

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный  
медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

ВАНЮРКИН АЛМАЗ ГАФУРОВИЧ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДНОГО И ЭНДОВАСКУЛЯРНОГО  
МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ МНОГОУРОВНЕВОМ ПОРАЖЕНИИ  
БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ**

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Чернявский Михаил Александрович

доктор медицинских наук

Санкт-Петербург – 2025

## Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. Обзор литературы.....</b>	<b>13</b>
1.1 Актуальность проблемы.....	13
1.2 Гибридные вмешательства при двухуровневом поражении брахиоцефальных артерий и их результаты.....	16
1.3 Эндоваскулярные вмешательства при двухуровневом поражении брахиоцефальных артерий и их результаты.....	41
1.4 Резюме.....	51
<b>Глава 2. Методика выполнения эндоваскулярного и гибридного методов лечения двухуровневого стеноза брахиоцефальных артерий.....</b>	<b>54</b>
2.1 Описание эндоваскулярного метода лечения двухуровневого стеноза брахиоцефальных артерий.....	54
2.2 Описание гибридного метода лечения двухуровневого стеноза брахиоцефальных артерий.....	59
<b>Глава 3. Материалы и методы.....</b>	<b>65</b>
3.1 Дизайн исследования.....	65
3.2 Критерии включения.....	67
3.3 Критерии исключения.....	67
3.4 Статистический анализ данных.....	68
3.5 Первичные конечные точки.....	69
3.6 Вторичные конечные точки.....	69
<b>Глава 4. Результаты исследования.....</b>	<b>70</b>
4.1 Клиническая характеристика групп сравнения.....	70
4.2 Анализ первичной конечной точки по безопасности.....	71
4.3 Анализ первичной конечной точки по эффективности.....	77
4.4 Анализ вторичных конечных точек.....	81

<b>Глава 5. Обсуждение полученных материалов.....</b>	<b>82</b>
<b>Выводы.....</b>	<b>85</b>
<b>Практические рекомендации.....</b>	<b>86</b>
<b>Перспективы дальнейшей разработки темы исследования.....</b>	<b>87</b>
<b>Список сокращений.....</b>	<b>89</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>90</b>

## **Введение**

### **Актуальность темы исследования и степени ее разработанности**

Сердечно-сосудистые заболевания по-прежнему остаются основной причиной смертности в Российской Федерации, составляя почти половину всех летальных исходов. Согласно последним статистическим данным, в 2023 году на долю цереброваскулярных заболеваний пришлось 31% всех смертей от болезней системы кровообращения, что в абсолютных цифрах составило 263 600 случаев. Среди лиц трудоспособного возраста показатель смертности достиг 29,2 случаев на 100 000 населения [3]. Эти цифры приобретают особую значимость на фоне глобальной статистики, согласно которой инсульт прочно удерживает второе место среди причин смертности после ишемической болезни сердца. В 2020 году во всем мире было зарегистрировано 7,08 миллионов смертей, связанных с инсультом, причем 3,48 миллиона из них были вызваны именно ишемической формой [2]. Клинические последствия перенесенного инсульта часто носят катастрофический характер. Данные Национального регистра инсульта свидетельствуют, что 20% пациентов полностью теряют способность к самостоятельному передвижению, 31% требуют постоянного постороннего ухода, и лишь 8% выживших больных могут вернуться к своей профессиональной деятельности [2]. Особую роль играет атеросклеротическое поражение экстракраниального отдела внутренней сонной артерии. Популяционные исследования демонстрируют, что 20% всех тромбоэмболических инсультов связаны со стенозом ВСА (от 50% до 99%) [24]. Атеросклеротическое поражение ветвей дуги аорты, особенно в области бифуркации общей сонной артерии, является одной из основных причин ишемических инсультов, составляя около 20% всех случаев. При этом клиническая картина часто бывает стертой - 80% таких событий могут протекать без выраженной неврологической симптоматики [15]. Эти данные были подтверждены в ходе крупных рандомизированных контролируемых исследований, где ключевым критерием включения пациентов

было наличие поражения брахиоцефальных артерий на уровне каротидной бифуркации [44].

Особую категорию пациентов составляют больные с так называемыми тандемными поражениями, когда атеросклеротический процесс затрагивает одновременно несколько уровней брахиоцефальных артерий. Многоуровневое поражение определяется как сочетание гемодинамически значимого (более 70%) стеноза внутренней сонной артерии с аналогичным поражением общей сонной артерии или брахиоцефального ствола. Частота изолированного поражения ветвей дуги аорты варьирует от 0,5% до 6,4% [44], тогда как распространенность бессимптомного тандемного поражения достигает 5% [28]. Современные диагностические технологии, включая ультразвуковое дуплексное сканирование, мультиспиральную компьютерную томографию и магнитно-резонансную томографию, существенно улучшили возможности выявления подобных сложных поражений. Необходимость полной реваскуляризации при двухуровневом гемодинамически значимом стенозе не вызывает сомнений. Частичное восстановление кровотока на одном уровне может привести к тромбозу зоны реконструкции из-за нарушения притока или оттока крови [14]. Особенности гемодинамики при тандемных поражениях были детально изучены в работе Jiaqi Wang и соавторов, которые с помощью методов вычислительной гидродинамики на трехмерных моделях продемонстрировали, что такие поражения создают особенно неблагоприятные условия кровотока с выраженной турбулентностью между зонами стенозов [19].

Исторически сложилось несколько подходов к лечению тандемных поражений. В 1984 году Michael B. Pritz впервые описал гибридную методику, сочетающую хирургическое обнажение каротидной бифуркации с ретроградным стентированием проксимальных поражений и последующей каротидной эндартерэктомией [37]. Основное преимущество этого подхода заключается в уникальном сочетании проверенной безопасности открытой хирургической

техники с минимальной инвазивностью эндоваскулярного вмешательства. Хирургический доступ позволяет эффективно контролировать риск церебральной эмболии за счет временного пережатия внутренней сонной артерии во время проведения эндоваскулярных манипуляций.

Анализ современной литературы выявляет существенные расхождения в оценке эффективности различных методов лечения. Ряд исследований подтверждают безопасность гибридного подхода [49], в то время как другие работы отмечают повышенный риск инсульта и смертности по сравнению с полностью чрескожными вмешательствами [19]. Европейское общество сосудистой хирургии в своих рекомендациях 2023 года предлагает рассматривать гибридный метод как один из возможных вариантов лечения (класс рекомендаций ПА, уровень доказательности С). Эндоваскулярный подход, несмотря на свою минимальную инвазивность, сталкивается с рядом существенных ограничений. К ним относятся высокий риск эмболических осложнений (особенно у пациентов с аномалиями строения дуги аорты), технические сложности сочетания различных систем защиты и стентов, а также влияние анатомических особенностей (извитость сосудов, выраженный кальциноз) [49]. Эти факторы подчеркивают необходимость индивидуального подхода к выбору метода лечения в каждом конкретном случае. Клиническое принятие решения о тактике лечения требует комплексной оценки множества факторов, включая опыт хирургической бригады, техническое оснащение медицинского учреждения и возможности организации мультидисциплинарного подхода. При этом ключевым ограничением для широкого внедрения гибридных методик остается необходимость наличия специализированной операционной и хирургов, в совершенстве владеющих как открытыми, так и эндоваскулярными техниками.

Современные тенденции в ангиохирургии, включая появление новых поколений стентов и усовершенствованных систем церебральной защиты, открывают новые перспективы в лечении многоуровневых поражений

брахиоцефальных артерий. Однако недостаток сравнительных данных об эффективности различных методов, особенно у пациентов с бессимптомным течением заболевания, определяет актуальность дальнейших исследований в этом направлении. Именно эти факторы легли в основу постановки целей и задач настоящего исследования.

### **Цель исследования**

Оценить эффективность и безопасность гибридного и эндоваскулярного методов лечения многоуровневого поражения экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий в ближайшем и отдаленном периоде.

### **Задачи исследования**

1. Разработать новый метод гибридного хирургического лечения пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий;
2. Оценить эффективность эндоваскулярного и гибридного методов лечения пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий. Изучить частоту развития рестеноза в раннем послеоперационном периоде наблюдения у пациентов перенесших эндоваскулярный и гибридный способ лечения (первичная конечная точка по эффективности);
3. Оценить безопасность эндоваскулярного и гибридного методов лечения пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий. Провести сравнительную оценку частоты неблагоприятных событий – острого нарушения мозгового кровообращения, острого инфаркта миокарда, летальности в раннем послеоперационном периоде наблюдения (первичная конечная точка по безопасности);
4. Провести сравнительную оценку частоты неблагоприятных событий – острого нарушения мозгового кровообращения, острого инфаркта миокарда, летальности в отдаленном периоде наблюдения (вторичная конечная точка).

### **Научная новизна**

1. Разработан и внедрен в клиническую практику оригинальный способ выполнения гибридного вмешательства при тандемном стенозе брахиоцефальных артерий;
2. Оценена эффективность гибридного и эндоваскулярного методов лечения при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий на основании анализа первичной проходимости (первичная конечная точка) в раннем послеоперационном и отдаленном периоде наблюдения.
3. Оценена безопасность гибридной и эндоваскулярной реваскуляризации на основании анализа частоты неблагоприятных событий – острого нарушения мозгового кровообращения, острого инфаркта миокарда, летальности в раннем послеоперационном и отдаленном периоде наблюдения (вторичная конечная точка).

### **Теоретическая и практическая значимость**

1. Данная работа позволит оптимизировать хирургическое лечение пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий;
2. В работе описаны методика и результаты применения гибридного и эндоваскулярного способов лечения пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий.

### **Методология и методы исследования**

Для комплексной оценки эффективности и безопасности гибридного и эндоваскулярного методов лечения проведено одноцентровое ретроспективное сравнительное исследование. Работа проводилась на базе научно-исследовательского отдела сосудистой и интервенционной хирургии ФГБУ "НМИЦ им. В.А. Алмазова" Минздрава России с 2016 по 2022 год.



Исследование было разработано в строгом соответствии с международными этическими стандартами, включая принципы Хельсинкской декларации и требования надлежащей клинической практики (GCP). Протокол исследования получил одобрение локального этического комитета учреждения.

Методология сбора данных включала два этапа: ретроспективное формирование базы данных на основе анализа медицинской документации оперированных пациентов и проспективное наблюдение за исходами вмешательств с установлением личного (очного) или дистанционного (заочного) контакта с каждым пациентом. В первоначальную выборку вошли 76 пациентов, соответствующих критериям исследования. Однако в процессе скрининга 15 пациентов были исключены из анализа как не соответствующие установленным критериям включения.

Всем пациентам проводилась мультиспиральная компьютерная томографическая ангиография (МСКТА) брахиоцефальных артерий с внутривенным болюсным контрастированием. В первой группе пациентов применялся комбинированный гибридный подход, включавший два последовательных этапа: открытую каротидную эндартерэктомию внутренней сонной артерии с тщательным удалением атеросклеротических масс, последующее ретроградное стентирование устья брахиоцефального ствола или общей сонной артерии через хирургический доступ. Во второй группе использовалась полностью эндоваскулярная методика, предусматривающая одномоментное стентирование двух уровней поражения: внутренней сонной артерии (в зоне каротидной бифуркации), устья брахиоцефального ствола или общей сонной артерии.

В рамках послеоперационного наблюдения всем пациентам проводилось регулярное ультразвуковое дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий по стандартизированному протоколу: перед выпиской из стационара, через 6 месяцев после операции, с последующим ежегодным контролем.

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

1. Разработан новый метод гибридной реваскуляризации многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий.
2. Методы гибридной и эндоваскулярной реваскуляризации сопоставимы по эффективности в раннем послеоперационном периоде, однако в отдаленном послеоперационном периоде при стентировании наблюдается большая частота развития рестенозов (50% и более).
3. Методика гибридной реваскуляризации многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий уступает по безопасности эндоваскулярному методу лечения в раннем послеоперационном периоде в связи с осложнениями, связанными с открытым этапом операции (длительность операции, повреждение черепных нервов, пережатие сонной артерии).

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Основные результаты исследования были представлены в форме докладов на всероссийских и международных научных конференциях: XXIII Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов (г. Москва, 2017); Четвертый научно-практический курс каротидной реваскуляризации ВСА (г. Москва, 2018); Научно-практическая конференция сердечно-сосудистых хирургов Москвы «Сердце мегаполиса» (г. Москва, 2022), Leipzig Interventional Course (LINC) (г. Лейпциг, Германия, 2023); XXXVIII Международная конференция по сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии (г. Москва, 2023); Шестая Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные рентгенэндоваскулярные технологии в лечении хронических и острых нарушений мозгового кровообращения» (г. Санкт-Петербург, 2024); Leipzig Interventional Course (LINC) (г. Лейпциг, Германия, 2024); XXXIX Международная конференция «Горизонты современной ангиологии, сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии» (г. Москва, 2024); XXVI Московский Международный Конгресс по

рентгенэндоваскулярной хирургии (г. Москва, 2024); IV Евразийский конгресс по лечению сердечно-сосудистых заболеваний посвященный 450-летию г. Уфа (г. Уфа, 2024); Leipzig Interventional Course (LINC) (г. Лейпциг, Германия, 2025); V Всероссийская научно-практическая конференция «Рентгенэндоваскулярная хирургия в лечении артериальной и венозной патологии» (г. Москва, 2025).

### **Внедрение в практику**

Основные положения диссертации внедрены в клиническую практику отделения сердечно-сосудистой хирургии №2 ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава РФ. Полученные данные используются в лекциях и на практических занятиях кафедры факультетской хирургии ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург). Приобретенный опыт и знания используются для повышения квалификации и обогащения знаний по данной тематике.

По теме диссертации опубликовано 3 полнотекстовые статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук. Также опубликована глава в Национальном руководстве по эндоваскулярной хирургии. По теме диссертации получено 2 патента на изобретение, зарегистрирована 1 база данных.

### **Личный вклад автора в диссертационное исследование**

Автором проведен анализ историй болезни, псевдорандомизация и включение пациентов с многоуровневым стенозом брахиоцефальных артерий в ретроспективное исследование. Автор принимал активное участие в обследовании пациентов до и после операции, лично выполнял как гибридные, так и эндоваскулярные операции в качестве основного оперирующего хирурга и ассистента. Составлена электронная и бумажная база данных. Проведена

статистическая обработка полученных данных, их анализ и интерпретация. Все полученные данные представлены в диссертационной работе в виде публикаций в периодических изданиях, докладов на конференциях.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырех глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов и практических рекомендаций. Диссертация изложена на 99 страницах машинописного текста. Указатель литературы содержит 7 отечественных и 67 зарубежных источников. Работа проиллюстрирована 8 таблицами и 19 рисунками.

## **Глава 1. Обзор литературы**

### **1.1 Актуальность проблемы**

Современная ангиология выделяет особую категорию сосудистых поражений - двухуровневые стенозы брахиоцефальных артерий. Данная патология представляет собой сочетание гемодинамически значимого сужения (превышающего 70% просвета сосуда) внутренней сонной артерии со стенозом общей сонной артерии, либо брахиоцефального ствола. Эпидемиологические исследования демонстрируют, что изолированные поражения ветвей дуги аорты встречаются относительно редко - их частота составляет от 0,5% до 6,4% в общей популяции пациентов с цереброваскулярной патологией [22]. Что касается тандемных (многоуровневых) поражений - их распространенность, по данным различных авторов, достигает 4,8% среди всех случаев атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий [47]. Следует отметить, что в последние годы отмечается значительный рост выявляемости подобных поражений. Этот факт исследователи связывают с широким внедрением в клиническую практику современных неинвазивных методов визуализации, обладающих высокой диагностической точностью. Среди них особое значение приобрели: ультразвуковое дуплексное сканирование и мультиспиральная компьютерная томография. Совершенствование диагностических методик позволяет не только точно определять локализацию и степень стеноза, но и оценивать морфологические особенности атеросклеротических бляшек, что имеет принципиальное значение для выбора оптимальной тактики лечения.

Тандемное поражение брахиоцефальных артерий может стать причиной эмболического ишемического инсульта или нарушений гемодинамики, и, поскольку ни один диагностический метод не может точно определить, какое поражение на самом деле обуславливает развитие симптоматики, оба поражения должны быть скорректированы [40]. Существуют три принципиально разные стратегии лечения тандемных поражений: экстраанатомическое шунтирование

артерии притока в сочетании с каротидной эндартерэктомией; стентирование проксимального отдела общей сонной артерии в сочетании с каротидной эндартерэктомией; полностью эндоваскулярный подход со стентированием проксимального отдела ОСА и каротидной бифуркации [10]. Полностью открытый метод лечения (экстраанатомическое шунтирование + КЭЭ) утратил свое применение из-за высокого уровня послеоперационных осложнений и летальности.

Стеноз бифуркации сонной артерии может возникать в сочетании с очаговым поражением в области устья общей сонной артерии; поражением среднего отдела общей сонной артерии; или “диффузным” поражением, которое по существу является продолжением поражения каротидной бифуркации (см. рис. 1) [10].

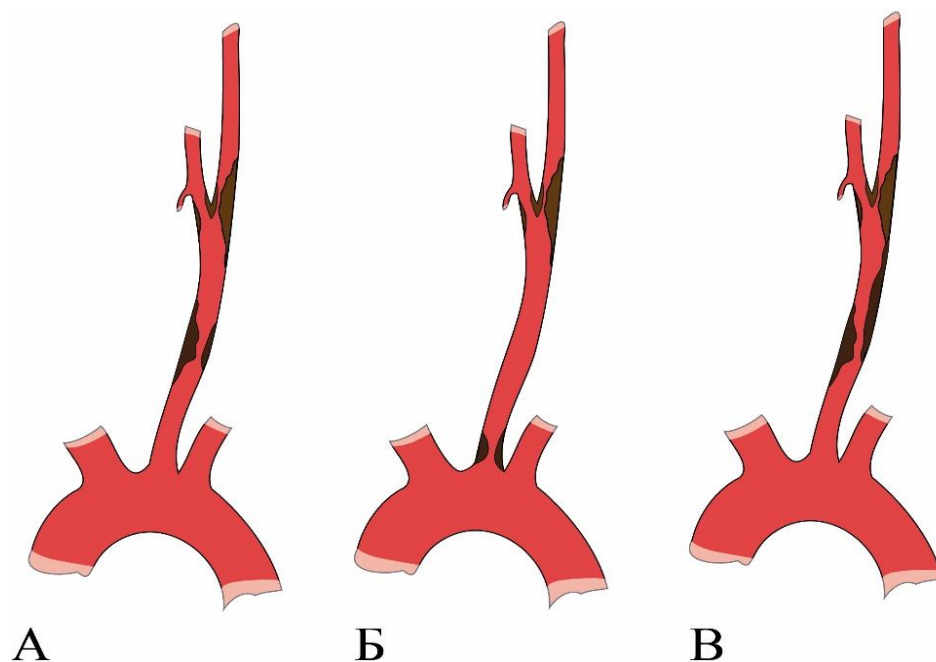


Рисунок 1 - Варианты сочетаний стеноза каротидной бифуркации со стенозом общей сонной артерии на уровне средней трети (А), устья (Б), в виде протяженного стеноза (В)

Пионером в разработке гибридного подхода к лечению многоуровневых поражений брахиоцефальных артерий стал Michael B. Pritz, который в 1984 году впервые описал данную методику [67]. Предложенная техника включала последовательное выполнение трех ключевых этапов: хирургическое обнажение каротидной бифуркации, ретроградное стентирование проксимальных сегментов ОСА или БЦС, и завершающую каротидную эндартерэктомию внутренней сонной артерии. Основное клиническое преимущество данного подхода заключается в уникальном сочетании проверенной безопасности классической каротидной эндартерэктомии с минимальной инвазивностью эндоваскулярного лечения проксимальных отделов брахиоцефальных артерий. Особое значение имеет хирургический доступ к бифуркации, который обеспечивает возможность временного пережатия ВСА. Это создает безопасные условия для ретроградного проведения манипуляций с проводником и интродьюсером, выполнения баллонной ангиопластики и стентирования, существенно снижая риск церебральной эмболии. Несмотря на почти 40-летнюю историю применения, доказательная база по сравнительной эффективности гибридных методик остается недостаточно разработанной. Отсутствуют крупные сравнительные исследования, которые могли бы объективно оценить преимущества и риски гибридного подхода в сопоставлении с полностью эндоваскулярными методами лечения. Современные тенденции в ангиохирургии, включающие появление новых поколений противоэмболических устройств и совершенствование эндоваскулярных технологий, делают актуальным проведение углубленных исследований в этом направлении. Особую важность приобретают задачи по детальному анализу эффективности различных хирургических стратегий, сравнительной оценке гибридных и эндоваскулярных методик, разработке четких алгоритмов выбора метода лечения с учетом локализации и протяженности атеросклеротического поражения, особенностей сопутствующей патологии и индивидуальных анатомических характеристик пациента. Именно эти научно-

практические задачи определили цель и направленность настоящего исследования, призванного восполнить существующие пробелы в доказательной базе и оптимизировать подходы к лечению пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий.

