 1. – P. 99–107.
114. Dosluoglu, H. H. Long-term limb salvage and survival after endovascular and open revascularization for critical limb ischemia after adoption of endovascular-first approach by vascular surgeons / H. H. Dosluoglu, P. Lall, L. M. Harris, M. L. Dryjski // *Journal of Vascular Surgery*. – 2012. – Vol. 56. – P. 361–371.
115. Dotter, C. T. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction. Description of a new technic and a preliminary report of its application / C. T. Dotter, M. P. Judkins // *Circulation*. – 1964. – Vol. 30. – P. 654–670.

116. Dregelid, E. Letter to the Editor, Re: Nylaende M, Abdelnoor M, Strandén E, et al. The Oslo Balloon Angioplasty versus Conservative Treatment Study (OBACT)-The 2-years Results of a Single Centre, Prospective, Randomised Study in Patients with Intermittent Claudication / E. Dregelid // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2007. – Vol. 33, № 6. – P. 761.

117. Drews, J. D. Tissue-engineered vascular grafts for congenital cardiac disease: Clinical experience and current status / J. D. Drews, H. Miyachi, T. Shinoka // *Trends in Cardiovascular Medicine*. – 2017. – Vol. 27, № 8. – P. 521–531.

118. Dyet, J. F. Treatment of chronic iliac artery occlusions by means of percutaneous endovascular stent placement / J. F. Dyet, A. A. Nicholson, D. F. Ettles [et al.] // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 1997. – Vol. 8, № 3. – P. 349–353.

119. Ebaugh, J. L. Single-incision external iliac artery endarterectomy and patch angioplasty / J. L. Ebaugh, N. Gupta, J. D. Raffetto // *Annals of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 25. – P. 1165-1169.

120. Ebnesajjad, S. History of Expanded Polytetrafluoroethylene and W.L. Gore & Associates / S. Ebnesajjad // *Introduction to Fluoropolymers: Materials, Technology, and Applications*. – 2nd ed. – 2021. – P. 33–42.

121. Estes, J. W. Clinical Pharmacokinetics of Heparin / J. W. Estes // *Clinical Pharmacokinetics*. – 1980. – Vol. 5, № 3. – P. 204–220.

122. Faglia, E. Early and Five-year Amputation and Survival Rate of Diabetic Patients with Critical Limb Ischemia: Data of a Cohort Study of 564 Patients / E. Faglia, G. Clerici, J. Clerissi [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2006. – Vol. 32, № 5. – P. 484–490.

123. Fakhry, F. Endovascular revascularization and supervised exercise for peripheral artery disease and intermittent claudication: A randomized clinical trial / F. Fakhry, S. Spronk, L. van der Laan [et al.] // *JAMA*. – 2015. – Vol. 314, № 18. – P. 1936–1944.

124. Fang, S. Comparison of Covered Stent versus Bare-Metal Stent Implantation in Aortoiliac Occlusive Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis / S. Fang, D. He, F. Xiong [et al.] // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 2025. – Vol. 36, № 2. – P. 237-246.

125. Feldman, D. N. Stent Selection in the Iliac Arteries: Don't Fall Through the ICE! / D. N. Feldman, A. J. P. Klein // *JACC: Cardiovascular Interventions*. – 2017. – Vol. 10, № 16. – P. 1705–1707.

126. Feugier, P. Endovascular treatment of isolated atherosclerotic stenosis of the infrarenal abdominal aorta: Long-term outcome / P. Feugier, J. M. Toursarkissian, J. P. Favre [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2003. – Vol. 17, № 4. – P. 375–385.

127. Figtree, G. A. Clinical Pathway for Coronary Atherosclerosis in Patients Without Conventional Modifiable Risk Factors: JACC State-of-the-Art Review / G. A. Figtree, S. T. Vernon, J. A. Hadley [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2023. – Vol. 82, № 13. – P. 1343–1359.

128. Foley, M. P. Systematic Review and Meta-analysis of Prophylactic Negative Pressure Wound Therapy Devices for Major Lower Extremity Amputations / M. P. Foley, H. Hasselmann, D. J. Adam [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2025.

129. Forlivesi, L. Hemodynamic changes in vascular grafts. (Experimental research on the transmission of the pressor wave in nylon prostheses) / L. Forlivesi, G. Naldini // *Archivio Italiano di Chirurgia*. – 1959. – Vol. 85. – P. 419–430.

130. Fowkes, F. G. R. Ankle-brachial index and extent of atherothrombosis in 8891 patients with or at risk of vascular disease: Results of the international AGATHA study / F. G. R. Fowkes, L. P. Low, S. Tuta [et al.] // *European Heart Journal*. – 2006. – Vol. 27, № 15. – P. 1861–1867.

131. Fox, K. A. A. Prediction of risk of death and myocardial infarction in the six months after presentation with acute coronary syndrome: Prospective multinational observational study (GRACE) / K. A. A. Fox, G. Fitzgerald, E. Puymirat [et al.] // *BMJ*. – 2006. – Vol. 333, № 7578. – P. 1091–1094.

132. Frei, E. Microbial pathogenesis of bacterial biofilms: A causative factor of vascular surgical site infection / E. Frei, D. Hodgkiss-Harlow, J. D. Rossi [et al.] // *Vascular and Endovascular Surgery*. – 2011. – Vol. 45, № 8. – P. 688–696.

133. Freischlag, J. A. Intraoperative blood salvage in vascular surgery - Worth the effort? / J. A. Freischlag // *Critical Care*. – 2004. – Vol. 8, № S2.

134. Fridling, J. Determinants of Prosthetic Referral and Functional Mobility for Vascular Patients after Major Lower Extremity Amputation / J. Fridling, T. G. Walker, D. K. Ryu [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2026. – Vol. 122. – P. 216–222.

135. Galaria, I. I. Percutaneous transluminal revascularization for iliac occlusive disease: Long-term outcomes in TransAtlantic Inter-Society Consensus A and B lesions / I. I. Galaria, M. G. Davies // *Annals of Vascular Surgery*. – 2005. – Vol. 19, № 3. – P. 352–360.

136. Galyfos, G. Regarding «the influence of gender on patency rates after iliac artery stenting» / G. Galyfos, G. Zografos, K. Filis // *Journal of Vascular Surgery*. – 2014. – Vol. 60, № 1. – P. 269.

137. Gao, Z. Comparison of Clinical Outcomes of Endovascular Therapy and Hybrid Surgery in the Treatment of Trans-Atlantic Inter-Society Consensus II D Aortoiliac Occlusive Disease / Z. Gao, Y. Yue, Y. Zhang [et al.] // *International Journal of General Medicine*. – 2023. – Vol. 16. – P. 2149-2156.

138. Gabel, J. A. Trans-Atlantic Inter-Society Consensus class D aortoiliac lesions: a comparison of endovascular and open surgical outcomes / J. A. Gabel, J. H. Park, C. S. Lim [et al.] // *American Journal of Roentgenology*. – 2019. – Vol. 213, № 3. – P. 696-701.

139. Garcia, L. Wire-interwoven nitinol stent outcome in the superficial femoral and proximal popliteal arteries: twelve-month results of the SUPERB trial / L. Garcia, M. R. Jaff, C. Metzger [et al.] // *Circulation: Cardiovascular Interventions*. – 2015. – Vol. 8, № 5. – P. e000937.

140. Geelhoed, W. J. Utilizing the Foreign Body Response to Grow Tissue Engineered Blood Vessels in Vivo / W. J. Geelhoed, L. Moroni, J. I. Rotmans // *Journal of Cardiovascular Translational Research*. – 2017. – Vol. 10, № 2. – P. 167–179.