## **1.2 Гибридные вмешательства при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий**

В 1996 году Diethrich впервые описал гибридную методику лечения бифуркации сонной артерии и проксимальных поражений ОСА/БЦС. Этот метод включает обнажение бифуркации сонной артерии, ретроградное стентирование проксимального отдела ОСА/БЦС с последующей каротидной эндартерэктомией. Преимущество этого подхода заключается в том, что не затрагиваются устья супрааортальных сосудов в отсутствии дистальной нейропротекции, особенно это имеет значение у пациентов со сложной анатомией дуги и выраженной извитостью БЦА [65]. Гибридное вмешательство (ангиопластика со стентированием проксимального отдела ОСА/БЦС + КЭЭ) было описано в нескольких небольших клинических исследованиях. Они были объединены Sfyroeras и соавт. в мета-анализе в 2011 г. У 133 пациентов, из которых 83% были симптомными, 30-дневная смертность составила 0,7%, а инсульт - 1,5%, что привело к сочетанному инсульту и смертности в 1,5%. Они пришли к выводу, что это гибридное вмешательство выполняется с результатами, аналогичными изолированной КЭЭ, и является методом выбора в лечении пациентов с комбинированным поражением бифуркации сонных артерий и ипсилатеральным проксимальным стенозом ОСА/БЦС [9].

Исследование Levien et al. 44 пациентов с tandemным поражением экстракраниальных сосудов, которым выполняли КЭЭ в сочетании с ретроградной ангиопластикой, продемонстрировало 85% проходимость через 3 года. Они предположили, что лучший результат может быть получен с помощью



стентирования, особенно при кальцинированных поражениях, которые с трудом поддаются ангиопластике [40].

В НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина группой исследователей под руководством Стародубцева В.Б. в период с 2010 по 2014 год было проведено проспективное исследование, в котором изучались отдаленные результаты гибридных операций [70]. В исследовании участвовали 12 пациентов средней возрастной категории ( $59 \pm 6,5$  лет), которым выполнялось одновременное проведение каротидной эндартерэктомии и стентирования проксимальных отделов артерий. Наблюдение за пациентами в течение среднего срока 33,5 месяцев позволило выявить ряд важных клинических особенностей. В двух случаях хирурги столкнулись с неврологическими осложнениями, связанными с повреждением подъязычного нерва, что объяснялось анатомической вариабельностью - аномально высоким расположением каротидной бифуркации. Еще у одного пациента через год после операции был зафиксирован рестеноз в зоне установленного стента. Однако наиболее обнадеживающим результатом стало полное отсутствие инсультов как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периоде в течение 48 месяцев наблюдения [70].

Параллельное исследование, проведенное американскими специалистами под руководством W. Darrin Clouse в период с 2003 по 2014 год, охватило 23 пациента и дало схожие, но более детализированные результаты [40]. Средний возраст участников этого исследования составлял  $69 \pm 9$  лет, а период наблюдения -  $44 \pm 35$  месяцев. Особый интерес представляет состав пациентов: более половины (52%) имели двусторонние поражения сонных артерий, а у 35% отмечалась выраженная симптоматика. Результаты этого масштабного исследования показали, что, несмотря на два зарегистрированных случая инсульта (9%) и один летальный исход (4%), методика демонстрирует хорошие долгосрочные результаты. У пяти пациентов развился рестеноз, причем в большинстве случаев - в области бифуркации. Особого внимания заслуживает случай, когда через 13

месяцев потребовалось повторное открытое вмешательство. Однако общие показатели выживаемости (85% за 4 года) и отсутствия повторных вмешательств (90% через 3 года) свидетельствуют об эффективности данного подхода [40].

По данным исследования J. Macierewicz, M. P. Armon et al. в период с января 1997 по май 1999 года восьми пациентам со средним возрастом 70 (диапазон 64-78) лет была выполнена КЭЭ в сочетании со стентированием проксимального отдела ОСА/БЦС. Аортография дуги выявила стеноз >70% в устье ипсилатеральной внутренней сонной артерии (ВСА) во всех случаях. Также был выявлен проксимальный 50-70% стеноз ипсилатеральной общей сонной артерии (ОСА) в семи случаях и брахиоцефального ствола в одном случае. У двух пациентов имелись бессимптомные стенозы контралатеральной каротидной бифуркации >70%, у одного пациента наблюдалось поражение всех супрааортальных сосудов, и ещё у одного пациента был бессимптомный синдром подключичного обкрадывания [15]. Артериотомия выполнялась вдоль бифуркации сонной артерии, в проксимальный отдел ОСА устанавливался интродьюсер. Затем баллонорасширяемый стент Palmaz был имплантирован ретроградно по проводнику в область проксимального стеноза (рис. 2). Остатки атеросклеротической бляшки удалялись через артериотомическое отверстие. В одном случае проксимальное стентирование было выполнено без пережатия путём прямой пункции ОСА.

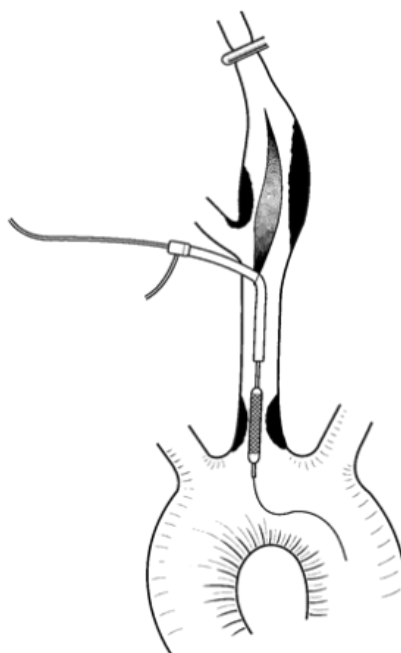


Рисунок 2 - Схема лечения проксимального стеноза общей сонной артерии с использованием баллонорасширяемого стента [15]

Церебральная эмболия наблюдалась в случае, когда стент был установлен путём прямой пункции ОСА, но неврологических симптомов не возникло. В раннем послеоперационном периоде и в отдаленном периоде наблюдения (медиана 20 месяцев, диапазон 6-31 месяца) неврологических осложнений не наблюдалось. Последующее наблюдение за тот же период продемонстрировало отсутствие рестенозов. У одного пациента через 15 месяцев развился бессимптомный рестеноз ОСА [15].

По данным исследования F. Grego et al., в период с апреля 1999 года по март 2002 года 16 пациентам была выполнена КЭЭ в сочетании с ангиопластикой и стентированием проксимального отдела левой ОСА/БЦС из-за значимого стеноза ( $>70\%$ ) в обеих областях. 8 пациентов были асимптомными [48]. Ход оперативного вмешательства представлен на Рис. 4. Технический успех был достигнут у 14 пациентов. В течение 30 дней не наблюдалось неврологической симптоматики или смертности. При последующем наблюдении рестеноза в прооперированных сосудах не наблюдалось, отсутствовала неврологическая

симптоматика. Два пациента, у которых наблюдались общемозговые симптомы до операции, отмечали регресс данной симптоматики в послеоперационном периоде [48].

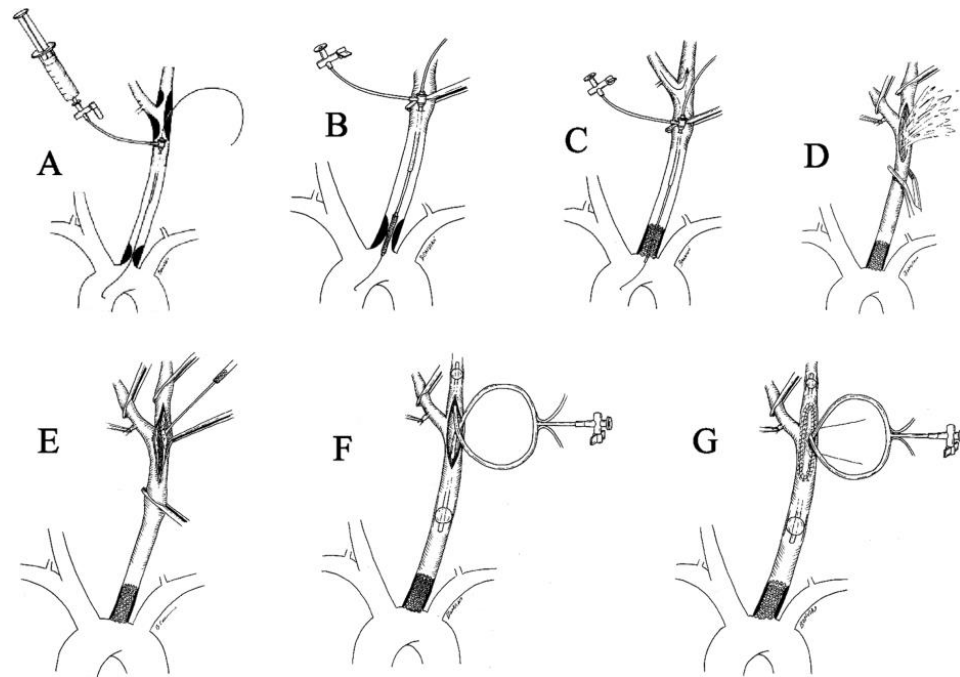


Рисунок 3 - Пункция общей сонной артерии (А). Общая сонная артерия пережималась дистальнее места пункции. (В) Расположение стента в дуге аорты на 1-2 мм. (С) Ангиопластика и стентирование проксимального стеноза. (D) Временное снятие зажима. (Е) Удаление каротидной бляшки. (F) Установка шунта. (G) Пластика заплатой [48]

В качестве альтернативы каротидная эндартерэктомия может быть выполнена вначале (рис. 3) [16, 44]. Преимущество этого подхода заключается в минимизации времени пережатия ВСА после имплантации стента, что препятствует образованию тромба [46].

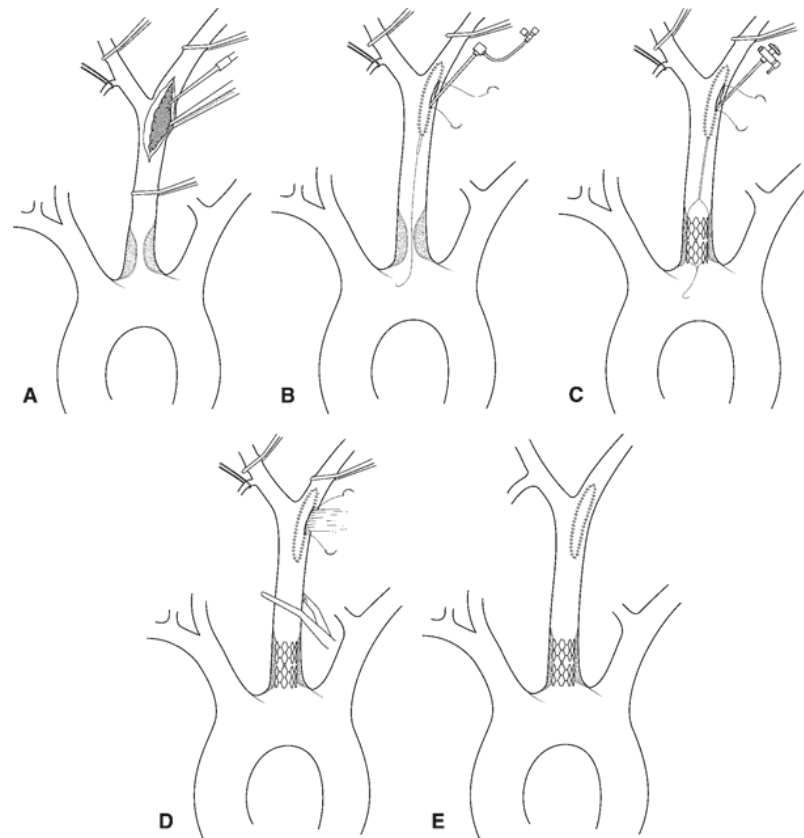


Рисунок 4 - Каротидная эндартерэктомия (А). Установка интродьюсера (В). Стентирование проксимального стеноза (С). Удаление интродьюсера (D) [46]

В двухцентровом исследовании Armelle J.A. Meershoek et al. пациенты, которым выполнялась каротидная эндартерэктомия по поводу симптомного стеноза каротидной бифуркации в период с 2003 по 2017 год, были ретроспективно обследованы на наличие тандемного поражения сонной артерии. Все пациенты с данным поражением лечились с применением гибридного подхода, включавшего ретроградное стентирование проксимального отдела ОСА/БЦС с последующей КЭЭ. В исследование были включены 16 из 2368 симптомных пациентов. Помимо значимого стеноза ВСА, у пациентов был значимый ипсилатеральный стеноз ОСА (n=13) или БЦС (n=3). В течение 30 дней не было ни смертей, ни инсультов, ни ТИА. У двух пациентов наблюдался клинический ИМ. В течение медианы наблюдения 73 (межквартильный диапазон 22-85) месяцев трое пациентов умерли. У одного пациента развился

бессимптомный рестеноз ВСА (ипсилатеральные ТИА). У двух пациентов (без рестеноза) произошёл ипсилатеральный инсульт и ОИМ [36].

По данным исследования Giulio Illuminata et al. с января 2015 по июль 2017 года 7 пациентам, 6 мужчинам со средним возрастом 72 года (диапазон 59-83 лет), было выполнено одновременное ретроградное стентирование проксимального отдела ОСА/БЦС с эверсионной КЭЭ ипсилатеральной ВСА по поводу значимых тандемных стенозов. Четыре пациента перенесли ангиопластику и стентирование симптомных поражений коронарных артерий путем чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) за 8-33 месяца (n=3) и 5 месяцев (n=1) до вмешательства. У двух пациентов были значимые, бессимптомные стенозы коронарных артерий, выявленные во время проведения предоперационной коронарографии. Им было выполнено ЧКВ за 2 и 5 дней соответственно до начала лечения тандемных поражений. Один пациент был кандидатом на аортокоронарное шунтирование (АКШ), а тандемные, бессимптомные поражения были обнаружены при предоперационном дуплексном ультразвуковом исследовании брахиоцефальных артерий [22]. Ход операции представлен на рис. 5-6. Средняя продолжительность наблюдения составила 18 месяцев (диапазон от 3 до 29 месяцев). Все пациенты были живы, без неврологических осложнений и рестенозов [33].

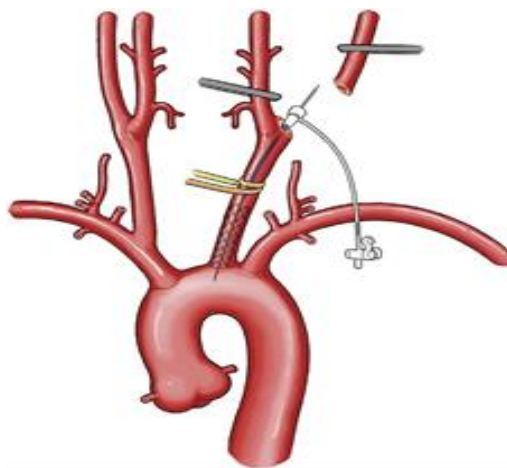


Рисунок 5 – Выполнение каротидной эндартерэктомии с использованием эверсионной методики [22]

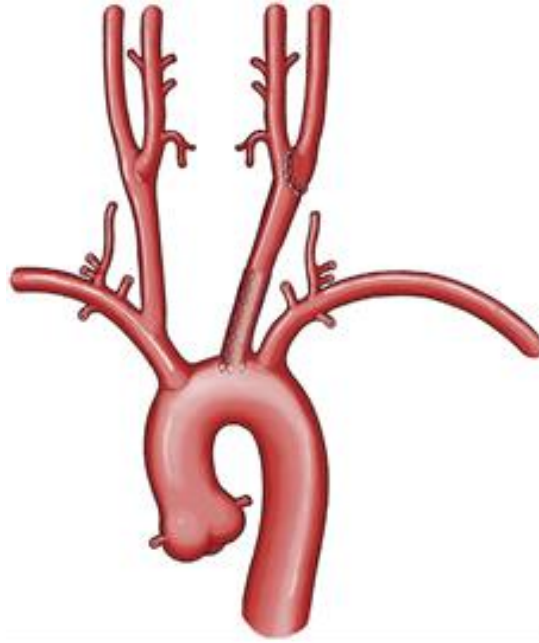


Рисунок 6 – Установка покрытого баллонорасширяемого стента размером 8×57 мм (Bentley BeGraft, Bentley Innomed GmbH, Хехинген, Германия) установленный в область проксимального поражения общей сонной артерии

По данным исследования F. R. Arko et al. в период с октября 1994 по август 1998 года 592 пациентам была выполнена КЭЭ. У шести пациентов были обнаружены гемодинамически значимые тандемные поражения ( $>70\%$ ) одного из сосудов дуги аорты и ипсилатеральной ВСА, общая частота которых составила 1%. Возраст колебался от 63 до 78 лет (в среднем 74,7). Всем шести пациентам была выполнена ретроградная транслюминальная баллонная ангиопластика с первичным стентированием ипсилатеральной ОСА/БЦС с временным пережатием ВСА для церебральной протекции. Период наблюдения составил от 6 до 43 месяцев (в среднем 23,6), при дуплексном сканировании сонных артерий не было выявлено признаков рестеноза. В течение периода наблюдения не было отмечено никаких ТИА или инсультов, связанных с хирургически скорректированными поражениями [18].

С января 2016 года по август 2017 года в отделении сосудистой и гибридной хирургии ФГБУ НМИЦ им. В. А. Алмазова Комаха Б. Б., Чернявский М. А. и соавт. выполнили 15 гибридных вмешательств у пациентов с многоуровневыми поражениями брахиоцефальных артерий ( $>70\%$  по ECST). В одном наблюдении отмечался стеноз  $80\%$  устья ВСА и  $70\%$  стеноз дистального экстракраниального участка. Возраст пациентов варьировал от 43 до 83 лет. В ближайшем послеоперационном периоде не наблюдалось ни одного тромбоза в зонах хирургического и эндоваскулярного вмешательств. Первичная проходимость зоны эндоваскулярной реконструкции составила  $100\%$ . В одном случае развился рестеноз в области устья стентированного брахиоцефального ствола, что потребовало повторного эндоваскулярного вмешательства. Осложнений после проведенных гибридных оперативных вмешательств не отмечено. При контрольном дуплексном сканировании брахиоцефальных артерий в послеоперационном периоде в сроки от 3 до 6 месяцев зафиксирована удовлетворительная проходимость зон реконструкций [4].

В исследовании Karathanos et al. сообщается о трех случаях с сочетанным стенозом проксимального участка ипсилатеральной общей сонной артерии и внутренней сонной артерии, пролеченных в один этап с применением каротидной эндартерэктомии и ретроградного первичного стентирования общей сонной артерии. Внутреннюю сонную артерию пережимали во время проведения стентирования, чтобы избежать церебральной эмболизации. Все процедуры были успешно завершены, и все пациенты оставались бессимптомными в течение 18 месяцев наблюдения [16].

По данным исследования Allie et al. интраоперационные методы у 34 пациентов с 23 поражениями левой общей сонной артерии (ОСА) и 11 поражениями ВСА включали общую анестезию, пластику заплатой, внутрипросветное шунтирование, введение интродьюсера 8F в ОСА перед КЭЭ и установку баллонорасширяемого стента после предварительной дилатации.



Данный метод продемонстрировал высокий процент технического успеха (97%). В среднем за 34 месяца наблюдения через 24 месяца было обнаружено 2 случая рестеноза в устье ОСА ( $>70\%$ ) [34].

По данным исследования Lutz et al. 5 пациентов (3 мужчины, 2 женщины), средний возраст 64 года (диапазон:  $47\pm 79$ ), с симптомным стенозом БЦС, поступили в период с 1997 по 2000 год. Показаниями к лечению были микро- (3 пациента) или макроинсульт (2) и стеноз не менее 50%. В 2 случаях была выполнена ипсилатеральная КЭЭ с пластикой заплатой для закрытия артериотомического доступа. Клиническое наблюдение за пациентами составило в среднем 18,6 месяца (диапазон: 2-30 месяцев). Никаких неврологических осложнений и смертей не наблюдалось. Одному пациенту потребовалась трансфеморальная дилатация 80% циркулярного рестеноза внутри стента через 12 месяцев после первичного лечения [62].

Согласно исследованию Payne et al. восьми пациентам была выполнена ангиопластика/стентирование проксимального отдела общей сонной артерии (с одновременной каротидной эндартерэктомией (КЭА) у шести), в то время как четверем была проведена ангиопластика/стентирование БЦС (с одновременной КЭЭ у одного). Хирургическое обнажение бифуркации сонной артерии позволило временно пережать сонную артерию, чтобы защитить мозг от эмболизации. Никаких эмболов в мозговом кровообращении во время самой процедуры ангиопластики зафиксировано не было. В течение 30 дней лечения не произошло ни одного инсульта или смертельного исхода. У одного пациента за время наблюдения были зарегистрированы неврологическая симптоматика и рестеноз ( $>50\%$ ), в связи с чем ему была проведена повторная ангиопластика [65].

Согласно исследованию Peterson et al. с декабря 2001 по сентябрь 2005 года 20 стенозов устья брахиоцефального ствола были пролечены эндоваскулярно с использованием баллонорасширяемых стентов. Средний возраст пациентов составил 68 лет (6 мужчин и 12 женщин), а стеноз в среднем был 85%. У всех 4

бессимптомных пациентов при ангиографии стеноз составлял более 90%. При 30-дневном наблюдении не было зарегистрировано ни смертей, ни инфарктов миокарда, ни инсультов. За время наблюдения случаев рестеноза зафиксировано не было [11].

Клинический случай Bazan et al.: 71-летний мужчина был направлен по поводу глазного ишемического синдрома, обнаруженного при обследовании по поводу асимптомных односторонних субретинальных кровоизлияний в левый глаз. Тандемное поражение проксимального участка левой ОСА и каротидной бифуркации (80%) были обнаружены при ультразвуковом дуплексном сканировании. Была выполнена КЭЭ с ангиопластикой и стентированием проксимального участка поражения. Пациент был выписан в первый послеоперационный день и чувствовал себя удовлетворительно в течение полутора лет наблюдения [54].

Sidhu et al. описали клинические случаи лечения тандемного поражения проксимального участка ОСА и каротидной бифуркации у двух пациентов. КЭЭ с одновременной чрескожной баллонной ангиопластикой через артериотомическое отверстие с пережатием ВСА были успешно выполнены, позволив таким образом избежать экстраанатомического шунтирования. Ранних послеоперационных осложнений не наблюдалось [69].

Согласно данным исследования Nakahara et al. семи пациентам была проведена интраоперационная установка стента через открытый шейный доступ. Места поражения включали брахиоцефальный ствол, общую сонную артерию и каротидную бифуркацию. Во всех случаях был достигнут удовлетворительный ангиографический результат. Никаких осложнений, таких как транзиторная ишемическая атака, инфаркт головного мозга и синдром церебральной гиперперфузии, обнаружено не было. Гематомы места доступа не наблюдалось. Ангиографическое наблюдение в течение 1 года не выявило рестеноза у 5 доступных пациентов [35].

По данным исследования Sullivan et al. с января 1993 по август 1997 года 87 окклюзионных поражений БЦС, левой общей сонной и подключичной артерий были пролечены с использованием ангиопластики и стентирования у 83 пациентов (41 мужчина [49,4%] и 42 женщины [50,6%]; средний возраст на момент вмешательства 63 года [диапазон от 40 до 85 лет]). Первичный технический успех был достигнут в 82 из 87 процедур (94,3%). Ишемические инсульты произошли в 2 из 14 вмешательств на сонных артериях (14,3%), оба из которых были выполнены в сочетании с ипсилатеральной каротидной эндартерэктомией. 30-дневный уровень смертности составил 4,8% для всей группы. Ни одному пациенту не потребовалось повторное вмешательство или хирургическая конверсия в связи с рецидивом симптомов. Из 11 пациентов, доступных для последующего исследования, которым были выполнены вмешательства на общих сонных артериях, у 10 не наблюдалось инсульта в среднем 14,3 месяца [13].

Клинический случай László Pintér et al.: женщина 60 лет поступила с эпизодами правостороннего amaurosis fugax. Дуплексное сканирование супрааортальных сосудов выявило окклюзию правой ОСА и стеноз ипсилатеральной ВСА. Пациентке выполнили эндартерэктомию из правой ВСА с ретроградной петлевой тромбэндартерэктомией из правой ОСА под рентгеноскопическим контролем. Пациентка хорошо перенесла процедуру, неврологические жалобы отсутствовали. После операции у неё развилась фибрилляция предсердий, что потребовало назначения антикоагулянтной терапии. Она была выписана на 7-й день. КТ-ангиография, проведенная через 1 год, продемонстрировала хороший результат. В дальнейшем неврологических осложнений у пациентки не наблюдалось [59].

Согласно исследованию Vermeulen et al., одиннадцати пациентам было выполнено гибридное вмешательство по поводу тандемных поражений проксимального отдела БЦС/ОСА и бифуркации сонной артерии. Все

вмешательства были завершены успешно, конверсии не потребовалось. Тридцатидневная смертность составила 0%. У одного пациента развился рестеноз через 4 дня, в течение которых он перенес повторное вмешательство. Ни один из пациентов не нуждался в дополнительном лечении во время наблюдения (средний срок наблюдения 33 месяца; диапазон: от 11 до 60) [73].

По данным исследования Карпенко А. А. и соавт. 11 пациентам с сосудисто-мозговой недостаточностью были выполнены гибридные вмешательства по поводу многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий. Данные операции не сопровождались какими-либо осложнениями [1].

В исследование Edgar A. Samaniego et al. были включены 11 пациентов, которым были выполнены гибридные операции с хирургическим обнажением (с эндартерэктомией или без нее) сонной артерии и ретроградным эндоваскулярным вмешательством на проксимальном отделе ОСА/БЦС. Средний процент стеноза составил 81%. Семи пациентам была проведена каротидная эндартерэктомия (КЭА), а 4 пациентам была выполнена только артериотомия для ретроградного эндоваскулярного доступа к левой ОСА/БЦС. Технический успех составил 100%. У восьми пациентов не было никаких симптомов в течение 30 дней после проведенного вмешательства [40].

По данным исследования Charles DeCarlo et al. всего было обследовано 1433 пациента (638 было выполнено гибридное вмешательство); средний возраст  $69,8 \pm 9,4$  года. Среди пациентов, перенёсших гибридные вмешательства, 49.4% были женского пола, 29.5% страдали сахарным диабетом, 3.8% ранее была проведена ипсилатеральная КЭА, 34.6% были симптомными, 77.3% имели стеноз  $>70\%$ . Периоперационный инсульт/смерть составили 3,6%. Для 425 пациентов с длительным наблюдением 1-летняя свобода от инсульта/повторного вмешательства/смерти составила 94,0% [30].

Согласно исследованию Alessandro Robaldo et al., успешное гибридное лечение проксимального критического стеноза БЦС и левой ОСА было проведено

пациенту высокого риска с тандемным симптомным поражением правой каротидной бифуркации и концентрической нестабильной бляшкой в «бычьем» стволе. Этот случай подтверждает целесообразность, безопасность и эффективность одновременного выполнения КЭЭ и ретроградного kissing-стентирования общих сонных артерий с церебральной протекцией после оценки рентгенологических, анатомических и клинических параметров [68].

Joseph Bozzay et al. всего было пролечено 6 пациентов (4 мужчины и 2 женщины), средний возраст которых составил 65 лет. 5 пациентов были симптомными, у всех наблюдался стеноз  $>75\%$  по данным ангиографии. Пятерым пациентам была выполнена левосторонняя КЭЭ с проксимальным стентированием, а одному пациенту - правосторонняя КЭЭ с проксимальным стентированием. Комбинированная 30-дневная смертность и частота инсультов составили 0%. За период наблюдения от 1 до 36 месяцев не наблюдалось рестенозов, инсульта, сердечного приступа или смерти (в среднем 12,8 месяца) [56].

В статье Чернявского М. А. и соавт. представлен клинический случай многоэтапного лечения пациентки с комбинированным аортальным пороком, коронарной патологией и многоуровневым билатеральным поражением брахиоцефальных артерий. Первым этапом была выполнена гибридная операция: каротидная эндалтерэктомия из правой ВСА и стентирование устья правой ОСА. Вторым этапом была проведена баллонная ангиопластика со стентированием левой ОСА. Третьим – протезирование аортального клапана механическим протезом с одномоментным АКШ. Пациентка была выписана в удовлетворительном состоянии [5].

В исследовании Darrin Clouse et al. приняли участие 62 пациента из трех центров, которым были одномоментно проведены КЭЭ и ипсилатеральное проксимальное стентирование. Средний возраст составил  $69 \pm 9$  лет. Двусторонний стеноз внутренней сонной артерии ( $>50\%$ ) присутствовал у 32

(52%); 26 (42%) пациентов были симптомными, и 12 (19%) ранее перенесли ипсилатеральную КЭЭ. Прооперированные проксимальные отделы артерий включали БЦС (20 [32%]), левую общую сонную артерию (32 [52%]), правую общую сонную артерию (8 [13%]) и БЦС с правой ОСА (2 [3%]). Внутрисосудистое шунтирование применялось у 14 (23%). Было зарегистрировано 4 (6,5%) периоперационных ипсилатеральных инсульта и 2 случая гиперперфузионного синдрома. Наблюдались 3 (4,8%) смерти после операции, одна от инсульта и две от сердечно-сосудистых заболеваний. Комбинированная частота инсульта и смертности составила 11,3% и не отличалась между центрами. Среднее клиническое наблюдение составило  $6 \pm 4$  года. Рестеноз  $\geq 50\%$  при любом вмешательстве произошел у 20 (34%). 5-летняя выживаемость составила 81%, тогда как отсутствие инсульта и повторная госпитализация составили 94% и 81% соответственно [42].

Согласно статье Koji Iihara et al., двум пациентам со стенозом ВСА было проведено ретроградное стентирование из ОСА с дистальной протекцией ВСА и антеградное стентирование с двойной протекцией ипсилатеральной ВСА и позвоночной артерии. Двум пациентам с tandemным стенозом проксимального отдела ОСА и каротидной бифуркации были выполнены одномоментно ретроградное стентирование и КЭЭ. У 2 пациентов со стенозом сонной артерии, к которому было трудно осуществить доступ эндоваскулярным путем, каротидное стентирование было выполнено путем прямой пункции проксимального отдела ОСА. Ни у одного пациента не наблюдалось новых послеоперационных неврологических нарушений [31].

По данным исследования K. Linni et al., с ноября 1991 по январь 2010 года были выполнены 28 эндоваскулярных (13 открытых трансцервикальных и 15 трансфеморальных имплантаций стентов) (средний возраст 62,3 года) вмешательств по поводу проксимального поражения ОСА. 7 пациентов были симптомными. У 13 пациентов была осуществлена открытая ретроградная

имплантация стента в проксимальный отдел ОСА. В 3 случаях одновременно выполнялась КЭЭ. Наблюдалась одна периоперационная смерть вследствие инфаркта миокарда после трансцервикального стентирования (1,9%). Средний срок наблюдения составил 61 месяц. 8 из 28 пациентов умерли в течение данного периода наблюдения [60].

Mario Marino et al. сообщают о гибридном подходе, который был использован для лечения 2 пациентов с симптомной хронической окклюзией ОСА и ипсилатеральным стенозом ВСА. Антеградная реканализация и ретроградное стентирование ОСА были выполнены обоим пациентам одновременно с эндартерэктомией луковицы ВСА. На 18-м и 23-м месяцах наблюдения пациенты оставались бессимптомными [32].

По данным исследования Mordasini et al. в период с 1996 по 2008 год 18 пациентам (12 мужчинам, 6 женщинам) с симптомным стенозом БЦС ( $\geq 80\%$ ) было проведено стентирование. Их средний возраст составил 60,4 года (диапазон 48-78 лет). Средний период наблюдения составил 2,7 года (диапазон 0,3–9,1 года). У 11 пациентов был использован чрескожной доступ. У 7 пациентов доступ к месту поражения осуществлялся ретроградно через шейный разрез с артериотомией ОСА. У 2 пациентов одновременно была выполнена ипсилатеральная КЭЭ. У одного пациента развились признаки ишемии правой верхней конечности и транзиторная монокулярная слепота через 10 месяцев после открытого ретроградного стентирования. При проведении сонографии был обнаружен значимый короткий проксимальный стеноз. Пациенту было выполнено рестентирование стентом Palmaz (Cordis). У всех остальных при последующем наблюдении не было обнаружено значительного рестеноза [37].

По данным статьи G Rappadà et al. у 54-летнего мужчины развилась левополушарная ТИА; его общее состояние было удовлетворительным, а неврологический статус - нормальным. Ангиография продемонстрировала плотный стеноз в левой ОСА вблизи устья и в ипсилатеральной каротидной

бифуркации. Сначала в область стеноза ОСА был установлен саморасправляющийся стент, а сразу после этого под общей анестезией была выполнена классическая КЭЭ. Послеоперационное течение было нормальным и осложнилось только присутствием лёгкого нарушения функции подъязычного нерва по причине высокого расположения бифуркации [47].

Согласно статье Djordje Radak et al., с января 2012 по январь 2016 года антеградные гибридные вмешательства были выполнены 18 пациентам. У всех пациентов были значимые поражения проксимального и дистального отделов супрааортальных сосудов. Период наблюдения составил от 6 до 36 месяцев со средним сроком наблюдения  $22,15 \pm 11,31$  месяца. Все процедуры были успешно завершены. Из 18 пациентов 11 были мужчинами и 7 женщинами, средний возраст  $66,6 \pm 3,82$  года. У 10 пациентов (55,5%) были выполнены одновременно КЭЭ и ангиопластика ОСА, у 7 пациентов (38,9%) – КЭЭ и ангиопластика БЦС, а у 1 пациента (5,5%) - установка трубчатого графта между ОСА и ВСА и ангиопластика ОСА. У 6 пациентов (33,3%) одновременно с КЭЭ была проведена только баллонная ангиопластика ОСА/БЦС. Ни у одного пациента не наблюдалось послеоперационных ТИА, инсульта, гематомы, расслоения, инфаркта миокарда или ишемии в раннем послеоперационном периоде и во время наблюдения. Летальных исходов не было зарегистрировано ни в раннем послеоперационном периоде, ни во время последующего наблюдения [10].

По данным статьи Vladimir Makaloski et al. 35 пациентам были проведены 36 успешных вмешательств (ретроградное стентирование проксимального отдела БЦС/ОСА). Дополнительная одномоментная КЭЭ была выполнена 13 пациентам (36%). Тридцатидневное наблюдение выявило 1 новый ипсилатеральный и 1 новый контралатеральный инсульт (6%) с полностью проходимыми стентами, без повторных вмешательств, и 2 смерти (6%), не связанные с проведённым вмешательством. Медиана наблюдения составила 56 месяцев (диапазон: 1-197). Через 5 и 10 лет общая выживаемость составила 85% и 52% соответственно.



Показатель первичной ассистированной проходимости составил 94% за время наблюдения. Общая свобода от повторного вмешательства составила 91%. В течение первого года после операции было проведено три повторных вмешательства. Во время наблюдения произошло три новых неврологических события: 1 ипсилатеральное (3%) и 2 контралатеральных (6%). Ипсилатеральное событие произошло в течение первого года, а оба контралатеральных события - в течение второго года после проведенного вмешательства [50].

Согласно исследованию Jocelyn M. Beach et al., двадцати двум пациентам (15 мужчин [68%]) было выполнено гибридное вмешательство (КЭЭ + стентирование ипсилатеральной сонной артерии) со средним сроком наблюдения  $67 \pm 77$  месяцев. Средний возраст составил  $70 \pm 6,1$  года. Двенадцать пациентов (55%) были симптомными, а у троих ранее была проведена ипсилатеральная КЭЭ (у одного также было выполнено каротидное стентирование). Ипсилатеральная ОСА была стентирована у 21 пациента (96%), а у одного пациента с правосторонней КЭЭ был стентирован БЦС. Дополнительные эндоваскулярные вмешательства были выполнены трем пациентам: 1 стент в БЦС, 1 стент в дистальный отдел ипсилатеральной ВСА и 1 стент в правую подключичную артерию. Пережатие дистального отдела ВСА осуществлялось у 18 (90%, доступно 20) пациентов перед стентированием ипсилатеральной сонной артерии. Все проксимальные поражения были успешно устранены эндоваскулярно, без конверсии. Наблюдалась одна диссекция, которую эффективно устранили с помощью стентирования. Один периоперационный инсульт (4,5%) произошел у симптомного пациента, 1 послеоперационный инфаркт миокарда (4,5%) и 2 повреждения (9,1%) черепно-мозговых нервов [40].

По данным статьи Christopher Lowe et al. 67-летняя женщина была госпитализирована в отделение сосудистой хирургии после неинвалидизирующего правостороннего инсульта. Пациентке была выполнена КТ-ангиография дуги аорты и сонных артерий, которая продемонстрировала 90%

стеноз в устье правой ОСА и 70% стеноз в области бифуркации правой сонной артерии и ВСА. Также были выявлены 70% устьевой стеноз левой ОСА и 60% стеноз в устье левой ВСА. Пациентке было выполнено гибридное вмешательство (правосторонняя КЭЭ + стентирование правой ОСА), она была выписана на следующий день, без осложнений. Дальнейших эпизодов нарушения мозгового кровообращения в течение 9 месяцев не наблюдалось [61].

По данным исследования Yoshinobu Sekihara et al. оперативное лечение стеноза сонной артерии у 216 пациентов было проведено в период с января 2016 по июнь 2018 года. Из 15 пациентов, оперированных в гибридной операционной, 10 были стентированы после проведения КЭЭ. Стент имплантировали ретроградно в проксимальный отдел ОСА. Лечение было завершено успешно у всех пациентов, и в периоперационном периоде не наблюдалось инсульта, инфаркта миокарда или смертей. В течение периода наблюдения не было случаев дополнительных неврологических осложнений, у одного пациента был выявлен бессимптомный рестеноз [53].

Согласно статье Linda J. Wang et al., всего было прооперировано 372 пациента: 319 КЭЭ (CEA) + реконструкция супрааортальных сосудов (SATr) и 53 КЭЭ + ипсилатеральное проксимальное эндоваскулярное вмешательство (IPE). Средний возраст составил  $69 \pm 10$  лет. Большинство из них были мужчинами (53%) и имели в анамнезе гипертоническую болезнь (84%). Не было различий в исходах между когортами: инсульт (CEA + SATr 4,1% vs CEA + IPE 3,8%), смерть (1,6% vs 0%) или инсульт/смерть (5,3% vs 3,8%). Предикторами послеоперационных смерти/инсульта были наличие симптомов, застойная сердечная недостаточность и повторное вмешательство. Исходы после CEA + SATr и CEA + IPE были аналогичными [47].

Vaux Robertson et al. опубликовали систематический обзор ранних и среднесрочных результатов у 1 969 пациентов из 77 исследований, которым проводили: 1) гибридную открытую ретроградную ангиопластику/стентирование

БЦС/проксимального отдела ОСА и КЭЭ при тандемном поражении ипсилатерального проксимального отдела ВСА; 2) изолированное открытое хирургическое вмешательство на БЦС или проксимальном отделе ОСА (без КЭЭ); 3) полностью эндоваскулярный подход к стенозам БЦС или проксимального отдела ОСА (без КЭЭ). В «гибридной» группе с тандемным поражением (66% с вовлечением проксимального отдела ОСА) 30-дневная смертность/инсульт составила 3,3%, при этом частота поздних ипсилатеральных инсультов составила 3,3% при медиане наблюдения 6 лет. Поздний рестеноз составил 10,5% для проксимального отдела ОСА/БЦС и 4,1% для ВСА [49].

Для поиска клинических исследований были использованы базы данных PubMed и Elsevier со статьями, опубликованными за период с 1996 по 2023 год. Таким образом, в анализ было включено 40 исследований, включающих 1810 пациентов (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Систематический обзор гибридных операций и их результаты

Автор	Общее количество пациентов	Количество симптомных пациентов	Симптомы	Локализация проксимального поражения	
				БЦС	ОСА
Levien [59]	44	44	ТИА (19), amaurosis fugax (9), ТИА и amaurosis fugax (5), эмболия артерий сетчатки (3), инсульт (5), общемозговые симптомы (3)	24	20
Стародубцев В. Б. [70]	12	3	Инсульт (3)	2	10
Darrin Clouse [40]	23	8	Полушарный инсульт (1), инсульт глаза (1), ТИА (6)	7	16
Macierewitz [15]	8	8	ТИА (6), неинвалидизирующий инсульт (1), amaurosis fugax (1)	1	7
Grego F [48]	16	8	ТИА (2), общемозговые симптомы (6)	6	10
Armelle [36]	16	16	ТИА/amaurosis fugax (13), инсульт (3)	3	13

Giulio Illuminaria [33]	7	5	ТИА (4), микроинсульт (1)	2	5
Arko [18]	6	2	Церебральная ишемия (2)	1	5
Комаха Б. Б. [4]	15	не указано	не указано	6	8
Karathanos [16]	3	2	Инсульт (1), ТИА (1)	0	3
Allie [34]	34	не указано	не указано	11	23
Lutz [62]	2	не указано	не указано	2	0
Payne [65]	8	7	ТИА (3), amaurosis fugax (3), неинвалидизирующий инсульт (1)	2	6
Peterson [11]	3	не указано	не указано	1	2
Bazan [54]	1	1	Глазной ишемический синдром (1)	0	1
Nakahara [35]	1	0	-	0	1
Sidhu [69]	2	1	Инсульт (1)	0	2
Sullivan [13]	5	не указано	-	0	5
László Pintér [66]	1	1	Правосторонний amaurosis fugax (1)	0	1
Vermeulen [73]	11	не указано	не указано	не указано	не указано
Карпенко А. А. [1]	11	не указано	не указано	не указано	не указано
Edgar A Samaniego [40]	11	не указано	не указано	не указано	не указано
Charles DeCarlo [30]	638	219	не указано	не указано	не указано
Alessandro Robaldo [68]	1	1	не указано	1	1
Joseph Bozzay [56]	6	5	не указано	1	5
Чернявский М.А. [5]	1	не указано	не указано	0	1
Darrin Clouse [42]	62	26	не указано	22	42
Koji Iihara [31]	6	2	Amaurosis fugax (1), инсульт (1)	0	6
K. Linni [60]	13	7	ТИА (2), amaurosis fugax (4), микроинсульт (1)	не указано	не указано
Mario Marino [32]	2	2	Периодическая слабость в левой верхней конечности (2), amaurosis fugax (1)	0	2
Mordasini [37]	7	7	ТИА (1), транзиторная монокулярная слепота (1)	7	0
Garg [41]	11	5	не указано	1	10
G Pappadà [47]	1	1	ТИА (1)	0	1

Djordje Radak [10]	18	не указано	не указано	7	11
Vladimir Makaloski [50]	13	не указано	не указано	не указано	не указано
Jocelyn M Beach [21]	22	12	не указано	1	21
Christopher Lowe [61]	1	1	Неинвалидизирующий правосторонний инсульт (1)	0	1
Yoshinobu Sekihara [53]	15	7	ТИА (2), инсульт (5)	0	12
Linda J. Wang [19]	53	14	не указано	не указано	не указано
Vaux Robertson [49]	700	665	ТИА (48), вертебробазилярные симптомы (7), перемежающаяся хромота верхних конечностей (5), amaurosis fugax (27), инсульт (17), церебральная гипоперфузия (2), общемозговые симптомы (9), подключичный стил-синдром (1), синкопе (6), глазной ишемический синдром (1)	92	189

Из общего числа пациентов 1080 были симптомными. Симптомы включали: ТИА (93), amaurosis fugax (47), ТИА и amaurosis fugax (18), инсульт (42), эмболию артерий сетчатки (3), общемозговые симптомы (18), глазной ишемический синдром (2), слабость в верхней конечности (7), транзиторная монокулярная слепота (1), вертебробазилярные симптомы (7), подключичный стил-синдром (1), синкопе (6), церебральная ишемия (4). При наличии значимого ипсилатерального поражения проксимальнее бессимптомного стеноза бифуркации сонной артерии с показаниями к вмешательству большинство авторов рекомендуют также корректировать проксимальное поражение. Проксимальные поражения локализовались в ОСА в 440 (из 640) случаях (69%), а в БЦС – в 200 (из 640) случаях (31%). Повторное вмешательство потребовалось в 50 (из 1151) случаях (4.3%) (см. таблицу 2). 2 пациентам потребовалось аорто-сонное шунтирование в

связи с рестенозом в БЦС через 6 и 12 мес. наблюдения. 1 пациенту выполнили сонно-подключичное шунтирование в связи с рестенозом устья левой ОСА через 18 мес. после ангиопластики. 1 пациенту потребовалась сонно-подключичная транспозиция из-за ятрогенной диссекции при попытке ретроградно провести проводник через эксцентрическое сужение проксимального участка ОСА. Общая летальность для всех пациентов составила 2.9% (39/1351). При этом 30-дневная летальность составила 2.9% (52/1810). Комбинированная частота смертей и инсультов составила 3.8% (69/1810). Стент был имплантирован 95.9% пациентов (1737/1810). Во всех случаях применялся баллонорасширяемый стент. Некоторые авторы рекомендуют выполнять предилатацию проксимального участка поражения. Однако в большинстве случаев осуществлялось первичное стентирование в связи с опасением дистальной эмболизации. 30-дневные инсульты наблюдались у 1.66% пациентов (30/1810), 3 (0.16%) из которых были смертельными (1 вследствие тромбоза ВСА). Средний период наблюдения составил от 12 до 36 мес. Из 73 пациентов, которым выполнялась только баллонная ангиопластика, у 5 наблюдался рестеноз (6.8%) в течение периода наблюдения (двум была выполнена повторная ангиопластика, одному поставлен стент).