141. Gent, M. A randomised, blinded, trial of clopidogrel versus aspirin in patients at risk of ischaemic events (CAPRIE) / M. Gent, D. Beaumont, J. Blanchard [et al.] // *The Lancet*. – 1996. – Vol. 348, № 9038. – P. 1329–1339.

142. Gerhard-Herman, M. D. 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 / M. D. Gerhard-Herman, H. L. Gornik, C. Barrett [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2017. – Vol. 69, № 11. – P. 1465–1508.

143. Ghansah, J. N. Complications of major aortic and lower extremity vascular surgery / J. N. Ghansah, J. T. Murphy // *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. – 2004. – Vol. 8, № 4. – P. 335–361.

144. Gonzalez, A. L. Inflammation Resolution in the Cardiovascular System: Arterial Hypertension, Atherosclerosis, and Ischemic Heart Disease / A. L. Gonzalez, C. A. Labarrere, A. M. Kassab [et al.] // *Antioxidants & Redox Signaling*. – 2024. – Vol. 40, № 4–6. – P. 292–316.

145. Goode, S. D. Randomized clinical trial of stents versus angioplasty for the treatment of iliac artery occlusions (STAG trial) / S. D. Goode, T. J. Cleveland, P. A. Gaines // *British Journal of Surgery*. – 2013. – Vol. 100, № 9. – P. 1148–1153.

146. Gostev, A. A. Bypass Versus Interwoven Nitinol Stents for Long Femoro-Popliteal Occlusions: A Propensity Matched Analysis / A. A. Gostev, O. S. Osipova, S. B. Saaya [et al.] // *CardioVascular and Interventional Radiology*. – 2022. – P. 1-10.

147. Goverde, P. C. Covered endovascular reconstruction of aortic bifurcation (CERAB) technique: a new approach in treating extensive aortoiliac occlusive disease / P. C. Goverde, F. A. Grimme, P. J. Verbruggen [et al.] // *Journal of Cardiovascular Surgery*. – 2013. – Vol. 54. – P. 383-387.

148. Grambsch, P. M. Proportional hazards tests and diagnostics based on weighted residuals / P. M. Grambsch, T. M. Therneau // *Biometrika*. – 1994. – Vol. 81, № 3. – P. 515-526.

149. Grandjean, A. Surgical and endovascular hybrid approach in peripheral arterial disease of the lower limbs / A. Grandjean, A. Iglesias, S. Deglise [et al.] // *Vasa*. – 2016. – Vol. 45, № 5. – P. 417-422.

150. Greenhalgh, R. M. The adjuvant benefit of angioplasty in patients with mild-to-moderate intermittent claudication (MIMIC) managed by supervised exercise, smoking cessation advice and best medical therapy: results from two randomised trials for occlusive femoropopliteal and aortoiliac occlusive arterial disease / R. M. Greenhalgh, J. Belch, L. C.

Brown [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2008. – Vol. 36, № 6. – P. 680-688.

151. Gregory, R. T. The first Gore-Tex femoral-popliteal bypass / R. T. Gregory, J. S. T. Yao // *Journal of Vascular Surgery*. – 2013. – Vol. 58, № 1. – P. 266–269.

152. Grimme, F. A. B. Regarding «outcomes of covered versus bare-metal balloon-expandable stents for aortoiliac occlusive disease» / F. A. B. Grimme, M. M. J. P. Reijnen, C. J. Zeebregts // *Journal of Vascular Surgery*. – 2014. – Vol. 60, № 4. – P. 1120.

153. Groot Jebbink, E. Systematic Review of Results of Kissing Stents in the Treatment of Aortoiliac Occlusive Disease / E. Groot Jebbink, V. E. M. G. R. Holewijn, S. Slump [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2017. – Vol. 42. – P. 328–336.

154. Groot Jebbink, E. In vivo geometry of the kissing stent and covered endovascular reconstruction of the aortic bifurcation configurations in aortoiliac occlusive disease / E. Groot Jebbink, F. A. B. Grimme, M. J. P. Reijnen [et al.] // *Vascular*. – 2017. – Vol. 25, № 6. – P. 635-641.

155. Groot Jebbink, E. Meta-analysis of Individual Patient Data After Kissing Stent Treatment for Aortoiliac Occlusive Disease / E. Groot Jebbink, S. Holewijn, C. H. Slump [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2019. – Vol. 26, № 1. – P. 31–40.

156. Gudz, O. Hybrid Revascularization for Aorto-Iliac Occlusive Disease with Common Femoral Artery Involvement: Early Outcomes of a Single Centre / O. Gudz, I. K. Z. M. K. Khubulava [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2022. – Vol. 80. – P. 180–186.

157. Guerra, P. H. Results of Endovascular Treatment of the Aorto-Iliac Sector Using Minos TM Low-Profile Stents / P. H. Guerra, A. S. Moreira, R. C. A. de Mendonça [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 81, № 5. – P. S9–S10.

158. Hagino, R. T. Proximal Anastomotic Failure Following Infraarenal Aortic Reconstruction: Late Development of True Aneurysms, Pseudoaneurysms, and Occlusive Disease / R. T. Hagino, K. S. S. Kasirajan, D. G. Clair [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 1993. – Vol. 7, № 1. – P. 8–13.

159. Hajibandeh, S. Covered vs uncovered stents for aortoiliac and femoropopliteal arterial disease: a systematic review and meta-analysis / S. Hajibandeh, S. Hajibandeh, S. A. Antoniou [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2016. – Vol. 23. – P. 442-452.

160. Hallisey, M. J. Percutaneous Transluminal Angioplasty of the Abdominal Aorta / M. J. Hallisey, S. G. Meranze, J. S. Parker [et al.] // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 1994. – Vol. 5, № 5. – P. 679–687.

161. Hardin, C. A. Orlon and nylon prostheses for abdominal aneurysms and a five-year observation on experimental aortic homografts / C. A. Hardin // *Annals of Surgery*. – 1957. – Vol. 146, № 1. – P. 78–85.

162. Heinola, I. Editor's choice - Treatment of aortic prosthesis infections by graft removal and in situ replacement with autologous femoral veins and fascial strengthening / I. Heinola, I. Kantonen, M. J. Järvinen [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2016. – Vol. 51, № 2. – P. 232–239.

163. Henry, M. Percutaneous endoluminal treatment of iliac occlusions: long-term follow-up in 105 patients / M. Henry, M. Amor, I. Henry [et al.] // *Journal of Endovascular Surgery*. – 1998. – Vol. 5, № 3. – P. 228–235.

164. Hernández-López, P. Impact of hypertension and arterial wall expansion on transport properties and atherosclerosis progression / P. Hernández-López, M. Cilla, M. Martínez [et al.] // *Journal of Biomechanics*. – 2024. – Vol. 174. – P. 112-123.

165. Hertzner, N. R. A personal experience with direct reconstruction and extra-anatomic bypass for aortoiliac femoral occlusive disease / N. R. Hertzner, J. F. Bena, M. T. Karafa // *Journal of Vascular Surgery*. – 2007. – Vol. 45, № 3. – P. 527-535.

166. Hiramoto, J. S. Gender-specific risk factors for peripheral artery disease in a voluntary screening population / J. S. Hiramoto, R. Katz, S. Weisman [et al.] // *Journal of the American Heart Association*. – 2014. – Vol. 3, № 2. – P. e000651.

167. Hirsch, A. T. Peripheral arterial disease detection, awareness, and treatment in primary care / A. T. Hirsch, M. H. Criqui, D. Treat-Jacobson [et al.] // *JAMA*. – 2001. – Vol. 286, № 11. – P. 1317–1324.