Таблица 2 - Результаты повторных вмешательств у пациентов, подвергшихся гибридной операции

Автор	Наличие рестеноза (>50%)	Периоперационные осложнения	Период наблюдения	Повторное вмешательство
Levien [59]	4 случая проксимального рестеноза (9%) в течение 18 мес., 2 случая рестеноза каротидной бифуркации	Гематома места доступа (2), преходящая интраоперационная сердечная аритмия (3)	24 мес.	Аорто-сонное шунтирование (2), сонно-подключичное шунтирование (1),

				повторная баллонная ангиопластика (1)
Стародубцев В. Б. [70]	1 случай рестеноза левой ВСА (8.3%) через 12 мес.	Нарушение сознания, правосторонний парез (1), повреждение подъязычного нерва (2)	48 мес.	1 (8.3%)
Darrin Clouse [40]	5 пациентов (23%) в течение 30,6±27,2 мес.: 4 в области бифуркации, 1 в стенте	Периоперационный инсульт (2), повреждение черепного нерва (1), amaurosis fugax (1), диссекция в месте стентирования (3)	44±35 мес.	2 (8.7%)
Macierewitz [15]	1 случай асимптомного рестеноза ОСА через 15 мес.	Церебральная эмболия бессимптомная (1), гематома места доступа (2), преходящий паралич подъязычного нерва (1)	20 мес. (6-31)	0
Grego F [48]	0	Невозможность завести проводник в проксимальный отдел БЦС (2) → конверсия в аорто-сонное шунтирование	не указано	0
Armelle [36]	Симптомный рестеноз ВСА (1)	Инфаркт миокарда (2)	73 мес. (22-85)	1
Giulio Illuminaria [33]	0	отсутствовали	18 мес.	0
Arko [18]	0	отсутствовали	23.6 мес. (6-43)	0
Комаха Б. Б. [4]	Рестеноз устья БЦС (1)	отсутствовали	3-6 мес.	1
Karathanos [58]	0	отсутствовали	18 мес.	0
Allie [34]	2 случая рестеноза в устье ОСА через 24 мес.	отсутствовали	34 мес.	2
Lutz [62]	1 циркулярный рестеноз внутри стента через 12 мес.	отсутствовали	18.6 мес. (2-30)	1
Payne [65]	1 рестеноз	отсутствовали	не указано	1
Peterson [11]	0	отсутствовали	не указано	0
Bazan [38]	0	отсутствовали	1.5 года	0

Nakahara [35]	0	отсутствовали	1 год	0
Sidhu [69]	0	отсутствовали	не указано	0
Sullivan [13]	0	Ишемический инсульт (2), ятрогенная диссекция ОСА (3), церебральная эмболия (1)	35 мес.	Сонно-подключичная транспозиция (1), повторное стентирование проксимального участка левой ОСА (2)
László Pintér [66]	0	Фибрилляция предсердий (1)	1 год	0
Vermeulen [72]	1	отсутствовали	33 мес. (11-60)	1
Карпенко А. А. [1]	0	отсутствовали	не указано	0
Edgar A Samaniego [40]	0	отсутствовали	не указано	0
Charles DeCarlo [30]	не указано	не указано	1 год	не указано
Alessandro Robaldo [68]	не указано	отсутствовали	не указано	не указано
Joseph Bozzay [56]	0	отсутствовали	1-36 мес. (12.8)	0
Чернявский М.А. [5]	не указано	отсутствовали	не указано	не указано
Darrin Clouse [42]	20	Периоперационный ипсилатеральный инсульт (4), гиперперфузионный синдром (2)	6±4 года	8
Koji Iihara [31]	0	отсутствовали	не указано	не указано
K. Linni [60]	0	Инфаркт миокарда (1)	50.5 мес.	0
Mario Marino [32]	0	отсутствовали	23 мес., 18 мес.	0
Mordasini [37]	1 случай через 10 мес. (ишемия правой верхней конечности, транзиторная монокулярная слепота)	отсутствовали	2.7 лет (0.3-9.1)	1



Garg N [41]	1	отсутствовали	24 мес. (1-99)	1
G Pappadà [47]	0	Повреждение подъязычного нерва (1)	не указано	0
Djordje Radak [10]	0	отсутствовали	22.15 ± 11.31 мес.	0
Vladimir Makaloski [50]	0	не указано	56 мес.	не указано
Jocelyn M Beach [20]	7	Интраоперационная диссекция (1), повреждение черепно-мозговых нервов (2), инфаркт миокарда (1), периоперационный инсульт (1)	67±77 мес.	2
Christopher Lowe [61]	0	отсутствовали	9 мес.	0
Yoshinobu Sekihara [53]	1	отсутствовали	21.6 мес. (5–31)	1
Linda J. Wang [19]	4	Инсульт (2)	30 дней	4
Vaux Robertson [49]	35	Инсульт (19), инфаркт миокарда (3), повреждение черепных нервов (3)	12 лет	эндоваскулярное (8), открытое (8)

### 1.3 Эндоваскулярные вмешательства при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий

Поражение устья ОСА можно лечить, используя любой из трёх упомянутых подходов: каротидная эндартерэктомия с шунтированием артерии притока или с использованием трансцервикального доступа для стентирования ОСА или эндоваскулярный доступ со стентированием обоих поражений в рамках одного вмешательства из бедренного доступа. Как правило, между проксимальным участком поражения и каротидной бифуркацией находится длинный менее поражённый сегмент ОСА. Этот менее поражённый сегмент ОСА может быть использован в качестве места доступа для трансцервикального введения интродьюсера или служить приемлемым местом для безопасного размещения конца интродьюсера, введённого через феморальный доступ. Лечение поражения

среднего отдела ОСА зависит от длины менее поражённого сегмента артерии между двумя очагами поражения и расположения проксимального участка сосуда с точки зрения хирургической доступности. Если ОСА доступна проксимальнее поражённого сегмента, с данным поражением можно хорошо справиться с помощью открытой операции. Если нет, то лучше всего использовать эндоваскулярный подход. При длинном диффузном поражении ОСА если артерия доступна проксимальнее очага поражения, но выше ключицы с возможным использованием сосудистого зажима, лучше всего провести открытое вмешательство. Если нет, то лучше применить эндоваскулярный подход, используя либо один длинный стент (например, Wallstent большого размера), либо стент в области бифуркации, пересекающий устье НСА, а затем второй стент, размещенный проксимальнее.

У пациентов с врожденными аномалиями дуги аорты, такими как бычья дуга, удлиненная или извилистая дуга, стандартное эндоваскулярное вмешательство может быть сопряжено с техническими сложностями. В таких клинических ситуациях целесообразно рассмотреть гибридный хирургический подход, сочетающий преимущества открытой и эндоваскулярной техник. Несмотря на то, что общая бедренная артерия остается наиболее распространенным доступом для эндоваскулярных вмешательств, ее использование имеет ряд существенных ограничений. Абсолютными противопоказаниями служат аорто-подвздошная окклюзия и выраженная извитость подвздошных артерий, тогда как дуга аорты III типа и возрастные изменения сосудов относятся к относительным противопоказаниям [65, 66]. Особую настороженность вызывают манипуляции в области дуги аорты, которые представляют собой наиболее рискованный этап процедуры с точки зрения потенциальной микроэмболизации при каротидном стентировании [10]. Клинические последствия таких манипуляций могут проявляться развитием микроэмболических очагов в контралатеральном полушарии головного мозга.

Согласно данным исследований, у пациентов старше 70 лет риск ишемического инсульта при подобных вмешательствах возрастает до 30%, что требует особого подхода к выбору методики операции [21]. В качестве альтернативного доступа заслуживает внимания трансцервикальный подход. Эта методика предполагает выполнение мини-цервикотомии с последующей прямой пункцией сонной артерии. Обязательным компонентом процедуры является использование современных противоэмболических устройств [49]. Важным преимуществом данного подхода является возможность его выполнения под местной анестезией в сочетании с седацией, что особенно ценно для пациентов высокого риска [66, 70].

Клинический опыт Национального медицинского исследовательского центра имени В.А. Алмазова, накопленный в период с 2017 по 2022 год, демонстрирует результаты лечения пациентов с двухуровневым поражением брахиоцефальных артерий. В исследовании, включавшем 23 пациента средним возрастом 71,3 года, были отмечены различные варианты топографии поражений. Наибольшая доля случаев (47,8%) приходилась на левостороннюю локализацию, тогда как правосторонние поражения встречались в 30,4% наблюдений, а комбинированное поражение брахиоцефального ствола и правой внутренней сонной артерии - в 21,7% случаев. Важным аспектом исследования стал тщательный отбор пациентов - все включенные в исследование больные были бессимптомными со стороны поражения. Основными критериями отбора служили стеноз средней трети общей сонной артерии и наличие протяженных атеросклеротических бляшек с переходом на внутреннюю сонную артерию. Во всех случаях был достигнут технический успех вмешательства, не зафиксировано ни одного случая периоперационной летальности, а также не отмечено остаточных стенозов. Однако в послеоперационном периоде у двух пациентов развились неврологические осложнения: в одном случае это был неврологический дефицит в ипсилатеральном бассейне, в другом - умеренная афазия с дизартрией. Кроме того, у двух пациентов через два года после вмешательства потребовалось

проведение повторной ангиопластики стента внутренней сонной артерии в связи с развитием рестеноза [6]. Эти данные подчеркивают важность тщательного отбора пациентов для эндоваскулярных вмешательств, необходимость совершенствования хирургических методик и значение длительного наблюдения за пациентами после проведенного лечения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при правильном подходе эндоваскулярные методы лечения могут быть эффективными и безопасными даже при сложных поражениях брахиоцефальных артерий.

По данным исследования Charles DeCarlo et al. всего было обследовано 1433 пациента (795 было выполнено чисто эндоваскулярное вмешательство); средний возраст  $69,8 \pm 9,4$  года. Среди пациентов, перенёсших эндоваскулярные операции, было 37.5% женщин, диабет наблюдался у 38.2%, предшествующая ипсилатеральная КЭЭ у 32.2%, стеноз  $>70\%$  в 95.6% случаев. Периоперационный инсульт/смерть составили 3,9%. Для 556 пациентов с длительным наблюдением 1-летняя свобода от инсульта/повторного вмешательства/смерти составила 92,3% [59]. Согласно статье Balceniuk et al., пяти пациентам со средним возрастом 68 лет (диапазон 54-83 года) было выполнено эндоваскулярное стентирование по поводу тандемных стенотических поражений супрааортальных сосудов. Участки поражения: 1 в БЦС, 1 в правой общей сонной артерии, 4 в левой общей сонной артерии и 4 во внутренней сонной артерии. 3 пациента были симптомными. Технический успех был достигнут во всех случаях. В течение 30 дней после процедуры инсультов или транзиторных ишемических атак не наблюдалось [25].

По данным статьи Gregory A Magee et al. 64-летний мужчина с асимптомными значимыми стенозами правых ОСА и ВСА был направлен на повторное вмешательство после предыдущей неудачной попытки каротидного стентирования через феморальный доступ, учитывая наличие у него III типа дуги аорты. Предоперационная КТ-ангиография, каротидное дуплексное УЗИ и ангиография выявили стеноз  $>80\%$  как правой ОСА, так и правой ВСА и стеноз от

60% до 70% левой ВСА (по NASCET). Пациенту была осуществлена транскаротидная артериальная реваскуляризация (TCAR) для защиты от эмболизации во время проведения ретроградного стентирования. В раннем послеоперационном периоде не наблюдалось никаких неврологических или сердечно-сосудистых осложнений. Пациента выписали на следующий день [63].

Согласно масштабному исследованию, проведенному Charles DeCarlo и соавторами, были проанализированы результаты эндоваскулярного лечения у 809 пациентов с тандемными поражениями сонных артерий. Демографические характеристики исследуемой группы показали, что средний возраст пациентов составлял  $70 \pm 9,7$  лет, что соответствует типичной возрастной категории для данной патологии. Клиническая характеристика когорты исследования выявила следующие особенности: В 52,5% случаев отмечались симптомные формы поражений, проявляющиеся различными неврологическими нарушениями. Значительная часть пациентов (38,3%) имела в анамнезе каротидную эндартерэктомию, что свидетельствует о рецидивирующем характере заболевания. Технические аспекты вмешательства продемонстрировали: высокую эффективность применения систем церебральной защиты, которые были успешно использованы в 91,1% случаев. Различия в периоперационных исходах в зависимости от клинической формы заболевания: при асимптомных поражениях частота инсультов и летальных исходов составила 4,7%. В группе симптомных пациентов этот показатель достигал 5,4% [12]. По данным статьи Leonardo Rangel-Castilla et al. у 70-летней женщины с артериальной гипертензией, дислипидемией, ИБС в анамнезе и предшествующим инсультом в течение последних 6 месяцев наблюдались периодические ТИА левых верхней и нижней конечностей. 16 лет назад она перенесла КЭЭ справа. Неврологическое обследование было без особенностей. Дигитальная субтракционная церебральная ангиография продемонстрировала 80% стеноз правой ВСА и 70% стеноз устья БЦС. В условиях реверсированного кровотока с использованием Enroute System

(Silk Road Medical, Sunnyvale, California) были выполнены антеградные ангиопластика и стентирование правой ВСА и ретроградные стентирование и ангиопластика устья БЦС. Никаких осложнений, связанных с вмешательством, не возникло. Пациент был выписан домой через 2 дня после операции, без неврологических осложнений [73].

Michele Antonello et al. сообщили о своём опыте с четырьмя пациентами мужского пола, которым был имплантирован баллонорасширяемый стент-графт Viabahn (Gore Medical, Flagstaff, AZ, USA) при различных типах стеноза БЦС: у трех пациентов были симптомы вертебробазилярной недостаточности, в то время как 1 пациент был асимптомным. Стент-графты были установлены ретроградно (N=2) или антеградно (N=2). У одного пациента было выявлено тандемное поражение (БЦС и правая ВСА), и после стентирования БЦС ему также одномоментно было проведено стентирование сонной артерии. Технический успех был достигнут у всех пациентов. Ни о каких периоперационных или послеоперационных осложнениях не сообщалось, и неврологические симптомы отсутствовали у трех пациентов, ранее являвшихся симптомными. В течение периода наблюдения ( $24 \pm 5$  мес.) все стенты были проходимы [38].

По данным статьи Charles DeCarlo et al. у 1950 пациентов было застентировано 2016 сонных артерий: 1881 (96%) с изолированными поражениями и 135 (4%) с тандемными поражениями. Средний возраст пациентов составил  $69,6 \pm 9,0$  лет. Тандемные поражения чаще встречались у женщин (50,4% vs 33,0%) и у пациентов с предшествующей КЭЭ (45,9% vs 35,4%). Симптомные поражения составили 42,3% случаев (изолированные - 42,2% vs тандемные - 43,0%). При тандемных поражениях чаще требовалось несколько стентов для лечения поражения ВСА (9,6% vs 5,2%). В тандемной группе наблюдалась более высокая 30-дневная летальность (2,2% vs 0,6%), больше периоперационных неврологических осложнений (инсульт или ТИА) (8,1% vs 2,0%) и более высокая частота инсульта или смерти (5,9% vs 1,9%) [46].

Dimitrios C Christopoulos et al. выполнили одномоментные ангиопластику и стентирование БЦС и правой ВСА у симптомной пациентки 64 лет. Вмешательство прошло успешно, без осложнений, и за 18-месячный период наблюдения не наблюдалось никаких симптомов или рестеноза [23].

По данным статьи V Alexandrescu et al. 67-летняя женщина, в анамнезе которой были лучевая терапия шеи и грудной клетки и хромота, была госпитализирована с диагнозом КИНК (III стадия по Фонтейну) и двумя недавними эпизодами amaurosis fugax левого глаза. Дуплексное сканирование и МРТ-ангиография выявили значимый стеноз проксимального отдела левых ОСА и ВСА и окклюзию обеих подвздошных артерий. На первом этапе лечения было выполнено одновременное ante- и ретроградное каротидное стентирование с использованием открытого шейного доступа с использованием противоэмболического фильтра (Angio-Guard, Cordis corp.). Послеоперационный период был без осложнений. Вскоре после этого пациентке успешно была проведена аортобифеморальная реконструкция. Через 26 месяцев симптомов у пациентки не наблюдалось [8].

Согласно статье Fotis A Markatis et al., в период с января 2011 по декабрь 2012 года 5 пациентам (все мужчины, возраст 73,6 лет) с сочетанными стенозами ОСА и ВСА проводилось эндоваскулярное лечение. Все пациенты были асимптомными. Поражения затрагивали левую сонную артерию в 3 случаях и правую сонную артерию в 2 случаях. Стеноз общей сонной артерии располагался в устье (1 пациент), в среднем (3 пациента) и дистальном сегменте (1 пациент) ОСА. В 3 случаях первоначально было выполнено стентирование ОСА с последующим стентированием ВСА, тогда как в остальных 2 случаях стентирование ВСА предшествовало стентированию ОСА. Все операции были успешно завершены. Показатель технического успеха составил 100%. Уровень смертности составил 0%. У одного пациента возникло преходящее неврологическое осложнение. 82-летний пациент, у которого наблюдался стеноз

средней части ОСА и ВСА и не использовалось противоэмболическое устройство, перенес ТИА с дизартрией, длившуюся несколько минут. У 73-летнего пациента со стенозом левых ОСА и ВСА и окклюзией правой ВСА, которому было выполнено стентирование с использованием церебральной протекции, наблюдались симптомы, соответствующие гиперперфузии головного мозга. Пациенты находились под наблюдением в среднем в течение 6 месяцев. Неврологических осложнений или рестеноза в стенте обнаружено не было [27].

По данным статьи Andrew A Fanous et al. 72-летняя женщина обратилась в больницу с онемением и слабостью в правых руке и ноге, которые усиливались и ослабевали в течение пяти дней. КТ-ангиография продемонстрировала тяжелый стеноз левой ВСА. Кроме того, устье левой ОСА было сильно стенозировано. Также были выявлены признаки гипоплазии правой позвоночной артерии с доминирующей левой позвоночной артерией. У пациентки имелась «бычья дуга». Учитывая тяжёлый устьевой стеноз левой ОСА и анатомию «бычьей дуги», было сочтено небезопасным осуществлять доступ к левой ОСА, используя традиционные трансаортальные доступы. После тщательного обсуждения вариантов лечения пациентке была предложена транскаротидная артериальная реваскуляризация (TCAR). Её неврологический статус улучшился после операции, а слабость и парестезии полностью регрессировали в течение четырех недель. Осложнения, включающие инсульты, ТИА или сердечные приступы, не наблюдались [26].