168. Horie, K. Multicenter Registry of Common Femoral Artery Disease Treated With Endovascular Revascularization Using Interwoven Nitinol Stents: An Observational Retrospective Study / K. Horie, M. Takahara, T. Nakama [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2024. – P. 15266028241231472.

169. Houston, J. G. Long-term results after placement of aortic bifurcation self-expanding stents: 10 Year mortality, stent restenosis, and distal disease progression / J. G. Houston, R. O. Bhat, R. D. S. R. H. G. G. [et al.] // CardioVascular and Interventional Radiology. – 2007. – Vol. 30, № 1. – P. 42–47.

170. Huber, T. S. Intraoperative autologous transfusion during elective infrarenal aortic reconstruction / T. S. Huber, S. G. McGorray, L. L. Carlton [et al.] // Journal of Surgical Research. – 1997. – Vol. 67, № 1. – P. 14–20.

171. Humphries, M. D. Outcomes of covered versus bare-metal balloon-expandable stents for aortoiliac occlusive disease / M. D. Humphries, E. A. Armstrong, R. L. Laird [et al.] // Journal of Vascular Surgery. – 2014. – Vol. 60, № 2. – P. 337–344.

172. Ichihashi, S. Long-term outcomes for systematic primary stent placement in complex iliac artery occlusive disease classified according to Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC)-II / S. Ichihashi, W. Higashiura, H. Itoh [et al.] // Journal of Vascular Surgery. – 2011. – Vol. 53, № 4. – P. 992-999.

173. Imhoff, R. J. F-74 | Freedom from Target Lesion Revascularization Outcomes of Covered Balloon-Expandable Stents in Aorto-Iliac Occlusive Disease: Evidence from a Meta-Analysis / R. J. Imhoff, A. C. K. Johal, S. Banerjee [et al.] // Journal of the Society for Cardiovascular Angiography & Interventions. – 2025. – Vol. 4, № 5. – P. 103459.

174. Indes, J. E. Endovascular procedures for aorto-iliac occlusive disease are associated with superior short-term clinical and economic outcomes compared with open surgery in the inpatient population / J. E. Indes, H. J. Pfaff, A. J. Farber [et al.] // Journal of Vascular Surgery. – 2010. – Vol. 52, № 5. – P. 1173-1179.

175. Indes, J. E. Clinical outcomes of 5358 patients undergoing direct open bypass or endovascular treatment for aortoiliac occlusive disease: a systematic review and meta-analysis / J. E. Indes, L. M. Mandawat, C. A. Tuggle [et al.] // Journal of Endovascular Therapy. – 2013. – Vol. 20, № 4. – P. 443–455.

176. Inui, T. Vascular surgical site infection: Risk factors and preventive measures / T. Inui, D. F. Bandyk // Seminars in Vascular Surgery. – 2015. – Vol. 28, № 3–4. – P. 201–207.

177. Ishida, M. Cigarette Smoking and Atherosclerotic Cardiovascular Disease / M. Ishida, T. Sakai, K. Sata [et al.] // *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. – 2024. – Vol. 31, № 3. – P. 189–200.

178. Jaff, M. R. 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) / M. R. Jaff, C. J. White, W. R. Hiatt [et al.] // *Vascular Medicine*. – 2015. – Vol. 20. – P. 465–478.

179. Janczak, D. Comparison of the incidence of complications and secondary surgical interventions necessary in patients with chronic lower limb ischemia treated by both open and endovascular surgeries / D. Janczak, M. Ruciński, P. Ziomek [et al.] // *Annals of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2017. – Vol. 23, № 3. – P. 135–140.

180. Javed, I. N. Aorto-iliac peripheral artery disease / I. N. Javed, B. M. Hawkins // *Progress in Cardiovascular Diseases*. – 2021. – Vol. 65. – P. 9–14.

181. Jia, X. Systematic review of endovascular intervention and surgery for common femoral artery atherosclerotic disease / X. Jia, S. Sun, T. Yang [et al.] // *British Journal of Surgery*. – 2019. – Vol. 106, № 1. – P. 13–22.

182. Javerliat, I. Technique and Long-Term Results of Laparoscopic Aorto-Bi-Femoral Bypass for Juxta-Renal Aortic Occlusion / I. Javerliat, O. Goëau-Brissonnière, M. Coggia // *Annals of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 111. – P. 402–408.

183. Jongkind, V. A systematic review of endovascular treatment of extensive aortoiliac occlusive disease / V. Jongkind, G. J. Akkersdijk, K. K. Yeung [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2010. – Vol. 52, № 5. – P. 1376–1383.

184. Jongsma, H. Angioplasty versus stenting for iliac artery lesions / H. Jongsma, J. A. Bekken, F. B. M. P. van [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2020. – Vol. 2020, № 12.

185. Jorgensen, C. S. Physical and mechanical properties of ePTFE stretch vascular grafts determined by time-resolved scanning acoustic microscopy / C. S. Jorgensen, W. P. Paaske // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 1998. – Vol. 15, № 5. – P. 416–422.

186. Jude, E. B. Peripheral arterial disease in diabetes - A review / E. B. Jude, I. Eleftheriadou, N. Tentolouris // *Diabetic Medicine*. – 2010. – Vol. 27, № 1. – P. 4–14.
187. Kakkos, S. K. Patterns and outcomes of aortofemoral bypass grafting in the era of endovascular interventions / S. K. Kakkos, M. J. Haurani, A. D. Shepard [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2011. – Vol. 42. – P. 658-666.
188. Kang, I. Risk factors contributing to 30-day and 1-year mortality event scores following major lower extremity amputation for limb ischemia / I. Kang, T. F. O'Donnell, M. T. Menard [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 82, № 1. – P. 216-228.e1.
189. Karimi, A. Novel Therapies for Critical Limb-Threatening Ischemia / A. Karimi, S. S. Parikh, M. R. Jaff // *Current Cardiology Reports*. – 2022. – Vol. 24, № 5. – P. 513–517.
190. Kasapis, C. Defining the optimal degree of heparin anticoagulation for peripheral vascular interventions insight from a large, regional, multicenter registry / C. Kasapis, P. G. Gurm, D. P. Chew [et al.] // *Circulation: Cardiovascular Interventions*. – 2010. – Vol. 3, № 6. – P. 593–601.
191. Kashyap, V. S. The management of severe aortoiliac occlusive disease: Endovascular therapy rivals open reconstruction / V. S. Kashyap, M. R. Pavkov, J. F. Bena [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2008. – Vol. 48, № 6. – P. 1451-1457.
192. Kasemi, H. Seven-year approach evolution of the aortoiliac occlusive disease endovascular treatment / H. Kasemi, M. Marino, C. P. Dionisi [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2016. – Vol. 30. – P. 277–285.
193. Katsanos, K. Peripheral Stent Thrombosis Leading to Acute Limb Ischemia and Major Amputation: Incidence and Risk Factors in the Aortoiliac and Femoropopliteal Arteries / K. Katsanos, S. Spiliopoulos, P. Kitrou [et al.] // *CardioVascular and Interventional Radiology*. – 2017. – Vol. 40, № 3. – P. 351–359.
194. Kavaliauskiene, Z. Factors affecting primary patency of stenting for TransAtlantic Inter-Society (TASC II) type B, C, and D iliac occlusive disease / Z. Kavaliauskiene, R. Benetis, D. Inciura [et al.] // *Medicina*. – 2014. – Vol. 50, № 5. – P. 287-294.

195. Kim, M. S. Results of simultaneous hybrid operation in multi-level arterial occlusive disease / M. S. Kim, Y. S. Joo, K. H. Park // *Journal of the Korean Surgical Society*. – 2010. – Vol. 79. – P. 386-392.