Согласно статье Travis M Dumont et al., 14 пациентам было выполнено эндоваскулярное вмешательство по поводу стеноза левой ОСА с использованием бедренного доступа (стеноз 72%; симптомные поражения 86%). У шести (43%) был тандемный стеноз проксимального участка левой ВСА. В этих случаях применялась противоэмболическая протекция. Технический успех был достигнут у всех 14 пациентов, остаточный стеноз составил <20%. Одно интраоперационное осложнение (ТИА) было отмечено у пациента с симптомным стенозом [30].



Для поиска клинических исследований были использованы базы данных PubMed и Elsevier со статьями, опубликованными за период с 1996 по 2023 год. Таким образом, в анализ были включены 14 исследований, включающих 1786 пациентов (см. таблицу 3).

Таблица 3 - Систематический обзор эндоваскулярных операций у пациентов с двухуровневым поражением брахиоцефальных артерий

Автор	Общее количество пациентов	Возраст пациентов	Количество симптомных пациентов	Локализация проксимального поражения	
				БЦС	ОСА
Ванюркин А. Г. [6]	23	71.3 года	0	5	7
Charles DeCarlo [59]	795	69,8±9,4 года	не указано	не указано	не указано
Mark D Balceniuk [25]	5	68 лет (54-83)	3	1	4
Gregory A Magee [63]	1	64 года	0	0	1
Charles DeCarlo [12]	809	70 ± 9,7 лет	425	не указано	не указано
Felipe S Ribeiro [17]	2	63 года, 68 лет	1	1	1
Leonardo Rangel-Castilla [73]	1	70 лет	0	1	0
Michele Antonello [38]	1	не указано	не указано	1	0
Charles DeCarlo [33]	135	69.6 ± 9.0 лет	58	не указано	не указано
Dimitrios C Christopoulos [23]	1	64 года	1	1	0
V Alexandrescu [8]	1	67 лет	1	0	1
Fotis A Markatis	5	73.6 лет	0	0	5

[27]					
Andrew A Fanous [26]	1	72 года	1	0	1
Travis M Dumont [52]	6	не указано	не указано	не указано	не указано

Из общего числа пациентов 490 были симптомными. Симптомы включали: ТИА (1), amaurosis fugax (2), онемение и слабость в конечности (2), неполный левосторонний гемипарез (1). При наличии значительного ипсилатерального поражения проксимальнее бессимптомного стеноза бифуркации сонной артерии с показаниями к вмешательству большинство авторов рекомендуют также корректировать проксимальное поражение. Проксимальные поражения локализовались в ОСА в 20 (из 47) случаях (42.5%), а в БЦС – в 10 (из 47) случаях (21.2%). Повторное вмешательство потребовалось в 2 (из 45) случаях (2.7%) (см. таблицу 4).

Общая летальность для всех пациентов составила 2.2%. При этом 30-дневная летальность составила 0.17%. Комбинированная частота смертей и инсультов составила 3.6% (64/1786). 30-дневные инсульты наблюдались у 8 пациентов (0.4%). Средний период наблюдения составил от 6 до 36 мес.

Таблица 4 - Результаты эндоваскулярных операций у пациентов с двухуровневым поражением брахиоцефальных артерий

Автор	Наличие рестеноза (>50%)	Периоперационные осложнения	Смерть	Повторное вмешательство
Ванюркин А. Г. [6]	2 рестеноза в стенте во ВСА	Неврологический дефицит в ипсилатеральном бассейне (1), умеренная афазия с дизартрией (1)	0	2
Charles DeCarlo [59]	не указано	не указано	не указано	не указано
Mark D Balceniuk [25]	0	отсутствовали	1	0

Gregory A Magee [63]	не указано	отсутствовали	0	не указано
Charles DeCarlo [12]	не указано	не указано	не указано	не указано
Felipe S Ribeiro [17]	0	отсутствовали	0	0
Leonardo Rangel-Castilla [73]	не указано	отсутствовали	0	не указано
Michele Antonello [38]	0	отсутствовали	0	0
Charles DeCarlo [46]	не указано	Инсульт/ТИА (11)	3	не указано
Dimitrios C Christopoulos [23]	0	отсутствовали	0	0
V Alexandrescu [8]	0	отсутствовали	0	0
Fotis A Markatis [27]	0	Транзитное неврологическое осложнение (1), ТИА с дизартрией (1), церебральная гиперперфузия (1)	0	0
Andrew A Fanous [26]	0	отсутствовали	0	0
Travis M Dumont [52]	0	ТИА (1)	0	0

#### 1.4 Резюме

В последние годы отмечается значительный рост выявляемости тандемных поражений устья общей сонной артерии (ОСА)/брахиоцефального ствола (БЦС) и каротидной бифуркации. Это связано с широким внедрением в клиническую практику современных неинвазивных методов визуализации, в частности компьютерно-томографической ангиографии, обладающей высокой разрешающей способностью. Исторически сложилось, что подобные поражения лечились преимущественно хирургическими методами реконструкции с одновременным или поэтапным выполнением каротидной эндартерэктомии (КЭЭ). Однако анализ литературных данных показывает, что показатели летальности при таких вмешательствах варьируют в широких пределах: от 0,5% до 2,2% при экстраанатомическом шунтировании и достигают 6-18,7% при операциях,

требующих выполнения стернотомии [35-38]. Эндоваскулярные методы лечения, предполагающие антеградное проведение инструментов через устьевые атеросклеротические поражения брахиоцефальных артерий из бедренного или плечевого доступа для выполнения баллонной ангиопластики и стентирования, сопряжены с существенным риском периоперационных эмболических осложнений. Особенно это актуально для пациентов с анатомическими вариантами II и III типов дуги аорты. Важно отметить, что хотя устройства дистальной церебральной защиты доказали свою безопасность и эффективность при стентировании каротидной бифуркации, их применение при тандемных поражениях ограничено рядом факторов. К ним относятся: выраженная извитость супрааортальных сосудов, наличие нестабильных фрагментов атеросклеротической бляшки, выраженная кальцификация стенок сосудов, конструктивные особенности современных устройств нейропротекции [34]

В этом контексте особый интерес представляет гибридный подход, сочетающий каротидную эндартерэктомию с ретроградным стентированием. Данная методика объединяет проверенную безопасность КЭЭ с минимальной инвазивностью лечения проксимального поражения. Хирургическое выделение каротидной бифуркации с пережатием внутренней сонной артерии (ВСА) создает оптимальные условия для безопасного проведения ретроградных манипуляций, включая введение проводников, установку интродьюсера и выполнение баллонной ангиопластики со стентированием. Клинические наблюдения свидетельствуют, что такой подход характеризуется исключительно низкой частотой периоперационных инсультов и летальных исходов. Этот результат объясняется тем, что пережатие ВСА во время ангиопластики надежно предотвращает возможную эмболизацию в церебральные сосуды [28]. Многочисленные исследования подтверждают целесообразность и безопасность гибридного подхода при лечении тандемных поражений брахиоцефальных артерий и каротидной бифуркации, демонстрируя хорошие непосредственные

результаты. Кроме того, в работах различных авторов отмечена отличная долгосрочная проходимость и клиническая эффективность данной методики. Однако следует отметить, что большинство публикаций представляют собой небольшие серии наблюдений из отдельных медицинских центров. Согласно данным литературного анализа, комбинированная 30-дневная частота смертельных исходов и инсультов при гибридном подходе составляет 3,8%. Долгосрочные результаты также оцениваются как удовлетворительные. Особое значение имеет первичное стентирование проксимального поражения баллон-расширяемым стентом, что позволяет существенно снизить вероятность развития рестеноза в отдаленном периоде.

Для сравнения, полностью эндоваскулярный подход демонстрирует схожие показатели - комбинированная 30-дневная частота смертей и инсультов составляет 3,6%, а долгосрочные результаты также выглядят перспективно. Однако на сегодняшний день в литературе представлено недостаточное количество исследований, посвященных тотальному эндоваскулярному лечению тандемных поражений брахиоцефальных артерий, что не позволяет провести объективное сравнение эффективности двух методик.

Таким образом, современные подходы к лечению сложных тандемных поражений брахиоцефальных артерий продолжают развиваться, предлагая клиницистам различные варианты хирургической тактики, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Дальнейшие исследования в этой области позволят более точно определить показания к применению того или иного метода у конкретных групп пациентов.

## **Глава 2. Методика выполнения эндоваскулярного и гибридного методов лечения двухуровневого стеноза брахиоцефальных артерий**

### **2.1 Описание эндоваскулярного метода лечения двухуровневого стеноза брахиоцефальных артерий**

Стенозирующее поражение в области бифуркации общей сонной артерии может иметь разнообразные анатомические варианты. В клинической практике встречаются как изолированные стенозы каротидной бифуркации, так и их сочетания с поражением других отделов брахиоцефальных артерий. В частности, нередко наблюдается комбинированное поражение, когда стеноз захватывает не только зону бифуркации, но и устье общей сонной артерии или брахиоцефального ствола. Помимо этого, патологический процесс может локализоваться в средней трети общей сонной артерии, создавая дополнительные технические сложности при выполнении вмешательства. В наиболее сложных случаях встречается диффузное поражение сонных артерий, когда стенозирующий процесс плавно переходит из одного отдела в другой, формируя протяженные зоны, сливающиеся со стенозом бифуркации (Рисунок 1). Такие анатомические особенности требуют особого подхода как в диагностике, так и в выборе метода хирургического лечения.

Определение оптимальной тактики хирургического лечения пациентов с многоуровневыми поражениями сонных артерий представляет собой сложную клиническую задачу. На принятие решения влияет целый ряд факторов, среди которых ключевое значение имеют: опыт и квалификация хирургической бригады – выполнение подобных вмешательств требует высокой профессиональной подготовки и владения всеми современными методами сосудистой хирургии; техническое оснащение медицинского учреждения – наличие ангиографической установки, специализированного инструментария для эндоваскулярных вмешательств, а также возможности для проведения гибридных операций существенно расширяет арсенал доступных методов лечения;

мультидисциплинарный подход – оптимальные результаты достигаются при совместной работе кардиолога, сосудистого хирурга и специалиста по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения. Особого внимания заслуживает вопрос о необходимости полной реваскуляризации при многоуровневом поражении. Клинический опыт показывает, что этапное лечение, когда вмешательства выполняются с временным интервалом, может сопровождаться рядом серьезных осложнений. Среди них наиболее опасными являются тромбоз в зоне выполненной каротидной эндартерэктомии и церебральная эмболия при стентировании проксимальных отделов сонных артерий. Современные тенденции в лечении данной патологии свидетельствуют о постепенном смещении акцента в сторону эндоваскулярных методов. На сегодняшний день эти технологии, применяемые как в виде изолированных вмешательств, так и в составе гибридных операций, позволяют достигать отличных непосредственных и отдаленных результатов. Это привело к тому, что открытые экстраанатомические реконструкции на брахиоцефальных артериях отошли на второй план и применяются лишь в особых клинических ситуациях.

Эндоваскулярное лечение больных с тандемным стенозом сонных артерий представляет собой сложную хирургическую задачу, требующую тщательного планирования и строгого соблюдения всех этапов вмешательства. Данная процедура относится к числу высокотехнологичных методов лечения и выполняется с использованием современного ангиографического оборудования и специализированного инструментария. Важнейшим компонентом успешного проведения вмешательства является правильная предоперационная подготовка пациента. В обязательном порядке назначается двойная антитромбоцитарная терапия, включающая прием ацетилсалициловой кислоты в стандартной дозировке 100 мг в сутки. Особое значение имеет нагрузочная доза клопидогреля (300 мг), которая вводится накануне процедуры для достижения оптимального антиагрегантного эффекта во время операции. Операция выполняется под

местной анестезией, что позволяет поддерживать контакт с пациентом и контролировать его неврологический статус на протяжении всей процедуры. В качестве обязательного компонента интраоперационной профилактики тромботических осложнений осуществляется внутривенное введение гепарина в дозе 5000 ЕД. Особого внимания заслуживает профилактика рефлекторной брадикардии, которая может развиваться при манипуляциях в области каротидной бифуркации. С этой целью заранее вводится атропин в дозе от 0,5 до 1 мг.

При локализации стеноза в средней и дистальной трети общей сонной артерии техника вмешательства включает несколько последовательных этапов. В первую очередь выполняется катетеризация пораженного сосуда с установкой интродьюсера 7 Fr непосредственно перед зоной стеноза. После проведения селективной ангиографии, позволяющей точно оценить характер и протяженность поражения, в просвет внутренней сонной артерии устанавливается специальная система противэмболической защиты (Рисунок 7А). Этот этап имеет принципиальное значение для профилактики церебральных эмболических осложнений. Завершающей фазой вмешательства является последовательная имплантация стентов в пораженные отделы внутренней и общей сонных артерий (Рисунок 7Б). При этом важно отметить, что для стентирования общей сонной артерии предпочтение отдается баллон-расширяемым стентам, которые обладают оптимальными характеристиками для данной локализации.

Особые технические решения требуются при проксимальной локализации стенозов. В таких случаях для повышения устойчивости системы в наружную сонную артерию дополнительно вводится проводник диаметром 0.014 дюйма. Наибольшую сложность представляют устьевые поражения общей сонной артерии или брахиоцефального ствола, где особенно высок риск развития церебральной эмболии.



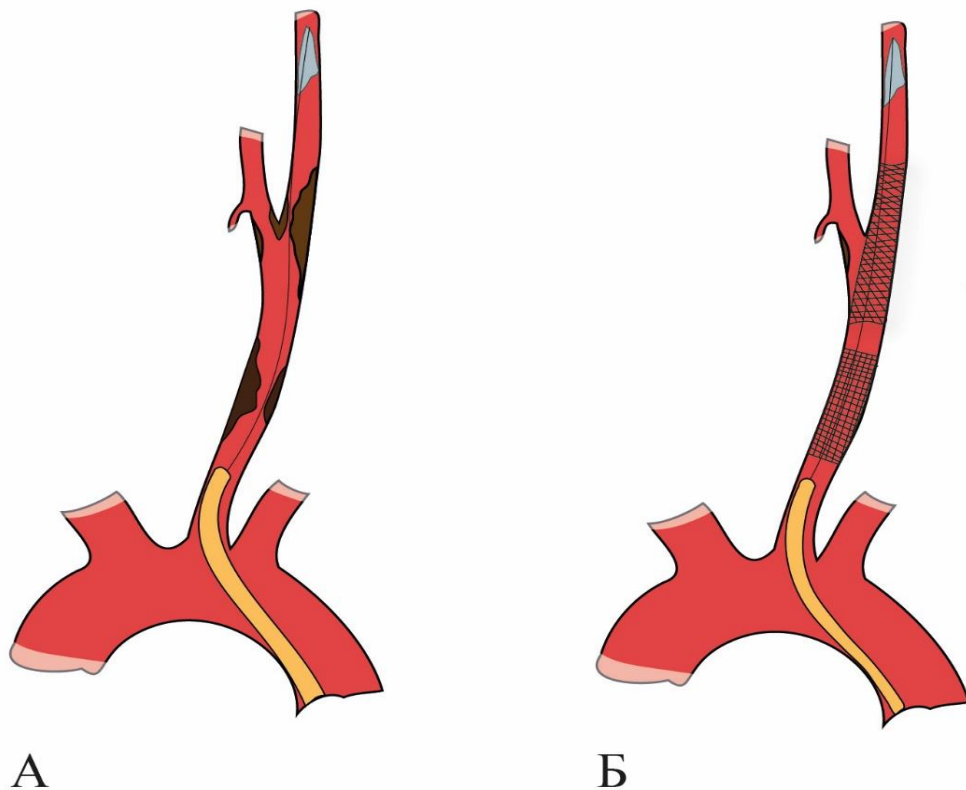


Рисунок 7 - Установка системы противэмболической защиты (А), последовательная имплантация стентов во внутреннюю и общую сонные артерии (Б)

В этих ситуациях применяется поэтапная техника: после первоначальной катетеризации устья ОСА по системе двойных проводников имплантируется баллон-расширяемый стент (Рисунок 8 А, Б), после чего интродьюсер проводится через установленный стент к зоне бифуркации для завершающего этапа стентирования внутренней сонной артерии по стандартной методике (Рисунок 8 В, Г).

Послеоперационное ведение пациентов включает обязательное продолжение двойной антитромбоцитарной терапии на протяжении шести месяцев с последующим переходом на монотерапию ацетилсалициловой кислотой. Такой подход позволяет минимизировать риск тромботических осложнений в отдаленном послеоперационном периоде.

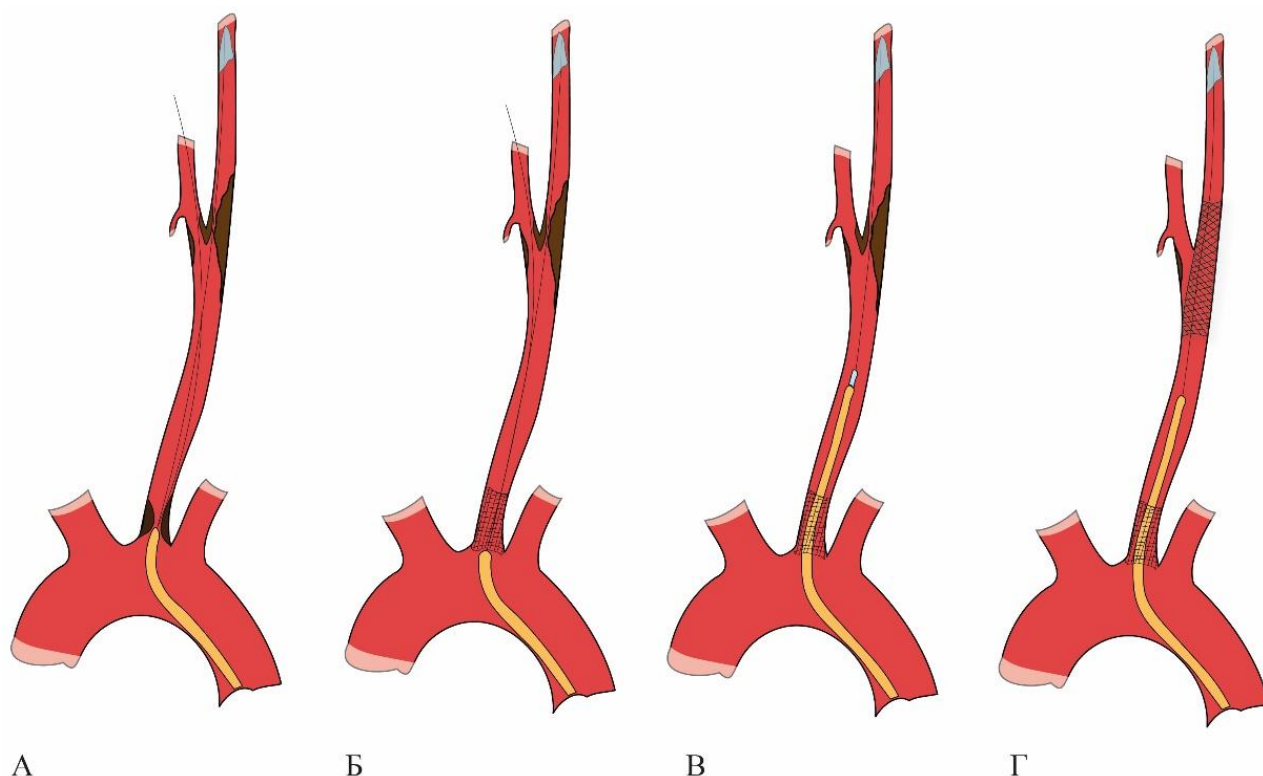


Рисунок 8 - Последовательное заведение проводника в наружную сонную артерию, установка системы противэмболической защиты (А). Имплантация баллонрасширяемого стента в устье сонной артерии (Б). Проведение интродьюсера через ранее установленный стент, удаление проводника из наружной сонной артерии (В). Стентирование внутренней сонной артерии (Г)

Современные эндоваскулярные методы лечения, при условии строгого соблюдения всех технических аспектов и протоколов вмешательства, демонстрируют высокую эффективность в лечении пациентов с тандемными стенозами сонных артерий. Применение этих методик позволяет достигать отличных клинических результатов при минимальном риске интра- и послеоперационных осложнений, что подтверждается данными современных клинических исследований.

## **2.2 Описание гибридного метода лечения двухуровневого стеноза брахиоцефальных артерий**

Традиционное хирургическое лечение пациентов с тандемным поражением экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий долгое время основывалось на различных вариантах шунтирующих реконструкций. В арсенале сосудистых хирургов находились такие методики, как аорто-сонное, сонно-сонное и сонно-подключичное шунтирование, часто сочетающиеся с каротидной эндартерэктомией. Особое место занимали методы экстраанатомического шунтирования общей сонной артерии в комбинации с эндартерэктомией каротидной бифуркации (Рис. 2). Однако развитие интервенционных технологий кардинально изменило подходы к лечению данной патологии. Современная эндоваскулярная хирургия предлагает принципиально новые методы коррекции тандемных поражений брахиоцефальных артерий. Комбинированное применение открытых и эндоваскулярных методик позволило существенно расширить возможности безопасной и эффективной реваскуляризации. Клинические исследования демонстрируют значительное снижение частоты интра- и послеоперационных осложнений при применении гибридного подхода. В настоящее время стандартом лечения тандемных поражений брахиоцефальных артерий являются эндоваскулярные вмешательства или гибридные операции, включающие каротидную эндартерэктомию с последующим стентированием проксимального сегмента артерии.

Подготовка к гибридному вмешательству требует особого внимания к антитромботической терапии. Все пациенты в обязательном порядке получают двойную антитромбоцитарную терапию: ацетилсалициловую кислоту в дозе 100 мг/сутки и нагрузочную дозу клопидогреля (300 мг) накануне операции. Само вмешательство выполняется под эндотрахеальным наркозом с обязательной интраоперационной гепаринизацией (5000 ЕД).

Каротидная эндартерэктомия начинается с типичного доступа по внутреннему краю кивательной мышцы. После тщательного выделения общей, внутренней и наружной сонных артерий и их взятия на держалки выполняется системная гепаринизация. На фоне повышенного артериального давления производится пережатие указанных сосудов с последующей артериотомией, начинающейся в общей сонной артерии и продолжающейся на внутреннюю сонную артерию. Эндартерэктомия выполняется из всех трех артерий (Рис. 9).

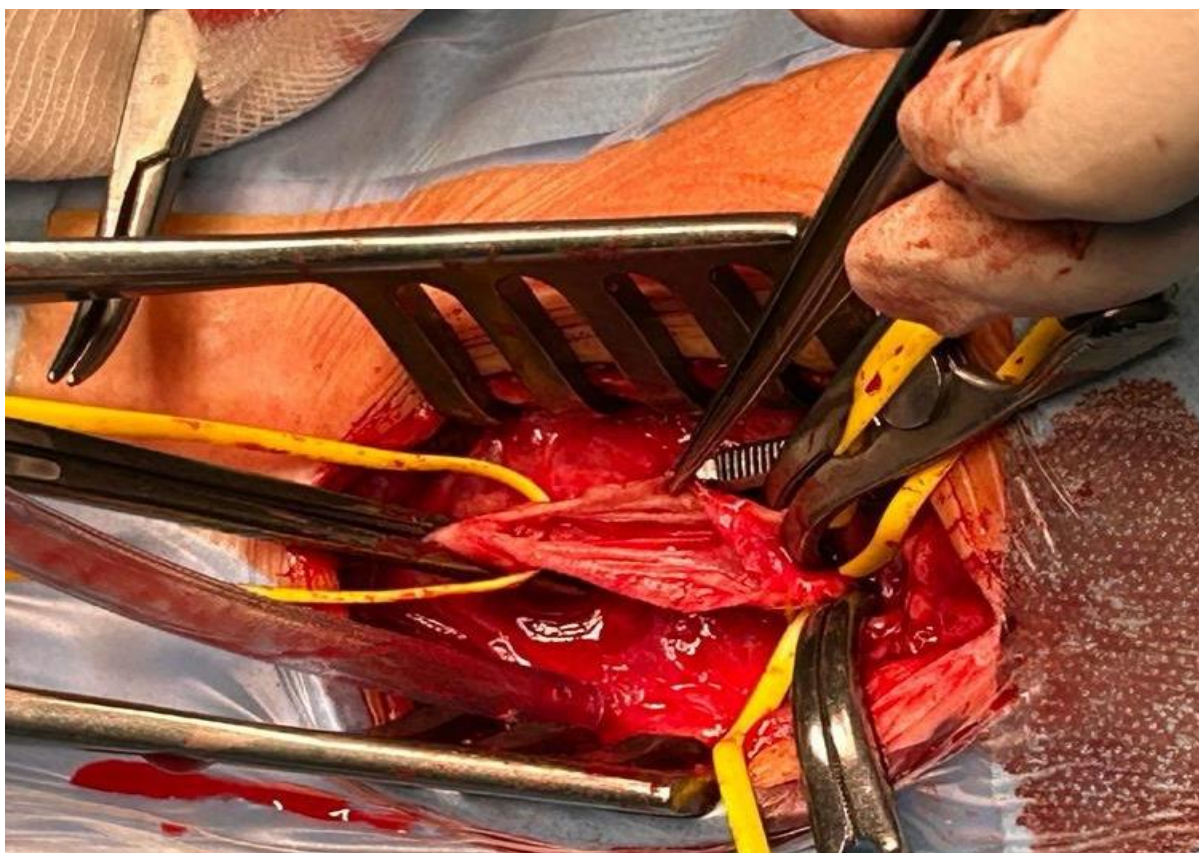


Рисунок 9 - Выполнение каротидной эндартерэктомии

Восстановление целостности артериальной стенки осуществляется с помощью ксеноперикардальной заплаты (Рис. 10), после чего производится осторожный запуск кровотока с обязательной профилактикой дистальной эмболии.

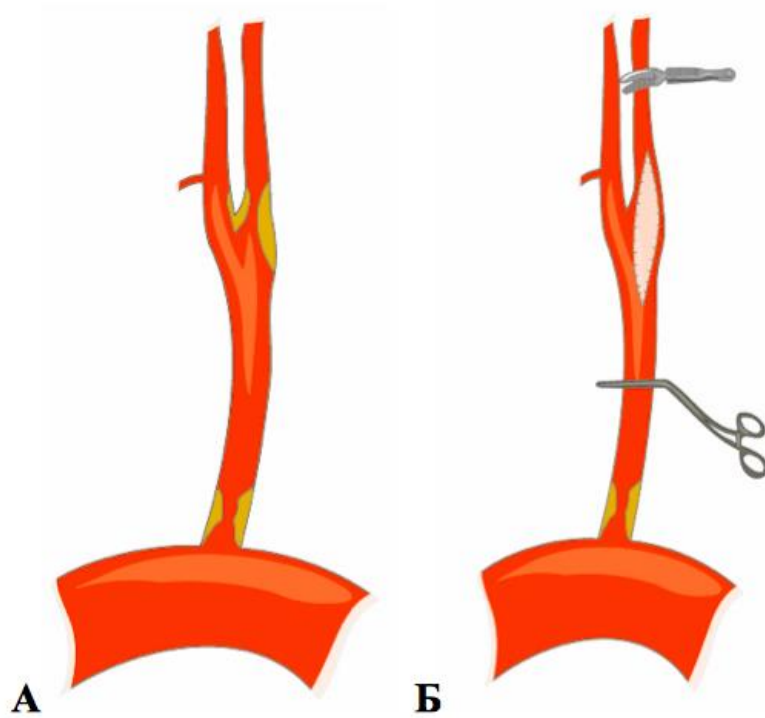


Рисунок 10 - Выполнение эндартерэктомии из бифуркации общей сонной артерии с пластикой артериотомического отверстия заплатой из ксеноперикарда

Эндоваскулярный этап (стентирование проксимального стеноза) начинается с наложения двух полукислетов на наружную сонную артерию с последующей её пункцией в ретроградном направлении. После установки интродьюсера по гидрофильному проводнику выполняется контрольная ангиография (Рис. 11).

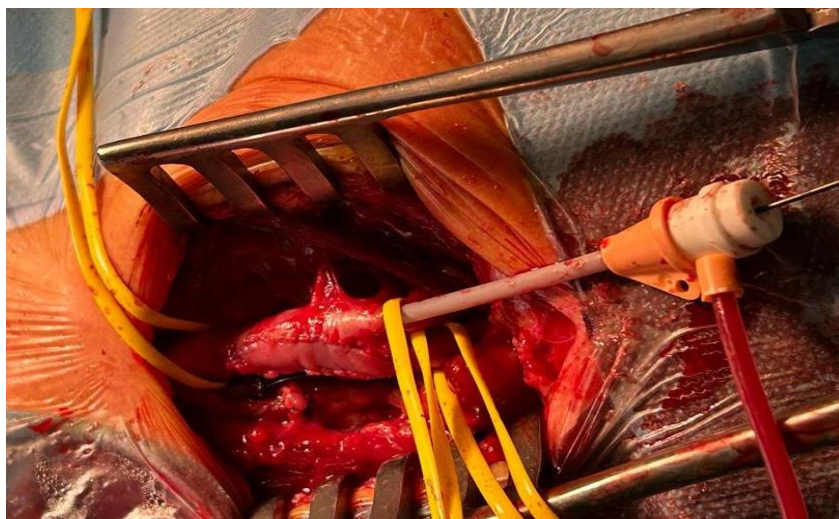


Рисунок 11 - Интродьюсер, установленный в наружную сонную артерию



Стентирование устья общей сонной артерии или брахиоцефального ствола проводится с временным пережатием внутренней сонной артерии для профилактики дистальной эмболии. При необходимости выполняется постдилатация баллонным катетером (Рис. 12).

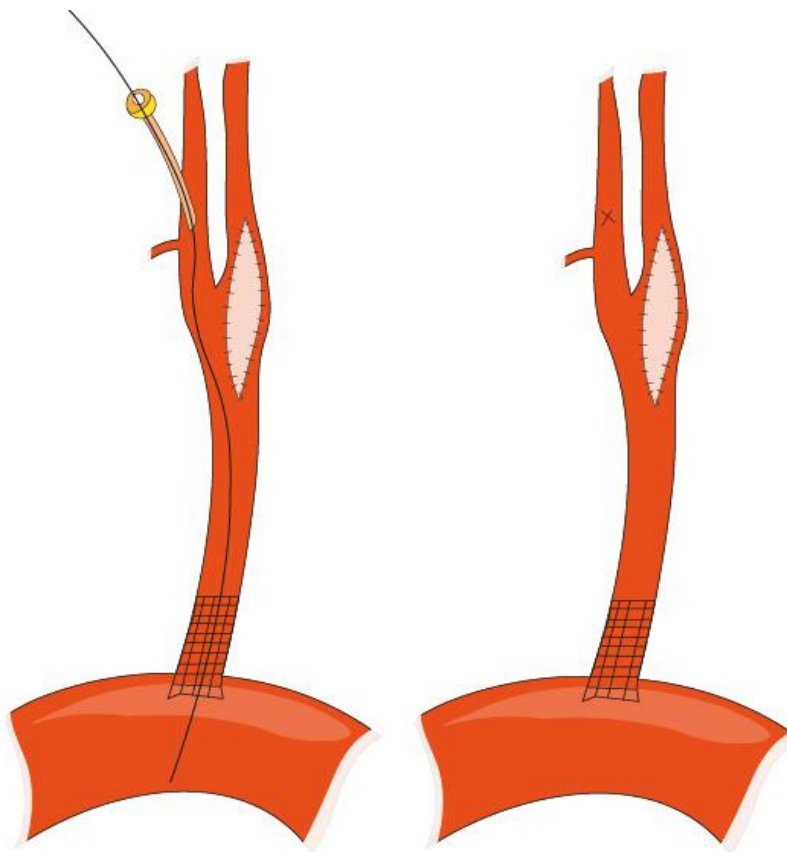


Рисунок 12 - Эндоваскулярный этап операции: стентирование устья общей сонной артерии

После получения удовлетворительных результатов контрольной ангиографии (Рис. 13, 14) инструменты удаляются из сосудистого русла, операционная рана послойно ушивается с установкой активного дренажа.



Рисунок 13 - Контрольная ангиография. Зона выполненной каротидной эндартерэктомии с пластикой артериотомического отверстия заплатой из ксеноперикарда (А). Имплантированный стент в устье общей сонной артерии (Б). Ангиография выполнена через интродьюсер, установленный в наружную сонную артерию

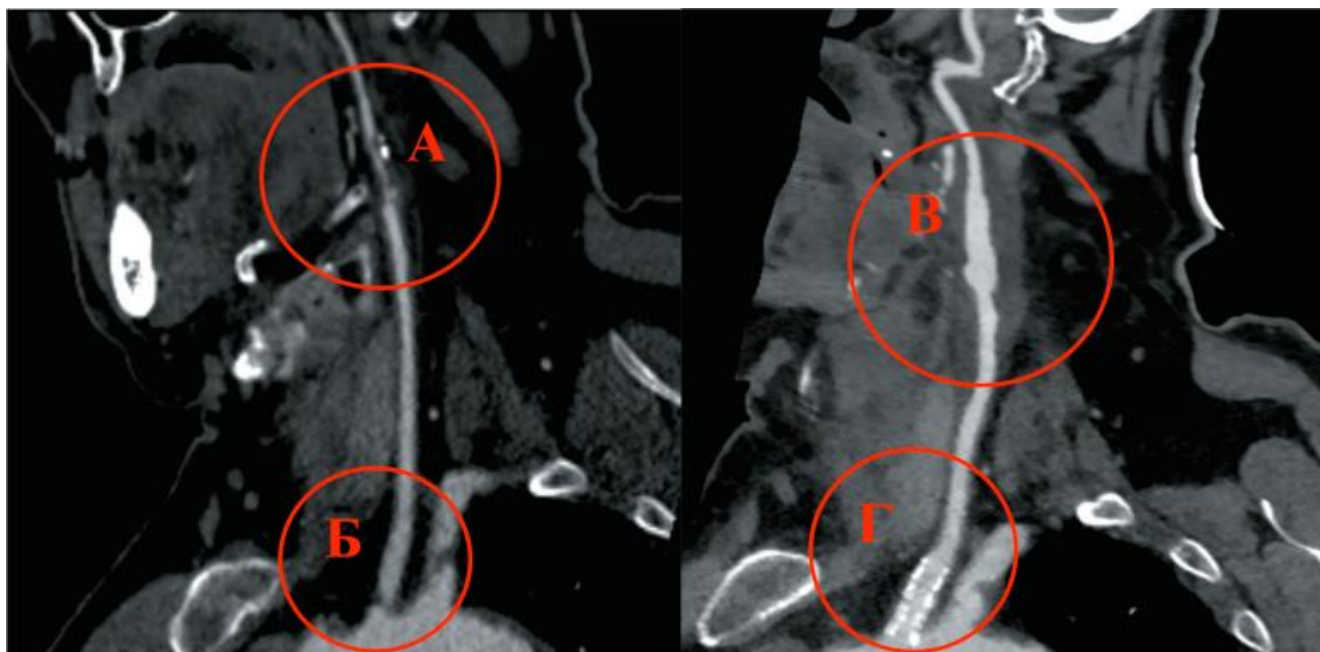


Рисунок 14 - Мультиспиральная компьютерная ангиография до и после гибридной операции. Критический стеноз до 90% левой внутренней сонной артерии (А). Стеноз до 80% в устье левой общей сонной артерии (Б). Зона выполненной каротидной эндартерэктомии (В). Зона стентирования устья общей сонной артерии (Г)

Гибридная методика, сочетающая преимущества открытой и эндоваскулярной хирургии, представляет собой современный способ лечения сложных многоуровневых поражений брахиоцефальных артерий. Основными преимуществами такого подхода являются: значительное снижение хирургической агрессии, сокращение времени операции, возможность одномоментной коррекции русла «притока» и «оттока», сохранение принципа радикальности вмешательства, существенное снижение риска тромбоэмболических осложнений и интраоперационного инсульта. Как демонстрируют результаты исследований, гибридные вмешательства обеспечивают отличные непосредственные и отдаленные результаты, что делает их методом выбора при лечении tandemных поражений брахиоцефальных артерий (Рис. 14).



## **Глава 3. Материалы и методы**

### **3.1 Дизайн исследования**

Для комплексной оценки эффективности и безопасности гибридного и эндоваскулярного методов лечения было организовано одноцентровое ретроспективное сравнительное исследование. Работа проводилась на базе научно-исследовательского отдела сосудистой и интервенционной хирургии ФГБУ "НМИЦ им. В.А. Алмазова" Минздрава России с 2016 по 2022 год. Исследование было разработано в строгом соответствии с международными этическими стандартами, включая принципы Хельсинкской декларации и требования надлежащей клинической практики (GCP). Протокол исследования получил одобрение локального этического комитета учреждения, что гарантировало соблюдение прав пациентов и достоверность полученных результатов. Методология сбора данных включала два этапа: ретроспективное формирование базы данных на основе анализа медицинской документации оперированных пациентов и проспективное наблюдение за исходами вмешательств с установлением личного (очного) или дистанционного (заочного) контакта с каждым пациентом

В первоначальную выборку вошли 76 пациентов, соответствующих критериям исследования. Однако в процессе скрининга 15 пациентов были исключены из анализа как не соответствующие установленным критериям включения (Рис. 15). Такой подход обеспечил чистоту исследуемых групп и достоверность последующих сравнений.

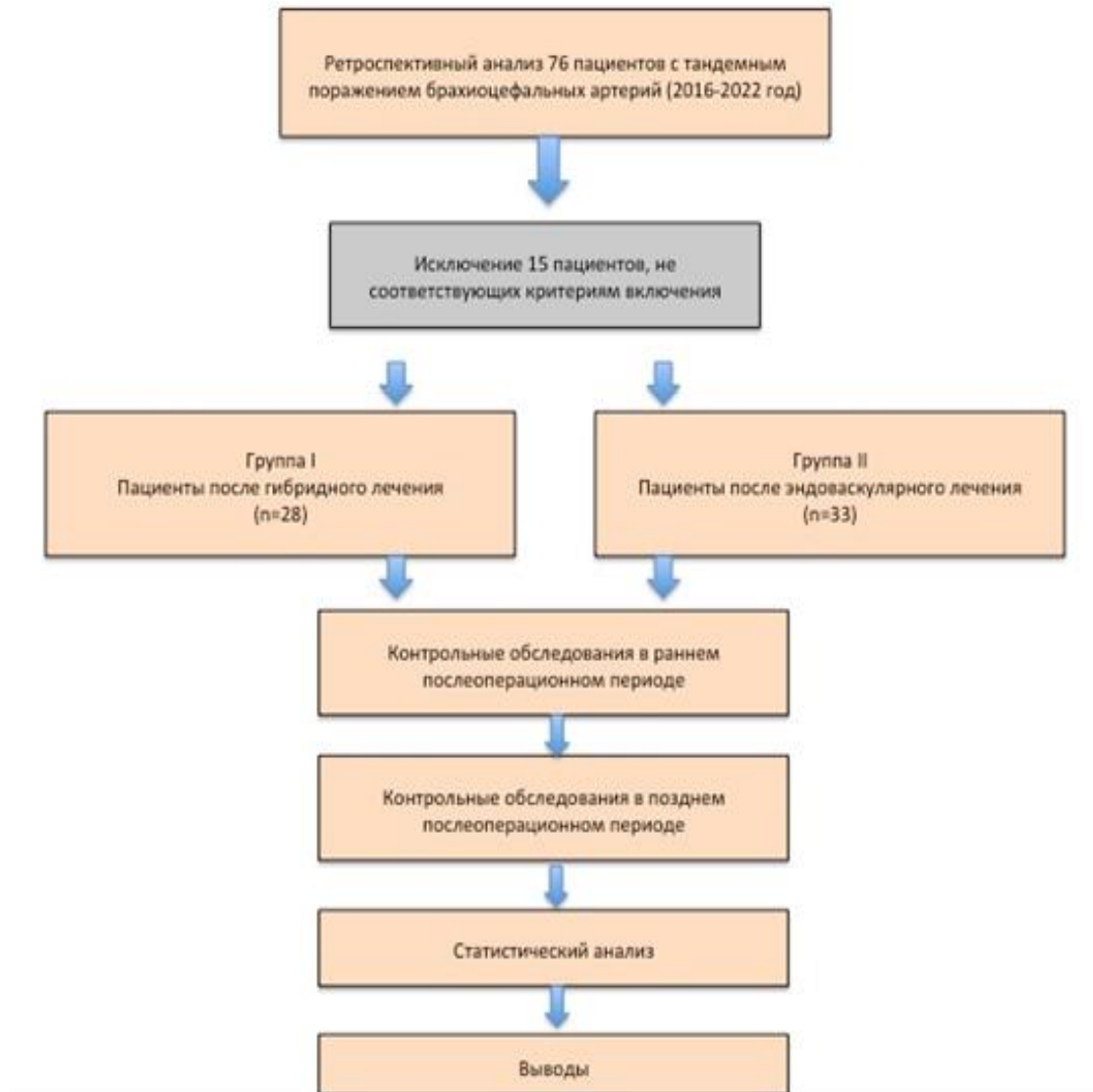


Рисунок 15 - Дизайн исследования

Всем пациентам, включенным в исследование, независимо от выбранного метода лечения, в обязательном порядке проводилась мультиспиральная компьютерная томографическая ангиография (МСКТА) брахиоцефальных артерий с внутривенным болюсным контрастированием. Данное исследование позволяло получить комплексную оценку сосудистых поражений, включая: точную локализацию атеросклеротического процесса, степень стеноза, его протяженность, а также морфологические характеристики атеросклеротической

бляшки с выявлением признаков нестабильности (наличие изъязвлений, кровоизлияний в бляшку, выраженного кальциноза)

В первой группе пациентов применялся комбинированный гибридный подход, включавший два последовательных этапа: открытую каротидную эндартерэктомию внутренней сонной артерии с тщательным удалением атеросклеротических масс, последующее ретроградное стентирование устья брахиоцефального ствола или общей сонной артерии через хирургический доступ.

Во второй группе использовалась полностью эндоваскулярная методика, предусматривающая одномоментное стентирование двух уровней поражения: внутренней сонной артерии (в зоне каротидной бифуркации), устья брахиоцефального ствола или общей сонной артерии.

### **3.2 Критерии включения**

Диагностированное асимптомное стенотическое поражение брахиоцефального ствола, либо устья общей сонной артерии в комбинации с поражением бифуркации ОСА в соответствии с национальными рекомендациями по лечению (бессимптомный стеноз ОСА более 60%), возраст старше 40 лет.