196. Kim, T. H. Outcomes of endovascular treatment of chronic total occlusion of the infrarenal aorta / T. H. Kim, Y. G. Ko, U. Kim [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 53, № 6. – P. 1542–1549.

197. Kimmelstiel, C. Bivalirudin is associated with improved in-hospital outcomes compared with heparin in Percutaneous vascular interventions: Observational, propensity-matched analysis from the premier hospital database / C. Kimmelstiel, P. Pinto, R. Kohli [et al.] // *Circulation: Cardiovascular Interventions*. – 2016. – Vol. 9, № 1. – P. e002823.

198. Kinmonth, J. B. Arterial Replacement By "Orlon" Cloth / J. B. Kinmonth, G. W. Taylor, R. H. Lee // *British Medical Journal*. – 1955. – Vol. 1, № 4927. – P. 1406–1409.

199. Klein, A. J. SCAI expert consensus statement for aorto-iliac arterial intervention appropriate use / A. J. Klein, C. J. Feldman, M. R. Jaff [et al.] // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. – 2014. – Vol. 84, № 4. – P. 520–528.

200. Klein, A. J. SCAI appropriate use criteria for peripheral arterial interventions: An update / A. J. Klein, J. A. Pinto, D. L. Bhatt [et al.] // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. – 2017. – Vol. 90, № 4. – P. E90–E110.

201. Klein, W. M. Long-term cardiovascular morbidity, mortality, and reintervention after endovascular treatment in patients with iliac artery disease: The Dutch iliac stent trial study / W. M. Klein, Y. van der Graaf, J. Seegers [et al.] // *Radiology*. – 2004. – Vol. 232, № 2. – P. 491–498.

202. Kontopodis, N. Comparison of the haemodynamic performance of various treatment options for aorto-iliac occlusive disease / N. Kontopodis, K. Tzirakis, I. Tzartzalou, C. V. Ioannou // *EJVES Vascular Forum*. – 2023. – Vol. 60. – P. 24-27.

203. Koksoy, C. Progression of the contralateral limb in chronic limb-threatening ischemia / C. Koksoy, A. K. Alpagut, M. Basaran [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 81, № 6. – P. 1440–1449.

204. Koziej, M. The anatomy of the internal iliac artery: a meta-analysis / M. Koziej, M. Trybus, M. Holda [et al.] // *Folia Morphologica*. – 2024. – Vol. 83, № 3. – P. 517–530.

205. Krankenberg, H. Self-Expanding Versus Balloon-Expandable Stents for Iliac Artery Occlusive Disease: The Randomized ICE Trial / H. Krankenberg, T. Zeller, J. Schofer [et al.] // JACC: Cardiovascular Interventions. – 2017. – Vol. 10, № 16. – P. 1694–1704.

206. Kristensen, S. D. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: Cardiovascular assessment and management / S. D. Kristensen, J. Knuuti, A. Saraste [et al.] // European Heart Journal. – 2014. – Vol. 35, № 35. – P. 2383–2431.

207. Ku, M. J. Mini-access ascending aorto-bifemoral bypass surgery for the treatment of aortic steno-occlusive disease / M. J. Ku, Y. R. Lee, J. B. Kim // JTCVS Techniques. – 2024. – Vol. 24. – P. 14–19.

208. Kudo, T. Changing pattern of surgical revascularization for critical limb ischemia over 12 years: Endovascular vs open bypass surgery / T. Kudo, F. A. Chandra, S. S. Ahn // Journal of Vascular Surgery. – 2006. – Vol. 44, № 2. – P. 304–313.

209. Kudo, T. Long-term outcomes and predictors of iliac angioplasty with selective stenting / T. Kudo, F. A. Chandra, S. S. Ahn // Journal of Vascular Surgery. – 2005. – Vol. 42, № 3. – P. 466.e1-466.e13.

210. Laird, J. R. iCAST balloon-expandable covered stent for iliac artery lesions: 3-year results from the iCARUS multicenter study / J. R. Laird, M. Loja, T. Zeller [et al.] // Journal of Vascular and Interventional Radiology. – 2019. – Vol. 30, № 6. – P. 822-829.e4.

211. Laird, J. R. Balloon-expandable vascular covered stent in the treatment of iliac artery occlusive disease: 9-month results from the BOLSTER multicenter study / J. R. Laird, T. Zeller, A. Holden [et al.] // Journal of Vascular and Interventional Radiology. – 2019. – Vol. 30, № 6. – P. 836-844.e1.

212. Layden, J. Diagnosis and management of lower limb peripheral arterial disease: summary of NICE guidance / J. Layden, J. Michaels, S. Bermingham, B. Higgins // BMJ. – 2012. – Vol. 345. – P. e4947.

213. Lazarenko, V. A. Endothelial dysfunction in the surgery of aorto-femoral-popliteal segments of atherosclerotic genesis / V. A. Lazarenko, E. A. Bobrovskaya, A. A. Petrova // Bulletin of Volgograd State Medical University. – 2021. – № 3. – P. 174-178.

214. Lecot, F. Long-term Results of Totally Laparoscopic Aortobifemoral Bypass / F. Lecot, B. Sohy, J. P. Gillardin [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2016. – Vol. 52, № 5. – P. 581–587.

215. Leville, C. D. Endovascular management of iliac artery occlusions: extending treatment to TransAtlantic Inter-Society Consensus class C and D patients / C. D. Leville, V. S. Kashyap, D. G. Clair [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2006. – Vol. 48. – P. 32–39.

216. Li, B. Predicting mortality risk following major lower extremity amputation using machine learning / B. Li, D. I. S. Rosenblum, D. G. Armstrong [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 82, № 2. – P. 617-631.e8.

217. Liang, H. L. Endovascular management of aorto-iliac occlusive disease (Leriche syndrome) / H. L. Liang, C. G. Li, C. F. Yang [et al.] // *Journal of the Formosan Medical Association*. – 2021. – Vol. 120, № 7. – P. 1485–1492.

218. Long, M. T. The Framingham Heart Study-67 years of discovery in metabolic disease / M. T. Long, C. S. Fox // *Nature Reviews Endocrinology*. – 2016. – Vol. 12, № 3. – P. 177–183.

219. Lun, Y. Comparison of midterm outcomes between surgical treatment and endovascular reconstruction for chronic infrarenal aortoiliac occlusion / Y. Lun, J. Zhang, X. Wu [et al.] // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 2015. – Vol. 26, № 2. – P. 196-204.

220. Makaloski, V. Long-Term Outcomes of Open Surgical Repair for Complex Aortoiliac Occlusive Disease in the Age of Endovascular Advancements / V. Makaloski, D. Becker, S. Guillet [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 116. – P. 9–16.

221. Mallios, A. Revisiting Aorto-bifemoral Bypass / A. Mallios, M. Zagzoog, S. Haulon // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2025.

222. Mallory, A. Covered Stents for Endovascular Treatment of Aortoiliac Occlusive Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis / A. Mallory, K. A. Illig, T. A. S. Huber [et al.] // *Vascular and Endovascular Surgery*. – 2021. – Vol. 55, № 6. – P. 560–570.

223. Malmstedt, J. Outcome after leg bypass surgery for critical limb ischemia is poor in patients with diabetes / J. Malmstedt, M. Leander, J. Swedenborg [et al.] // *Diabetes Care*. – 2008. – Vol. 31, № 5. – P. 887–892.

224. Mandzhgaladze, T. G. Hybrid method of revascularization of distal arterial bed lesions in patients with critical lower limb ischemia / T. G. Mandzhgaladze, M. N. Kudikin, I. M. Kalitko, V. V. Derkach // *Thoracic and Cardiovascular Surgery*. – 2018. – Vol. 60, № 1. – P. 12-18.

225. Margolis, D. J. Association between renal failure and foot ulcer or lower-extremity amputation in patients with diabetes / D. J. Margolis, O. Hofstad, H. I. Feldman // *Diabetes Care*. – 2008. – Vol. 31, № 7. – P. 1331–1336.

226. Martin, D. Axillofemoral bypass for aortoiliac occlusive disease / D. Martin, S. G. Katz // *The American Journal of Surgery*. – 2000. – Vol. 180, № 2. – P. 100-103.

227. Matas, M. Antiplatelet therapy in endovascular surgery: the RENDOVASC study / M. Matas, J. M. Dominguez Gonzalez, E. Montull // *Annals of Vascular Surgery*. – 2013. – Vol. 27. – P. 168–177.

228. Mayor, J. Outcome comparison between open and endovascular management of TASC II D aortoiliac occlusive disease / J. Mayor, B. C. Branco, J. Chung [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2019. – Vol. 61. – P. 65-71.

229. Mazhar, J. Progression of coronary atherosclerosis in patients without standard modifiable risk factors / J. Mazhar, G. A. Figtree, S. T. Vernon [et al.] // *American Journal of Preventive Cardiology*. – 2020. – Vol. 4. – Art. 100116. DOI: 10.1016/j.ajpc.2020.100116.

230. McGinagle, K. L. A framework for perioperative care in lower extremity major limb amputation: a consensus statement by the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society and Society for Vascular Surgery / K. L. McGinagle, M. C. Peterson, B. S. Brooke [et al.] // *JVS-Vascular Insights*. – 2024. – Vol. 2. – P. 100156.

231. Meertens, M. M. Transradial Approach for Aortoiliac and Femoropopliteal Interventions: A Systematic Review and Meta-analysis / M. M. Meertens, E. J. F. M. Latten, C. J. Zeebregts [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2018. – Vol. 25, № 5. – P. 599–607.

232. Meves, S. H. Clopidogrel high-on-treatment platelet reactivity in acute ischemic stroke patients / S. H. Meves, A. Schroeder, M. K. Endres [et al.] // *Thrombosis Research*. – 2014. – Vol. 133, № 3. – P. 396–401.

233. Miura, T. Prevalence and clinical outcome of polyvascular atherosclerotic disease in patients undergoing coronary intervention / T. Miura, Y. Soga, O. Doijiri [et al.] // *Circulation Journal*. – 2013. – Vol. 77, № 1. – P. 89–95.

234. Moise, M. A. Endovascular management of chronic infrarenal aortic occlusion / M. A. Moise, R. A. Alvarez, L. M. Han [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2009. – Vol. 16, № 1. – P. 84–92.

235. Moon, J. Y. The Results of Self-Expandable Kissing Stents in Aortic Bifurcation / J. Y. Moon, H. W. Park, J. H. Joh [et al.] // *Vascular Specialist International*. – 2015. – Vol. 31, № 1. – P. 15–19.

236. Morris-Stiff, G. Aortic replacement in aorto-occlusive disease: an observational study / G. Morris-Stiff, S. Ogunbiyi, R. K. Winter [et al.] // *BMC Surgery*. – 2008. – Vol. 8. – P. 19.

237. Murozova, N. I. Factors predisposing to the progression of carotid atherosclerosis in patients with arterial hypertension / N. I. Murozova, T. A. Mulerova, D. P. Tsygankova [et al.] // *Siberian Medical Review*. – 2022. – № 1. – P. 37-44.

238. Murphy, T. P. Supervised exercise versus primary stenting for claudication resulting from aortoiliac peripheral artery disease: Six-month outcomes from the claudication: Exercise versus endoluminal revascularization (CLEVER) study / T. P. Murphy, D. E. Cutlip, J. G. Regensteiner [et al.] // *Circulation*. – 2012. – Vol. 125, № 1. – P. 130–139.

239. Mwipatayi, B. P. A comparison of covered vs bare expandable stents for the treatment of aortoiliac occlusive disease / B. P. Mwipatayi, S. Thomas, J. Wong [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 54, № 6. – P. 1561-1570.

240. Mwipatayi, B. P. Durability of the balloon-expandable covered versus bare-metal stents in the Covered versus Balloon Expandable Stent Trial (COBEST) for the treatment of aortoiliac occlusive disease / B. P. Mwipatayi, A. Sharma, A. Daneshmand [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2016. – Vol. 64, № 1. – P. 83-94.

241. Nadiradze, Sh. I. Application of heparin for thrombohemorrhagic complications of surgery for cancer / Sh. I. Nadiradze // *Voprosy Onkologii*. – 1989. – Vol. 35, № 8. – P. 974–979.

242. Nakashima, K. Long-Term Prognosis and Predictive Risk Factors for Polyvascular Disease in Patients with Peripheral Arterial Disease / K. Nakashima, Y. Soga, O. Iida [et al.] // *World Journal of Cardiovascular Diseases*. – 2022. – Vol. 12, № 1. – P. 50–64.

243. Nevelsteen, A. Aortofemoral dacron reconstruction for aorto-iliac occlusive disease: A 25-year survey / A. Nevelsteen, L. Wouters, R. Suy // *European Journal of Vascular Surgery*. – 1991. – Vol. 5, № 2. – P. 179–186.

244. Nguyen, L. L. Disparity in outcomes of surgical revascularization for limb salvage: race and gender are synergistic determinants of vein graft failure and limb loss / L. L. Nguyen, S. Hevelone, A. D. Rogers [et al.] // *Circulation*. – 2009. – Vol. 119, № 1. – P. 123-130.

245. Nishibe, T. Hybrid surgical and endovascular therapy in multifocal peripheral TASC D lesions: up to three-year follow-up / T. Nishibe, H. Kondo, K. Iwahashi [et al.] // *Journal of Cardiovascular Surgery*. – 2009. – Vol. 50, № 4. – P. 493-498.

246. Niu, G. Bioengineered blood vessels / G. Niu, E. Sapoznik, S. Soker // *Expert Opinion on Biological Therapy*. – 2014. – Vol. 14, № 4. – P. 403–410.

247. Nordanstig, J. Peripheral arterial disease (PAD) – A challenging manifestation of atherosclerosis / J. Nordanstig, D. Bergström, M. B. S. [et al.] // *Preventive Medicine*. – 2023. – Vol. 171. – P. 107489.

248. Nordanstig, J. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 Clinical Practice Guidelines on the Management of Asymptomatic Lower Limb Peripheral Arterial Disease and Intermittent Claudication / J. Nordanstig, M. Behrendt, J. S. Lindholt [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2024. – Vol. 67, № 1. – P. 9–96.

249. Norgren, L. Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II) / L. Norgren, W. R. Hiatt, J. A. Dormandy [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2007. – Vol. 45, № 1. – P. S5-S67.

250. Novotn, T. The learning curve of robot-assisted laparoscopic aortofemoral bypass grafting for aortoiliac occlusive disease / T. Novotn, M. Dvork, R. Staffa // *Journal of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 53, № 2. – P. 414–420.

251. Noel, A. A. Treatment of Aortic Graft Infection with Cryopreserved Aortic Allografts / A. A. Noel, P. Gloviczki, K. J. Cherry [et al.] // *Perspectives in Vascular Surgery*. – 2000. – Vol. 13, № 3. – P. 0055-0064.

252. O'Connor, S. A systematic review and meta-analysis of treatments for aortic graft infection / S. O'Connor, P. Andrew, M. Batt [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2006. – Vol. 44, № 1. – P. 38-45.