### **3.3 Критерии исключения**

Пациенты с острым нарушением мозгового кровообращения, локальным одноуровневым поражением сонной артерии, окклюзией внутренней сонной артерии, выраженным кинкингом общей или внутренней сонной артерии, пациенты с ХСН III-IV функционального класса по классификации NYHA, декомпенсированным течением сахарного диабета (уровень глюкозы плазмы крови натощак - более 10 ммоль/л), тяжелой почечной и печеночной недостаточностью, злокачественными онкологическими заболеваниями в терминальной стадии, беременность.

### 3.4 Статистический анализ данных

Все статистические расчёты проводились в программе RStudio (версия 2021.09.2 Build 382 – © 2009-2022 RStudio, Inc., USA, URL <https://www.rstudio.com/>) на языке R (версии 4.0.2, URL <https://www.R-project.org/>). Для статистической проверки гипотез о равенстве числовых характеристик выборочных распределений в сравниваемых группах использовался U-критерий Манна-Уитни, сравнение показателей между временными точками внутри групп проводилось с помощью критерия Вилкоксона. Исследование динамики развития осложнений оценивалось методом Каплана-Мейера с построением кривых выживаемости (свободы от осложнений) и «таблиц дожития». Сравнение кривых выживаемости в группах проводилось с помощью логрангового критерия. Оценка среднего различия рисков между группами лечения проводилась путём построения моделей пропорциональных рисков Кокса. Все сравнительные тесты были двусторонними.

Распределение всех непрерывных переменных исходно считалось не нормальным. Для сравнения показателей между группами использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Дескриптивные характеристики представлены в виде медианы (M) с верхним (Q1) и нижним квартилями (Q3) для числовых данных, абсолютных значений с указанием процентных долей для категориальных данных с вычислением границ 95% доверительных интервалов (ДИ) по формуле Вильсона. Для статистической проверки гипотез о равенстве числовых характеристик выборочных распределений в сравниваемых группах использовался U-критерий Манна-Уитни, производился расчет смещения распределений с построением 95% ДИ для смещения. Для сравнения бинарных и категориальных показателей применялся точный двусторонний критерий Фишера. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости  $p = 0.05$ , т. е. различие считалось статистически значимым при  $p < 0.05$ .

### **3.5 Первичные конечные точки**

Первичная комбинированная конечная точка по безопасности включала следующие события: ОНМК в периоперационном периоде, инфаркт миокарда, повреждение черепно-мозговых нервов, кровотечение из места доступа, интраоперационная летальность.

Первичная конечная точка по эффективности обоих методов оценивалась по количеству рестенозов области реконструкции - 50% и более, либо тромбоза оперированного сегмента в послеоперационном периоде в течение 12 месяцев.

### **3.6 Вторичные конечные точки**

Вторичными конечными точками являлись ишемические события (ОНМК, инфаркт миокарда), летальность в отдаленный период наблюдения.

## Глава 4. Результаты исследования

### 4.1 Клиническая характеристика групп сравнения

В ретроспективный анализ включён 61 пациент с асимптомным многоуровневым поражением экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий. Исходные характеристики пациентов представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Клинико-демографическая характеристика пациентов

<i>Показатель</i>	<i>I группа - гибридное лечение, n=28</i>	<i>II группа - эндоваскулярное лечение, n=33</i>	<i>p</i>
<b>Возраст, лет</b> <b>М [Q1; Q3]*</b>	72.00 [64.00; 78.25]	72.00 [65.00; 76.00]	0.948
<b>Мужской пол, n (%) [95%ДИ]</b>	20 (71.4%) [52.9%; 84.7%]	19 (57.6%) [40.8%; 72.8%]	0.296
<b>Курение, n (%) [95%ДИ]</b>	25 (89.3%) [72.8%; 96.3%]	26 (78.8%) [62.2%; 89.3%]	0.319
<b>ИБС, n (%) [95%ДИ]</b>	22 (78.6%) [60.5; 89.8%]	21 (63.6%) [46.6%; 77.8%]	0.264
<b>Атеросклероз КА, n (%) [95%ДИ]</b>	19 (67.9%) [49.3%; 82.1%]	21 (63.6%) [46.6%; 77.8%]	0.791
<b>ПИКС, n (%) [95%ДИ]</b>	14 (50.0%) [32.6%; 67.4%]	12 (36.4%) [22.2%; 53.4%]	0.311
<b>АГ, n (%) [95%ДИ]</b>	28 (100.0%) [87.9%; 100.0%]	31 (96.9%) [84.3%; 99.4%]	>0.999
<b>ХОБЛ, n (%) [95%ДИ]</b>	7 (25.0%) [12.7%; 43.4%]	6 (18.2%) [8.6%; 34.4%]	0.547
<b>Сахарный диабет II типа, n (%) [95%ДИ]</b>	6 (21.4%)	10 (30.3%)	0.562

	[10.2%; 39.5%]	[17.4%; 47.3%]	
<b>Стенозы артерий нижних конечностей, n (%) [95%ДИ]</b>	21 (75.0%) [56.6%; 87.3%]	17 (51.5%) [35.2%; 67.5%]	0.070
<b>Стенозы висцеральных артерий, n (%) [95%ДИ]</b>	2 (7.1%) [2.0%; 22.6%]	1 (3.0%) [0.5%; 15.3%]	0.589

#### 4.2 Анализ первичной конечной точки по безопасности

Технический успех оперативного вмешательства был достигнут у всех пациентов обеих групп, что свидетельствует о высокой эффективности применяемых методик. Однако анализ временных параметров выявил существенные различия: продолжительность гибридных операций в среднем составила 120 минут, что достоверно превышало длительность полностью эндоваскулярных вмешательств (45 минут;  $p < 0,05$ ). Такая разница объясняется необходимостью выполнения двухэтапного вмешательства при гибридном подходе, включающего как открытую хирургическую часть, так и эндоваскулярный этап. В ходе открытого этапа среднее время пережатия внутренней сонной артерии достигало 25 минут, а общая продолжительность искусственной вентиляции легких составляла 105 минут.

В группе гибридной реваскуляризации у 3 пациентов (10,7%) было зарегистрировано повреждение черепных нервов, проявляющиеся дисфонией и дисфагией, что потребовало проведения курса нейропротективной терапии. Интраоперационная летальность в обеих группах отсутствовала, а частота ранних послеоперационных осложнений не имела статистически значимых различий.

В группе эндоваскулярного лечения зафиксирован 1 случай интраоперационного инсульта (3 балла по NIHSS), связанного с наличием нестабильной атеросклеротической бляшки в устье ОСА. При контрольной МСКТ-ангиографии признаков тромбоза или гемодинамически значимого стеноза

не выявлено. Пациент был выписан на 6-е сутки после операции с минимальным неврологическим дефицитом (1 балл по шкалам NIHSS и Рэнкина).

В группе гибридного лечения также отмечен 1 случай инсульта, развившегося на фоне послеоперационной гипотензии. Неврологическая симптоматика (сенсомоторная афазия, 2 балла по NIHSS и Рэнкина) полностью регрессировала после стабилизации гемодинамики и проведения нейροпротективной терапии. Кроме того, в этой группе зарегистрирован 1 случай острого инфаркта миокарда, потребовавший экстренного коронарного стентирования. Пациент был выписан в стабильном состоянии на 8-е сутки.

Особого внимания заслуживает развитие контраст-индуцированной нефропатии у 3 пациентов (9,1%) в группе эндоваскулярного лечения, что потребовало проведения интенсивной инфузионной терапии и консультации нефролога. Данное осложнение подчеркивает важность тщательной оценки почечной функции при планировании эндоваскулярных вмешательств с введением контрастного вещества.

Таблица 6 - Характеристика целевого поражения и ранние результаты

<i>Характеристика</i>	<i>I группа - гибридное лечение, n=28</i>	<i>II группа - эндоваскулярное лечение, n=33</i>	<i>p</i>
<b>Стеноз ВСА, % М [Q1;Q3]</b>	80.00 [75.00;85.00]	80.00 [75.00;85.00]	0.162
<b>Диаметр ВСА, мм М [Q1;Q3]</b>	3.00 [2.00;3.05]	3.40 [2.70;4.30]	0.019*
<b>Стеноз ОСА, % М [Q1;Q3]</b>	69.00 [55.00;80.00]	80.00 [78.00;90.00]	<0.001*
<b>Диаметр ОСА, мм</b>	5.00	2.90	<0.001*



<b>М [Q1;Q3]</b>	[3.88;6.73]	[2.50;3.70]	
<b>Протяженность бляшки ВСА, мм</b> <b>М [Q1;Q3]</b>	22.50 [16.50;27.75]	25.00 [20.00;25.00]	0.645
<b>Протяженность бляшки ОСА, мм</b> <b>М [Q1;Q3]</b>	18.50 [14.00;24.25]	15.00 [11.00;20.00]	0.174
<b>Замкнутый Виллизиев круг, n (%) [95%ДИ]</b>	19 (67.9%) [49.3%;82.1%]	26 (78.8%) [62.2%;89.3%]	0.390
<b>Длительность операции, мин</b> <b>М [Q1;Q3]</b>	120.00 [93.75;136.25]	45.00 [30.00;65.00]	<b>&lt;0.001*</b>
<b>Время окклюзии ВСА, мин</b> <b>М [Q1;Q3]</b>	25.00 [18.75;36.25]	0.00 [0.00;0.00]	<b>&lt;0.001*</b>
<b>Время ИВЛ, мин</b> <b>М [Q1;Q3]</b>	105.00 [22.50;135.00]	0.00 [0.00;0.00]	NA
<b>Медиана продолжительности пребывания в стационаре</b> <b>М [Q1;Q3]</b>	8.00 [6.00;14.50]	5.00 [2.00;7.00]	<b>&lt;0.001*</b>

В группе гибридной реваскуляризации у 3 пациентов (10,7% случаев) развилась значительная послеоперационная гематома в области хирургического доступа, что потребовало проведения ревизионного вмешательства с целью обеспечения надежного гемостаза. В группе эндоваскулярного лечения наблюдались иные осложнения - у 2 пациентов (6,1%) сформировалась пульсирующая гематома в месте пункции бедренной артерии, что потребовало проведения дополнительной мануальной компрессии. Основными факторами, способствовавшими развитию гематом в обеих группах, явились: интраоперационная гепаринизация, проводимая всем пациентам, назначение двойной антиагрегантной терапии в послеоперационном периоде, особенности операционного доступа (открытый доступ при гибридных операциях и

пункционный при эндоваскулярных). Длительность стационарного лечения существенно различалась между группами. Медиана продолжительности госпитализации составила: 8,00 дней [6,00;14,50] в группе гибридной реваскуляризации; 5,00 дней [2,00;7,00] в группе эндоваскулярного лечения. Полученные различия в сроках госпитализации являются статистически значимыми ( $p < 0,05$ ) и объясняются более инвазивным характером гибридных вмешательств, требующих более длительного послеоперационного наблюдения и реабилитации. Более короткий срок госпитализации в группе эндоваскулярного лечения отражает преимущества минимально инвазивного подхода в плане послеоперационного восстановления пациентов.

Таблица 7 - Интра/послеоперационные осложнения

<i>Осложнение</i>	<i>I группа - гибридное лечение, n=28</i>	<i>II группа - эндоваскулярное лечение, n=33</i>	<i>p</i>
<b>Интраоперационная летальность, n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%)	0 (0.0%)	>0.999
<b>ОНМК интраоперационно, n (%)</b>	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	1 (3.0%) [0.5%; 15.3%]	>0.999
<b>Повреждение черепных нервов, n (%) [95%ДИ]</b>	3 (10.7%) [3.7%; 27.2%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	0.091
<b>ТИА в раннем п/о периоде, n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%) [0.0%; 10.2%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	0.459
<b>ОНМК в раннем п/о периоде, n (%) [95%ДИ]</b>	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	0.207
<b>ИМ в раннем п/о периоде, n (%) [95%ДИ]</b>	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	0.459
<b>Гематома места доступа, n (%) [95%ДИ]</b>	3 (10.7%) [3.7%; 27.2%]	2 (6.1%) [1.7%; 19.6%]	0.653

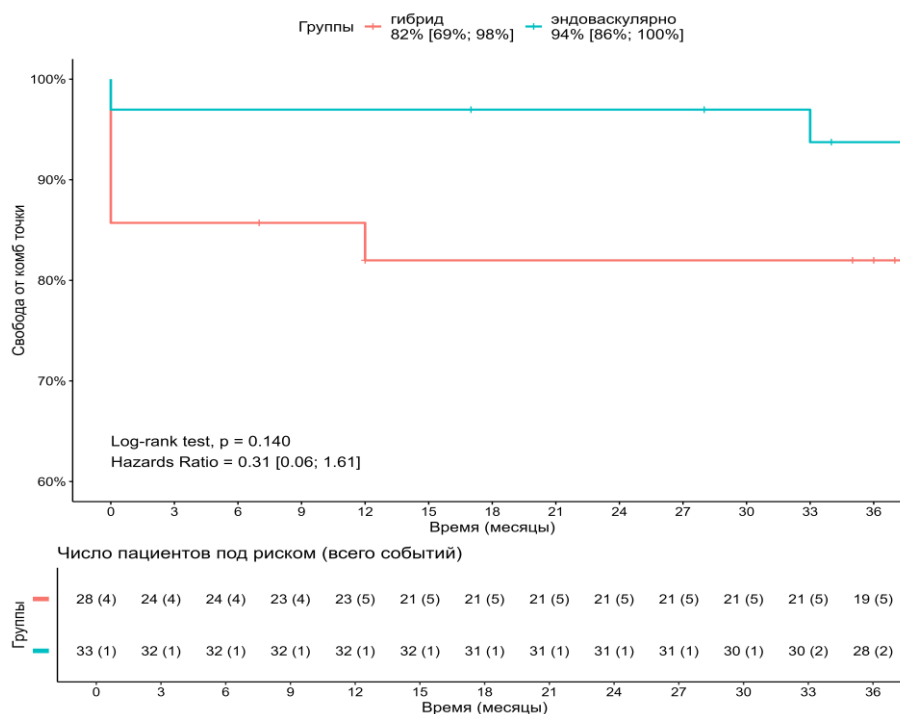
<b>Контраст индуцированная нефропатия, n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	3 (9.1%) [3.1%; 23.6%]	0.243
--	---------------------------	---------------------------	-------

В рамках послеоперационного наблюдения всем пациентам проводилось регулярное ультразвуковое дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий по стандартизированному протоколу: перед выпиской из стационара, через 6 месяцев после операции, с последующим ежегодным контролем. Такой подход позволил обеспечить динамическую оценку эффективности проведенного лечения и своевременное выявление возможных осложнений.

При оценке совокупности неблагоприятных исходов, включающих острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), транзиторные ишемические атаки (ТИА), летальные исходы и повреждения черепных нервов в течение 3-летнего периода наблюдения, статистически значимых различий между группами выявлено не было. Полученные данные (рис. 16) демонстрируют сопоставимую безопасность гибридной и эндоваскулярной методик реваскуляризации, с одинаково низкой частотой развития нежелательных явлений в раннем послеоперационном периоде. Однако более детальный анализ выявил определенные различия: общая частота осложнений при гибридной методике составила 82%, при эндоваскулярном лечении - 94% ( $p=0,140$ ). Несмотря на отсутствие статистической значимости (вероятно, из-за ограниченной выборки), наблюдается тенденция к более высокой частоте осложнений при гибридном подходе. Это объясняется наличием открытого хирургического этапа, который, несмотря на все преимущества, несет в себе определенные риски, характерные для традиционных открытых вмешательств.

Таким образом, хотя оба метода демонстрируют сопоставимую эффективность в долгосрочной перспективе, выбор конкретной тактики лечения должен учитывать индивидуальные особенности пациента, включая

переносимость открытых хирургических вмешательств и потенциальные риски осложнений.



**Рисунок 16** - Показатель свободы от комбинированной конечной точки по неблагоприятным осложнениям за период 3 года статистически значимо не различается

После проведения хирургического вмешательства (независимо от выбранного метода - гибридного или эндоваскулярного) все пациенты в стандартном порядке переводились в отделение анестезиологии и реанимации для динамического наблюдения. Анализ данных показал, что средняя продолжительность пребывания в реанимационном отделении в обеих группах была одинаковой и составляла 1 койко-день ( $p=0,788$ ), что свидетельствует о сопоставимой интенсивности раннего послеоперационного периода при использовании обоих методов. Однако при сравнении общей длительности госпитализации были выявлены статистически значимые различия: в группе гибридной реваскуляризации медиана продолжительности стационарного лечения составила 8,00 койко-дней [6,00;14,50]; в группе эндоваскулярного лечения этот

показатель был достоверно ниже - 5,00 койко-дней [2,00;7,00] ( $p < 0,001$ ). Полученные данные наглядно демонстрируют преимущества эндоваскулярного метода в плане сокращения сроков госпитализации, что, вероятно, связано с меньшей инвазивностью данного подхода и более быстрым восстановлением пациентов после вмешательства. Разница в 3 койко-дня имеет не только статистическую, но и важную клиническую значимость, отражаясь на экономической эффективности лечения и качестве жизни пациентов в послеоперационном периоде (рис. 17).

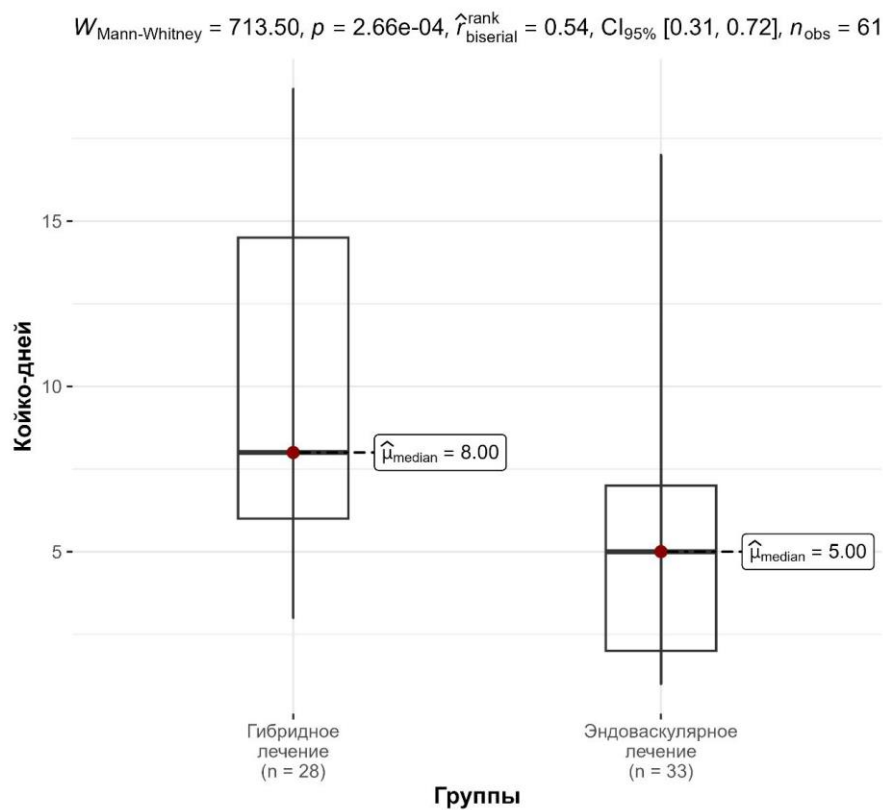


Рисунок 17 - Длительность койко-дней в обеих группах, демонстрирующее статистически значимое различие

### 4.3 Анализ первичной конечной точки по эффективности

В рамках долгосрочного мониторинга результатов лечения всем пациентам было рекомендовано ежегодное комплексное обследование, включающее:

Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) брахиоцефальных артерий для оценки проходимости зоны реконструкции, гемодинамических параметров кровотока; Очную, либо дистанционную консультацию сердечно-сосудистого хирурга. Частота и характер неблагоприятных событий, зарегистрированных в течение всего периода наблюдения (медиана - 36 месяцев), систематизированы и представлены в Таблице 8.

Таблица 8 - Отдаленные результаты

	<i>12 месяцев наблюдения</i>			<i>36 месяцев наблюдения</i>		
<i>Характеристика</i>	<i>I группа - гибридное лечение, n=28</i>	<i>II группа - эндоваскулярное лечение, n=33</i>	<i>p</i>	<i>I группа - гибридное лечение, n=28</i>	<i>II группа - эндоваскулярное лечение, n=33</i>	<i>p</i>
<b>Рестеноз ВСА, n (%) [95%ДИ]</b>	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	1 (3.0%) [0.5%; 15.3%]	>0.999	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	4 (12.1%) [4.8%; 27.3%]	0.118
<b>Рестеноз ОСА, n (%) [95%ДИ]</b>	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	0.459	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	3 (9.1%) [3.1%; 23.6%]	0.618
<b>ОНМК, n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	>0.999	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	2 (6.1%) [1.7%; 19.6%]	>0.999
<b>ТИА, n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	>0.999	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	1 (3.0%) [0.5%; 15.3%]	>0.999
<b>Смерть, n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	>0.999	1 (3.6%) [0.6%; 17.7%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	0.459

<b>Комбинированная конечная точка (ОНМК+ТИ А+СМЕРТЬ), n (%) [95%ДИ]</b>	0 (0.0%) [0.0%; 12.1%]	0 (0.0%) [0.0%; 10.4%]	>0.999	2 (7.1%) [2.0%; 22.6%]	3 (9.1%) [3.1%; 23.6%]	>0.999
---	---------------------------	---------------------------	--------	---------------------------	---------------------------	--------

Результаты динамического наблюдения за пациентами после хирургического вмешательства выявили следующие закономерности. В первые месяцы после операции эндоваскулярная методика демонстрировала явное преимущество - частота рестенозов в этой группе была существенно ниже. Однако при анализе отдаленных результатов (срок наблюдения более 30 месяцев) выяснилось, что показатели проходимости в эндоваскулярной группе постепенно ухудшаются, приближаясь к результатам гибридного лечения (80% свободы от рестеноза, Log-rank,  $p=0.383$ ). Наиболее показательным оказалось сравнение долгосрочных результатов. В то время как в эндоваскулярной группе отмечалось прогрессирующее снижение проходимости, в группе гибридной реваскуляризации показатели оставались стабильными на протяжении всего пятилетнего периода наблюдения, сохраняясь на уровне 80%. Эта стабильность результатов особенно наглядно представлена на рисунке 18, где кривые проходимости демонстрируют принципиально разные динамические характеристики в сравниваемых группах. Полученные данные позволяют сделать несколько важных выводов. Во-первых, преимущество эндоваскулярного метода в раннем послеоперационном периоде не сохраняется в долгосрочной перспективе. Во-вторых, гибридная методика обеспечивает стабильно хорошие показатели проходимости на в отдаленном периоде наблюдения.