253. Ohman, E. M. The REduction of Atherothrombosis for Continued Health (REACH) Registry: An international, prospective, observational investigation in subjects at risk for atherothrombotic events-study design / E. M. Ohman, D. L. Bhatt, P. G. Steg [et al.] // *American Heart Journal*. – 2006. – Vol. 151, № 4. – P. 786.e1-786.e10.

254. Olmedo, W. Bivalirudin versus heparin in patients undergoing percutaneous peripheral interventions: A systematic review and meta-analysis / W. Olmedo, M. Alraies, W. Tamis-Holland [et al.] // *Vascular*. – 2019. – Vol. 27, № 1. – P. 78–89.

255. Obitsu, Y. Revascularization for the aortoiliac regions of peripheral arterial disease / Y. Obitsu, H. Shigematsu // *Nihon Geka Gakkai Zasshi*. – 2010. – Vol. 111, № 2. – P. 79-83.

256. Onohara, T. Multivariate analysis of long-term results after an axillobifemoral and aortobifemoral bypass in patients with aortoiliac occlusive disease / T. Onohara, K. Komori, S. Kume [et al.] // *Journal of Cardiovascular Surgery*. – 2000. – Vol. 41, № 6. – P. 905-910.

257. Perler, B. A. Does donor iliac artery percutaneous transluminal angioplasty or stent placement influence the results of femorofemoral bypass? Analysis of 70 consecutive cases with long-term follow-up / B. A. Perler, G. M. Williams // *Journal of Vascular Surgery*. – 1996. – Vol. 24, № 3. – P. 363-370.

258. Piazza, M. Iliac artery stenting combined with open femoral endarterectomy is as effective as open surgical reconstruction for severe iliac and common femoral occlusive

disease / M. Piazza, F. Ricotta, D. Bower [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 54, № 2. – P. 402-411.

259. Piffaretti, G. Outcomes from the multicenter italian registry on primary endovascular treatment of aortoiliac occlusive disease / G. Piffaretti, M. Fargion, M. Antonello [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2019. – Vol. 26, № 5. – P. 623-632.

260. Pollorsi, G. Iliac occlusion due to covered stent deformation following abdominal massages / G. Pollorsi, F. C. Carollo, F. Intrieri // *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*. – 2022. – Vol. 8, № 2. – P. 187–189.

261. Powell, R. J. The Incidence and Consequences of Endovascular Technical Failure in Patients with Chronic Limb-Threatening Ischemia: Results from the Best Endovascular versus Best Surgical Therapy in Patients with Critical Limb-Threatening Ischemia (BEST-CLI) Trial / R. J. Powell, M. T. Menard, M. S. Conte [et al.] // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 2025. – Vol. 36, № 6. – P. 950–959.

262. Premaratne, S. Meta-analysis of direct surgical versus endovascular revascularization for aortoiliac occlusive disease / S. Premaratne, M. M. Newman, S. H. Park [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2020. – Vol. 72, № 2. – P. 726-737.

263. Psacharopulo, D. Increasing efficacy of endovascular recanalization with covered stent graft for TransAtlantic Inter-Society Consensus II D aortoiliac complex occlusion / D. Psacharopulo, F. Ferrero, M. Ferri [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2015. – Vol. 62, № 5. – P. 1219–1226.

264. Ratner, B. Vascular Grafts: Technology Success/Technology Failure / B. Ratner // *BME Frontiers*. – 2023. – Vol. 4. – P. 0003.

265. Reitman, C. A. The cell saver in adult lumbar fusion surgery: A cost-benefit outcomes study / C. A. Reitman, W. C. Watters, W. R. Sassard // *Spine*. – 2004. – Vol. 29, № 14. – P. 1580–1583.

266. Ricci, J. Iliac Arterial Intervention / J. Ricci, J. Johnston-Cox, A. J. P. Klein // *Interventional Cardiology Clinics*. – 2025. – Vol. 14, № 2. – P. 235–242.

267. Ricco, J. B. InterGard silver bifurcated graft: Features and results of a multicenter clinical study / J. B. Ricco // *Journal of Vascular Surgery*. – 2006. – Vol. 44, № 2. – P. 339–346.

268. Rocha-Singh, K. J. Peripheral arterial calcification: prevalence, mechanism, detection, and clinical implications / K. J. Rocha-Singh, T. Zeller, M. R. Jaff // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. – 2014. – Vol. 83. – P. E212-20.

269. Roddy, S. P. Commentary: Nylaende M, Abdelnoor M, Strandén E, et al. The Oslo Balloon Angioplasty versus Conservative Treatment Study (OBACT)-the 2-years results of a single centre, prospective, randomised study in patients with intermittent claudication / S. P. Roddy, R. C. Darling // *Perspectives in Vascular Surgery and Endovascular Therapy*. – 2007. – Vol. 19, № 4. – P. 413–4.

270. Roffman, C. E. Predictors of non-use of prostheses by people with lower limb amputation after discharge from rehabilitation: development and validation of clinical prediction rules / C. E. Roffman, J. Buchanan, G. T. Allison // *Journal of Physiotherapy*. – 2014. – Vol. 60, № 4. – P. 224–231.

271. Roisin, S. 10 Years' Experience of Endovascular Reconstruction of Aortoiliac Occlusive Lesions: HERAB Technique / S. Roisin, T. Meurice, J. C. Origer [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 120. – P. 77–86.

272. Rundback, J. H. Results from the VISIBILITY Iliac Study: Primary and Cohort Outcomes at 9 Months / J. H. Rundback, G. S. Herman, A. K. Roy [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2017. – Vol. 24, № 3. – P. 342–348.

273. Ruwald, A. C. H. Losartan versus atenolol-based antihypertensive treatment reduces cardiovascular events especially well in elderly patients: The Losartan Intervention for Endpoint reduction in hypertension (LIFE) study / A. C. H. Ruwald, K. Wachtell, B. Dahlöf [et al.] // *Journal of Hypertension*. – 2012. – Vol. 30, № 6. – P. 1252–1259.

274. Ruzankin, P. S. A Fast Algorithm for Maximal Propensity Score Matching / P. S. Ruzankin // *Methodology and Computing in Applied Probability*. – 2019.

275. Rutherford, R. B. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version / R. B. Rutherford, J. D. Baker, C. Ernst [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 1997. – Vol. 26. – P. 517–538.

276. Rutherford, R. B. Suggested standards for reports dealing with lower extremity ischemia / R. B. Rutherford, D. P. Flanigan, S. K. Gupta [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 1986. – Vol. 4. – P. 80–94.

277. Sabri, S. S. Outcomes of covered kissing stent placement compared with bare metal stent placement in the treatment of atherosclerotic occlusive disease at the aortic bifurcation / S. S. Sabri, A. A. Choudhri, J. F. Angle [et al.] // *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. – 2010. – Vol. 21, № 7. – P. 995–1003.

278. Saha, S. P. Operative management of multilevel iliofemoral occlusive disease / S. P. Saha, S. M. Terry, V. A. Ferraris // *International Journal of Angiology*. – 2009. – Vol. 18, № 3. – P. 135–136.

279. Saratzis, A. Editor's Choice–Covered vs. Bare Metal Stents in the Reconstruction of the Aortic Bifurcation: Early and Midterm Outcomes from the COBRA European Multicentre Registry / A. Saratzis, K. Stavroulakis, S. Schlager [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2022. – Vol. 63, № 5. – P. 688–695.

280. Saratzis, A. Contemporary endovascular management of common femoral artery atherosclerotic disease / A. Saratzis, K. Stavroulakis // *British Journal of Surgery*. – 2021. – Vol. 108, № 8. – P. 882–884.

281. Satiani, B. Aortofemoral bypass for severe limb ischemia: Long-term survival and limb salvage / B. Satiani, C. D. Liapis, W. E. Evans // *The American Journal of Surgery*. – 1981. – Vol. 141, № 2. – P. 252–256.

282. Scali, S. T. Outcomes after redo aortobifemoral bypass for aortoiliac occlusive disease / S. T. Scali, C. K. Rzucidlo, M. L. Bjerk [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2014. – Vol. 60, № 2. – P. 346–355.e1.

283. Scheinert, D. Stent-supported recanalization of chronic iliac artery occlusions / D. Scheinert, M. Schröder, J. Balzer [et al.] // *The American Journal of Medicine*. – 2001. – Vol. 110, № 9. – P. 708–715.

284. Segers, B. Preliminary results from a prospective study of laparoscopic aortobifemoral bypass using a clampless and sutureless aortic anastomotic technique / B. Segers, R. Lemaire, J. P. Carlier [et al.] // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2014. – Vol. 48, № 4. – P. 400–406.

285. Serna Santos, J. Hybrid Revascularization for Extensive Iliofemoral Occlusive Disease / J. Serna Santos, J. A. Lozano, F. J. Gómez [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2023. – Vol. 88. – P. 90–99.

286. Serra, R. The Shaggy Aorta Syndrome: An Updated Review / R. Serra, U. M. Bracale, F. Jiritano [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2021. – Vol. 70. – P. 528-541.
287. Sharma, G. Thirty-year trends in aortofemoral bypass for aortoiliac occlusive disease / G. Sharma, K. A. Illig, J. D. Corson [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2018. – Vol. 68, № 6. – P. 1796-1804.e2.
288. Sharafuddin, M. J. Long-term outcome following stent reconstruction of the aortic bifurcation and the role of geometric determinants / M. J. Sharafuddin, J. J. Hoballah, T. F. Kresowik [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2008. – Vol. 22. – P. 346–357.
289. Shen, C. Y. Open and endovascular treatment of Trans-Atlantic Inter-Society Consensus II D aortoiliac occlusive lesions: what determines the rate of restenosis? / C. Y. Shen, Y. F. Liu, Q. L. Li [et al.] // *Chinese Medical Journal*. – 2015. – Vol. 128, № 22. – P. 3035-3042.
290. Shin, C. S. Regional versus systemic heparinization / C. S. Shin, J. J. Bergan, J. S. T. Yao // *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. – 1979. – Vol. 148, № 6. – P. 913–916.
291. Shumacker, H. B. Pliable plastic tubes as aortic substitutes / H. B. Shumacker, E. J. Harris, H. P. Siderys // *Surgery*. – 1955. – Vol. 37, № 1. – P. 80–93.
292. Shumway, N. E. An experimental study of the use of polyvinyl sponge for aortic grafts / N. E. Shumway, M. L. Gliedman, F. J. Lewis // *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. – 1955. – Vol. 100, № 6. – P. 703–706.
293. Sinci, V. Long-term effects of combined iliac dilatation and distal arterial surgery / V. Sinci, S. Kalaycioglu, V. Halit [et al.] // *International Surgery*. – 2000. – Vol. 85, № 1. – P. 13-17.
294. Sixt, S. Endovascular treatment for extensive aortoiliac artery reconstruction: a single-center experience based on 1712 interventions / S. Sixt, H. Krankenberg, C. Mohrle [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2013. – Vol. 20, № 1. – P. 64-73.
295. Soga, Y. Contemporary outcomes after endovascular treatment for aorto-iliac artery disease / Y. Soga, O. Iida, D. Kawasaki [et al.] // *Circulation Journal*. – 2012. – Vol. 76. – P. 2697-2704.

296. Soga, Y. Clinical outcome after endovascular treatment for isolated common femoral and popliteal artery disease / Y. Soga, Y. Tomoi, K. Sato [et al.] // *Cardiovascular Intervention and Therapeutics*. – 2013. – Vol. 28. – P. 250-257.

297. Sousa, L. H. D. G. Internal iliac artery revascularisation versus internal iliac artery occlusion for endovascular treatment of aorto-iliac aneurysms / L. H. D. G. Sousa, R. S. V. R. Castro, J. P. M. Soares [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2020. – № 7.

298. Spanos, K. Hybrid procedures for chronic lower limb ischemia: what determines the outcome? / K. Spanos, G. A. Antoniou, A. Giannoukas [et al.] // *International Angiology*. – 2016. – Vol. 36, № 2. – P. 174-181.

299. Squizzato, F. Propensity-Matched Comparison of Endovascular versus Open Reconstruction for TASC-II C/D AortoIliac Occlusive Disease. A Ten-Year Single-Center Experience with Self-Expanding Covered Stents / F. Squizzato, M. Antonello, F. Grego [et al.] // *Annals of Vascular Surgery*. – 2021. – Vol. 71. – P. 84–95.

300. Starodubtsev, V. Editor's Choice – Hybrid vs. Open Surgical Reconstruction for Iliofemoral Occlusive Disease: A Prospective Randomised Trial / V. Starodubtsev, A. Karpenko, P. Ignatenko // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. – 2022. – Vol. 63, № 4. – P. 557–565.

301. Starodubtsev, V. Hybrid and open surgery of Trans-Atlantic Inter-Society II type C and D iliac occlusive disease and concomitant lesion of common femoral artery / V. Starodubtsev, A. Karpenko, P. Ignatenko // *International Angiology*. – 2016. – Vol. 35. – P. 484-491.

302. Stone, P. H. Systemic Arterial Hypertension: Innovative Methods to Elucidate Mechanisms of Atherosclerosis and Arterial Restructuring / P. H. Stone // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2021. – Vol. 77, № 5. – P. 590–592.

303. Stoner, M. C. Reporting standards of the Society for Vascular Surgery for endovascular treatment of chronic lower extremity peripheral artery disease: executive summary / M. C. Stoner, K. D. Calligaro, R. A. Chaer [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2016. – Vol. 64. – P. 227–228.

304. Strobl, F. F. Twelve-month results of a randomized trial comparing mono with dual antiplatelet therapy in endovascularly treated patients with peripheral artery disease / F. Strobl, K. Brechtel, J. Schmehl [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2013. – Vol. 20. – P. 699–706.

305. Suárez, C. Influence of polyvascular disease on cardiovascular event rates. Insights from the REACH registry / C. Suárez, A. Castillo, J. F. Arenillas [et al.] // *Vascular Medicine*. – 2010. – Vol. 15, № 4. – P. 259–265.

306. Suzuki, K. Efficacy and Safety of Endovascular Therapy for Aortoiliac TASC D Lesions / K. Suzuki, Y. Soga, O. Iida [et al.] // *Angiology*. – 2017. – Vol. 68, № 1. – P. 67–73.

307. Taeymans, K. Three-year outcome of the covered endovascular reconstruction of the aortic bifurcation technique for aortoiliac occlusive disease / K. Taeymans, E. Groot Jebbink, S. Holewijn [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2018. – Vol. 68. – P. 1438–1447.

308. Taurino, M. Trans-Atlantic Inter-Society Consensus II C and D iliac lesions can be treated by endovascular and hybrid approach: a single-center experience / M. Taurino, F. Persiani, C. Fantozzi [et al.] // *Vascular and Endovascular Surgery*. – 2014. – Vol. 48, № 2. – P. 123-128.

309. Tetteroo, E. Randomised comparison of primary stent placement versus primary angioplasty followed by selective stent placement in patients with iliac-artery occlusive disease / E. Tetteroo, Y. van der Graaf, J. Bosch [et al.] // *The Lancet*. – 1998. – Vol. 351, № 9110. – P. 1153–1159.

310. Tewksbury, R. Outcomes of covered expandable stents for the treatment of TASC D aorto-iliac occlusive lesions / R. Tewksbury, J. R. Laird, T. Zeller [et al.] // *Vascular*. – 2015. – Vol. 23, № 6. – P. 630–636.

311. Thomford, N. R. Ureteral obstruction caused by an aortofemoral bypass prosthesis / N. R. Thomford, L. F. Dorfman // *The American Journal of Surgery*. – 1968. – Vol. 115, № 3. – P. 394–396.

312. Tremey, B. Anticoagulation monitoring during vascular surgery: Accuracy of the Hemochron® low range activated clotting time (ACT-LR) / B. Tremey, M. R. Licker, C. M. Schweizer [et al.] // *British Journal of Anaesthesia*. – 2006. – Vol. 97, № 4. – P. 453–459.

313. Tsao, C. W. Cohort Profile: The Framingham Heart Study (FHS): Overview of milestones in cardiovascular epidemiology / C. W. Tsao, R. S. Vasan // *International Journal of Epidemiology*. – 2015. – Vol. 44, № 6. – P. 1800–1813.

314. Upchurch, G. R. Diffusion of new technology in health care: the case of aortoiliac occlusive disease / G. R. Upchurch, J. B. Dimick, T. A. Wainess [et al.] // *Surgery*. – 2004. – Vol. 136, № 4. – P. 812–818.

315. Vasuri, F. Diffuse calcifications protect carotid plaques regardless of the amount of neoangiogenesis and related histological complications / F. Vasuri, S. Fittipaldi, R. Pini [et al.] // *BioMed Research International*. – 2015. – Vol. 2015. – P. 795672.

316. Venkataraman, K. Rehabilitation Outcomes After Inpatient Rehabilitation for Lower Extremity Amputation in Patients With Diabetes / K. Venkataraman, D. T. Fong, S. Chan [et al.] // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. – 2016. – Vol. 97, № 9. – P. 1473–1480.

317. Vertes, M. Stent protrusion >20 mm into the aorta: a new predictor for restenosis after kissing stent reconstruction of the aortoiliac bifurcation / M. Vertes, I. Z. Juhasz, T. D. Nguyen [et al.] // *Journal of Endovascular Therapy*. – 2018. – Vol. 25. – P. 632–639.

318. Visseren, F. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice / F. Visseren, F. Mach, Y. M. Smulders [et al.] // *European Heart Journal*. – 2021. – Vol. 42, № 34. – P. 3227–3337.

319. von Allmen, R. S. Completeness of follow-up determines validity of study findings: results of a prospective repeated measures cohort study / R. S. von Allmen, M. K. Weiss, H. H. Tevaearai [et al.] // *PLOS ONE*. – 2015. – Vol. 10, № 10. – P. e0140817.

320. Voorhees, A. B. The use of tubes constructed from vinyon "N" cloth in bridging arterial defects / A. B. Voorhees, A. Jaretzki, A. H. Blakemore // *Annals of Surgery*. – 1952. – Vol. 135, № 3. – P. 332–336.

321. Vorwerk, D. Primary stent placement for chronic iliac artery occlusions: Follow-up results in 103 patients / D. Vorwerk, R. W. Günther, K. Schürmann [et al.] // *Radiology*. – 1995. – Vol. 194, № 3. – P. 745–749.

322. De Vries, J. Freedom from secondary interventions to treat stenotic disease after percutaneous transluminal angioplasty of infrarenal aorta: long-term results / J. De Vries, J. J. van der Heijden, M. R. H. M. van Sambeek [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2004. – Vol. 39, № 2. – P. 427-431.

323. De Vries, S. O. Results of aortic bifurcation grafts for aortoiliac occlusive disease: A meta-analysis / S. O. De Vries, M. G. M. Hunink // *Journal of Vascular Surgery*. – 1997. – Vol. 26, № 4. – P. 558–569.

324. Whitlock, R. S. Use of arterial transposition for vascular reconstruction within contaminated or infected abdominal fields / R. S. Whitlock, J. C. Magee, R. P. Liddell [et al.] // *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*. – 2024. – Vol. 10, № 6. – P. 101570.

325. Wiggers, R. B. M. A systematic review of the association between arterial calcification on preoperative imaging and clinical outcomes in peripheral arterial disease / R. B. M. Wiggers, J. A. Vos, R. P. Tutein Nolthenius [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025.

326. Wijekoon, A. Effectiveness and Equity in Community-Based Rehabilitation on Pain, Physical Function, and Quality of Life After Unilateral Lower Limb Amputation: A Systematic Review / A. Wijekoon, D. G. A. S. Gunawardena, K. H. Dissanayake [et al.] // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. – 2023. – Vol. 104, № 9. – P. 1484–1497.

327. Yamada, S. Role of Chronic Kidney Disease (CKD)–Mineral and Bone Disorder (MBD) in the Pathogenesis of Cardiovascular Disease in CKD / S. Yamada, T. Nakano // *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. – 2023. – Vol. 30, № 8. – P. 835–850.

328. Yannoutsos, A. Challenges in the management of patients with critical limb ischemia / A. Yannoutsos, R. Gäisset, I. Lazareth // *JMV-Journal de Médecine Vasculaire*. – 2022. – Vol. 47, № 1. – P. 1–2.

329. Ye, W. Early and late outcomes of percutaneous treatment of TransAtlantic Inter-Society Consensus class C and D aorto-iliac lesions / W. Ye, C. W. Liu, B. Liu [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2011. – Vol. 53, № 6. – P. 1728–1737.

330. Yang, M. Long-term results of endovascular reconstruction for aortoiliac occlusive disease / M. Yang, B. Zhang, G. Niu [et al.] // *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. – 2021. – Vol. 11, № 4. – P. 1303-1316.

331. Yuksel, A. An overview and update of femorofemoral crossover bypass surgery as an extra-anatomic bypass procedure / A. Yuksel, M. C. Cayir, G. Kumtepe [et al.] // *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. – 2018. – Vol. 66, № 3. – P. 266-272.

332. Zakharova, I. S. Endothelial and smooth muscle cells derived from human cardiac explants demonstrate angiogenic potential and suitable for design of cell-containing vascular grafts / I. S. Zakharova, M. K. Zhiven', S. B. Saaya [et al.] // *Journal of Translational Medicine*. – 2017. – Vol. 15, № 1. – P. 54.

333. Zarrintan, S. Midterm outcomes of aortobifemoral bypass, axillobifemoral bypass and covered endovascular reconstruction of aortic bifurcation / S. Zarrintan, M. R. Sarraj, A. R. Youssef [et al.] // *Journal of Vascular Surgery*. – 2025. – Vol. 81, № 6. – P. 1456-1466.e2.

334. Zavatta, M. A national Vascular Quality Initiative database comparison of hybrid and open repair for aortoiliac-femoral occlusive disease / M. Zavatta, M. W. Mell // *Journal of Vascular Surgery*. – 2018. – Vol. 67, № 1. – P. 199-205.

335. Zhou, M. Comparison of hybrid procedure and open surgical revascularization for multilevel infrainguinal arterial occlusive disease / M. Zhou, Z. Huang, J. Li [et al.] // *Clinical Interventions in Aging*. – 2014. – P. 1595-1603.

336. Zou, J. Hybrid endarterectomy and endovascular therapy in multilevel lower extremity arterial disease involving the femoral artery bifurcation / J. Zou, Z. Xu, J. Zhang [et al.] // *International Surgery*. – 2012. – Vol. 97, № 1. – P. 56-64.