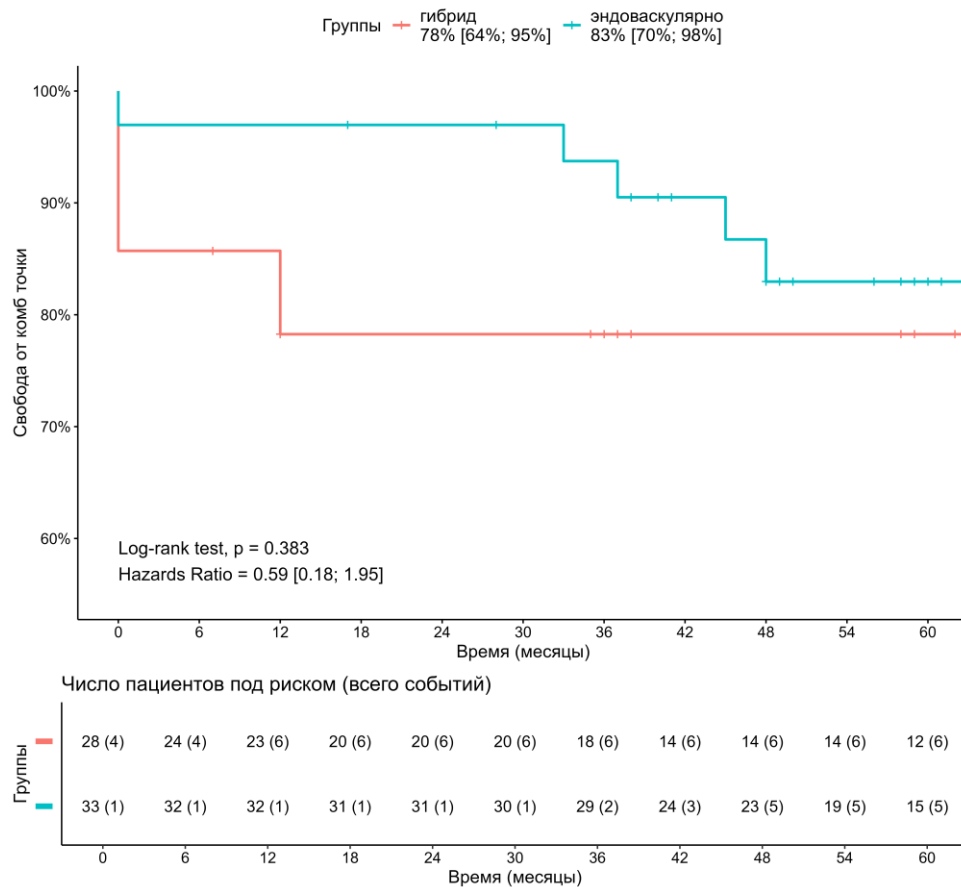


Рисунок 18 - Показатель комбинированной свободы от рестеноза зоны реконструкции (ОСА+ВСА) демонстрирующий стабильный показатель свободы от рестеноза в группе гибридного лечения и снижение показателя в эндоваскулярной группе через 30 месяцев наблюдения

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует преимущество группы эндоваскулярного лечения по показателю свободы от рестеноза в раннем послеоперационном периоде, однако, в отдаленном послеоперационном наблюдении, наблюдается отрицательная динамика. При этом, группа гибридного лечения в раннем и отдаленном послеоперационном периоде демонстрирует стабильную проходимость зоны реконструкции и показатель свободы от рестеноза. Важно отметить, что наблюдаемые различия не достигают уровня статистической значимости ( $p > 0.05$ ), что может быть связано с ограниченным



размером выборки и требует дальнейшего изучения на более масштабной выборке.

#### **4.4 Анализ вторичных конечных точек**

На протяжении 60 месяцев после вмешательства проводился тщательный мониторинг клинико-инструментальных показателей пациентов (Таблица 3). Анализ полученных данных выявил следующие ключевые моменты: в группе гибридного лечения за весь период наблюдения был зарегистрирован один летальный исход (3,6% [95% ДИ: 0,6%-17,7%]), причиной которого явилось развитие острого инфаркта миокарда. Этот случай подчеркивает важность комплексного подхода к ведению пациентов с сочетанной сосудистой патологией, требующего не только хирургической коррекции брахиоцефальных артерий, но и адекватного контроля кардиоваскулярных факторов риска. Для наглядной оценки долгосрочных результатов лечения был построен график выживаемости пациентов за пятилетний период (рис. 19), который демонстрирует: сопоставимые показатели общей выживаемости в сравниваемых группах, динамику накопления неблагоприятных исходов во временном аспекте, стабильность достигнутых результатов в отдаленном послеоперационном периоде.

Полученные данные свидетельствуют о удовлетворительной долговременной эффективности обоих методов реваскуляризации, что подтверждается высокими показателями пятилетней выживаемости. Особого внимания заслуживает факт, что зарегистрированный летальный исход в группе гибридного лечения был связан не с непосредственными последствиями хирургического вмешательства, а с прогрессированием сопутствующей кардиальной патологии. Это подчеркивает необходимость комплексного мультидисциплинарного подхода к ведению данной категории пациентов.

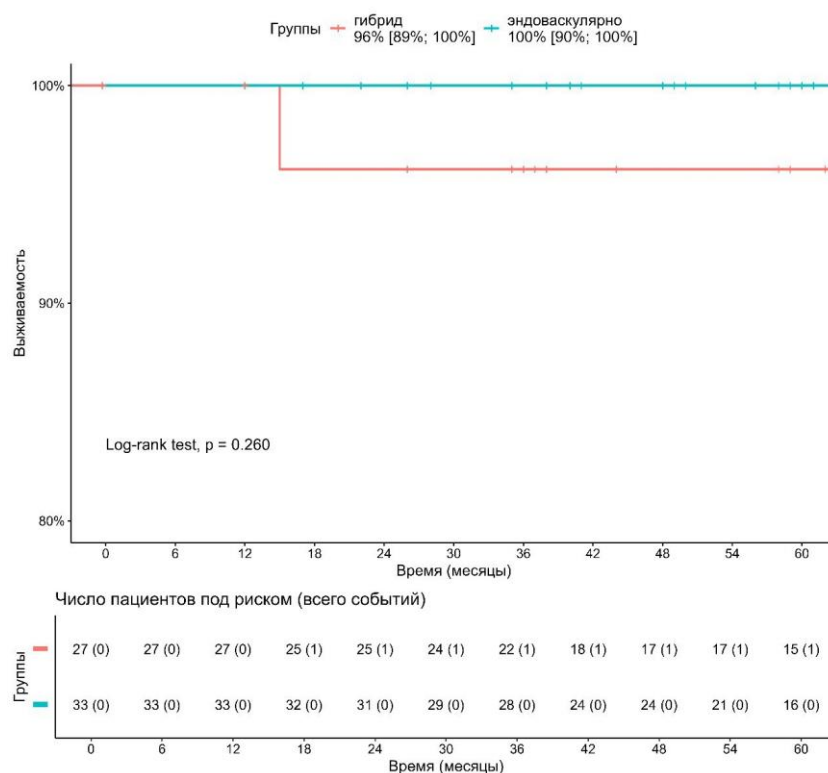


Рисунок 19 - График выживаемости пациентов в обеих группах в отдаленном периоде

Проведенный анализ пятилетней выживаемости пациентов не выявил статистически значимых различий между группами гибридной и эндоваскулярной реваскуляризации ( $p > 0,05$ ). Полученные данные опровергают первоначальные опасения о потенциально более высокой частоте отдаленных осложнений при гибридном подходе.

## Глава 5. Обсуждение полученных материалов

Настоящее исследование направлено на сравнительный анализ безопасности и эффективности одномоментных эндоваскулярных и гибридных методов лечения пациентов с многоуровневым бессимптомным поражением брахиоцефальных артерий (БЦА). Согласно клиническим рекомендациям Европейского общества сосудистых хирургов (2023), хирургические вмешательства (открытые, гибридные или эндоваскулярные) при одноуровневых устьевых поражениях ветвей дуги аорты (БЦС/ОСА) показаны исключительно симптомным пациентам. Однако при многоуровневых поражениях вопрос выбора оптимальной тактики лечения остается дискуссионным. В единственном крупном исследовании DeCarlo et al. (2021), включавшем 1433 пациента, сравнивались результаты гибридной и эндоваскулярной реваскуляризации. Критерии исключения: двусторонние поражения и повторные вмешательства. Основные выводы: Частота периоперационных осложнений (инсульт/смерть) составила 3,6% (гибридная группа) vs 3,9% (эндоваскулярная группа),  $p=0,77$ . Повреждение черепных нервов достоверно чаще встречалось при гибридных вмешательствах (4,1%,  $p<0,001$ ). Статистически значимых различий по комбинированной конечной точке (инсульт+инфаркт миокарда+смерть) не выявлено (4,5% vs 4,7%).

В проведенном нами исследовании все случаи представляли собой тандемные стенозы (устьевое поражение + стеноз бифуркации ОСА), что обеспечило гомогенность групп. В работе DeCarlo et al. отсутствовали данные о морфологии атеросклеротических поражений. В проведенном нами исследовании все пациенты были асимптомными, тогда как в сравниваемой работе симптомные пациенты составляли 34,6% (гибридная группа) и 52,8% (эндоваскулярная группа). Все вмешательства в нашем исследовании выполнялись по четко описанным методикам, в то время как в анализируемой работе отсутствовали детали хирургической техники.

Полученные нами данные демонстрируют сопоставимо низкий риск серьезных осложнений (ОНМК, ТИА, ОИМ) в обеих группах. Гибридные вмешательства ассоциированы с более высокой частотой осложнений открытого этапа (повреждение нервов, ишемия при пережатии артерии), хотя статистической значимости не достигнуто.

Выбор метода реваскуляризации должен быть индивидуализирован с учетом следующих факторов: высокая бифуркация ОСА, наличие трахеостомы, лучевая терапия в анамнезе, рестеноз после предыдущей КЭАЭ. В таких случаях предпочтение следует отдавать эндоваскулярным методам. При выраженной извитости, кальцинозе или субокклюзии сонных артерий, при наличии нестабильных атеросклеротических бляшек, целесообразно рассматривать гибридный подход как метод выбора. Наличие гибридной операционной, квалификация хирурга (владение и открытыми, и эндоваскулярными техниками). Полученные результаты подтверждают возможность применения эндоваскулярных методов в условиях стандартной ангиографической операционной при отсутствии возможностей для выполнения гибридных вмешательств. Оба метода демонстрируют сопоставимую эффективность, что позволяет выбирать тактику лечения на основе индивидуальных характеристик пациента и технических возможностей медицинского учреждения.

## **Выводы**

- 1) Разработан новый метод гибридной реваскуляризации многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий (Способ гибридной реваскуляризации при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий. Патент на изобретение № 2786008 от 15.12.2022).
- 2) При сравнительной оценке гибридный и эндоваскулярный способы реваскуляризации многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий демонстрируют одинаково низкий риск развития серьезных осложнений (инсульт, транзиторная ишемическая атака, острый инфаркт миокарда).
- 3) Методика гибридной реваскуляризации многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий уступает по безопасности эндоваскулярному методу в раннем послеоперационном периоде в связи с осложнениями, связанными с открытым этапом операции (повреждение черепных нервов, пережатие сонной артерии).
- 4) Гибридный метод лечения сопоставим по эффективности с эндоваскулярным методом в раннем послеоперационном периоде, однако в отдаленном послеоперационном периоде при стентировании наблюдается большая частота развития рестенозов.
- 5) Гибридный метод лечения многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий не приводит к увеличению риска неблагоприятного исхода в отдаленном периоде наблюдения по сравнению с эндоваскулярным методом.

### **Практические рекомендации**

- 1) При выполнении гибридной методики лечения рекомендовано осуществлять пункцию наружной сонной артерии для того, чтобы избежать деформации зоны пластики внутренней сонной артерии.
- 2) Для лучшей визуализации наружной сонной артерии и осуществления адекватной ретроградной пункции рекомендовано ее выделение из окружающих тканей на достаточном расстоянии.
- 3) При осуществлении эндоваскулярного этапа гибридной операции рекомендовано осуществлять кратковременное пережатие внутренней сонной артерии во время имплантации стента, пре/постдилатации баллонным катетером.
- 4) После эндоваскулярного этапа гибридной операции рекомендовано промывание интродьюсера гепаринизированным физиологическим раствором.
- 5) При стентировании устьевых поражений брахиоцефальных артерий рекомендовано применение баллонорасширяемых стентов.

## **Перспективы дальнейшей разработки темы исследования**

Современная сердечно-сосудистая хирургия продолжает активно развиваться, предлагая новые методы диагностики и лечения сложных форм атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий. Проведенное исследование, посвященное сравнительному анализу гибридного и эндоваскулярного методов реваскуляризации при многоуровневых стенозах, открывает широкие перспективы для дальнейших научных изысканий в данном направлении.

1) Совершенствование хирургических технологий. Одним из ключевых направлений будущих исследований является оптимизация существующих методик гибридных и эндоваскулярных вмешательств. В частности, представляет интерес дальнейшее усовершенствование гибридного метода, позволяющее минимизировать травматизацию окружающих тканей и снизить риск ятрогенных повреждений, таких как парезы черепных нервов. Не менее важным направлением является усовершенствование эндоваскулярных технологий, включая создание новых поколений стентов с улучшенными антипролиферативными свойствами, а также разработку более эффективных систем церебральной защиты.

2) Изучение отдаленных результатов. Несмотря на полученные данные о сопоставимой эффективности гибридного и эндоваскулярного методов в раннем послеоперационном периоде, остается открытым вопрос о долгосрочных исходах. В этой связи крайне актуальным представляется проведение проспективных многоцентровых исследований с длительным периодом наблюдения (10 лет и более). Подобные исследования позволят не только уточнить показатели проходимости оперированной зоны, но и оценить влияние выбранного метода реваскуляризации на частоту цереброваскулярных событий в отдаленном периоде. Особый научный интерес представляет изучение отдаленных

результатов у различных категорий пациентов, включая лиц с высоким хирургическим риском, а также пациентов пожилого возраста.

3) Персонализация хирургической тактики. Современная медицина все чаще стремится к концепции персонализированного подхода к лечению. В контексте тандемного поражения брахиоцефальных артерий это предполагает разработку алгоритмов выбора оптимального метода вмешательства на основе комплексной оценки анатомических особенностей поражения, индивидуальных характеристик пациента и предикторов послеоперационных осложнений.

4) Мультидисциплинарный подход и стандартизация протоколов. Успешное лечение пациентов с многоуровневым поражением брахиоцефальных артерий требует тесного взаимодействия специалистов различного профиля – сосудистых хирургов, рентгенэндоваскулярных хирургов, неврологов и кардиологов. В этой связи важнейшей задачей является разработка клинических рекомендаций, основанных на проведенных проспективных исследованиях и принципах доказательной медицины.

Проведенное исследование закладывает прочный фундамент для дальнейших научных изысканий в области лечения многоуровневого поражения брахиоцефальных артерий. Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование хирургических методик, изучение отдаленных результатов, внедрение персонализированного подхода к лечению и развитие мультидисциплинарного взаимодействия. Реализация этих направлений позволит существенно улучшить результаты лечения пациентов с данной патологией и снизить риск жизнеугрожающих осложнений.



## Список сокращений

АГ – артериальная гипертензия

АД – артериальное давление

БЦА – брахиоцефальные артерии

БЦС – брахиоцефальный ствол

ВСА – внутренняя сонная артерия

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

ИИ – ишемический инсульт

КЭАЭ – каротидная эндартерэктомия

КС – каротидное стентирование

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

НСА – наружная сонная артерия

ОИМ – острый инфаркт миокарда

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

ОСА – общая сонная артерия

СД – сахарный диабет

ТИА – транзиторная ишемическая атака

УЗДС – ультразвуковое дуплексное сканирование

ФК – функциональный класс

ХНМК – хроническое нарушение мозгового кровообращения

ХСН – хроническая сердечная недостаточность

ЭАЭ – эндартерэктомия

### Список литературы

1. Гибридные оперативные вмешательства при многоуровневых поражениях брахиоцефальных артерий у пациентов с сосудисто-мозговой недостаточностью / А.А. Карпенко, В.Б. Стародубцев, М.А. Чернявский и др. // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2010. — Т. 16, № 4.
2. Клинические рекомендации по ведению больных с ишемическим инсультом и транзиторными ишемическими атаками / Р.Г. Акжигитов, Б.Г. Алекян, В.В. Алферова и др. — Москва, 2024.
3. Минздрав России. Медико-демографические показатели Российской Федерации: стат. справочник. — Москва, 2023. — 180 с.
4. Отдаленные результаты эндоваскулярного и гибридного методов лечения при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий / А.Г. Ванюркин, Ю.К. Пантелеева, Е.В. Верховская [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. — 2025. — Т. 26, № 1. — С. 58-68.
5. Технические аспекты гибридных вмешательств при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий. Литературный обзор / А.Г. Ванюркин, Ю.К. Белова, А.В. Чернов [и др.] // Трансляционная медицина. — 2023. — Т. 10, № 4. — С. 274-284.
6. Эндоваскулярное лечение многоуровневых поражений брахиоцефальных артерий у асимптомных пациентов: серия клинических случаев / А.Г. Ванюркин, А.В. Соболева, Н.В. Сусанин и др. // Патология кровообращения и кардиохирургия. — 2022. — Т. 26, № 4.
7. Akers D.L. The value of aortic arch study in the evaluation of cerebrovascular insufficiency / Markowitz I.A., Kerstein M.D. // American Journal of Surgery. — 1987. — Vol. 154. — P. 230-232.

8. Alexandrescu V. Synchronous endovascular treatment for serial tandem proximal common carotid artery and internal carotid lesions / Bergeron P., Ngongang Ch. // *Acta Chirurgica Belgica*. — 2006. — Vol. 106, № 2. — P. 230-232.
9. A meta-analysis of combined endarterectomy and proximal balloon angioplasty for tandem disease of the arch vessels and carotid bifurcation / G.S. Sfyroeras, C. Karathanos, G.A. Antoniou et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2011. — Vol. 54, № 2. — P. 534-540.
10. A novel antegrade approach for simultaneous carotid endarterectomy and angioplasty of proximal lesions in patients with tandem stenosis of supraaortic arch vessels / D. Radak, S. Tanaskovic, D. Sagic et al. // *Annals of Vascular Surgery*. — 2017. — Vol. 44. — P. 368-374.
11. Aortic arch vessel stenting: a single-center experience using cerebral protection / B.G. Peterson, S.A. Resnick, M.D. Morasch et al. // *Archives of Surgery*. — 2006. — Vol. 141. — P. 560-564.
12. Addition of common carotid intervention increases the risk of stroke and death after carotid artery stenting for asymptomatic patients / C. DeCarlo, A. Tanious, L.T. Boitano et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2021. — Vol. 74, № 6. — P. 1919-1928.
13. Angioplasty and primary stenting of the subclavian, innominate, and common carotid artery in 83 patients / T.M. Sullivan, B.H. Gray, J.M. Bacharach et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 1998. — Vol. 28. — P. 1059-1065.
14. Carotid bifurcation with tandem stenosis: a patient-specific case study combined in vivo imaging, in vitro histology and in silico simulation / J. Wang, P.K. Paritala, J.B. Mendieta et al. // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. — 2019. — Vol. 7. — Article 349.
15. Carotid endarterectomy combined with proximal stenting for multilevel disease / J. Macierewicz, M.P. Armon, T.J. Cleveland et al. // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2000. — Vol. 20. — P. 572-575.

16. Cervical reconstruction of the supra-aortic trunks: a 16-year experience / R. Berguer, M.D. Morasch, R.A. Kline et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 1999. — Vol. 29. — P. 239-246.
17. Combined angioplasty technique of the carotid territory and supra-aortic trunk by double access (cervical and limbs) for tandem lesions / F.S. Ribeiro, I.B. Casella, D.B. Leiderman et al. // *Annals of Vascular Surgery*. — 2020. — Vol. 68. — P. 570.e9-570.e15.
18. Combined carotid endarterectomy with transluminal angioplasty and primary stenting of the supra-aortic vessels / F.R. Arko, C.J. Buckley, S.D. Lee et al. // *Journal of Cardiovascular Surgery*. — 2000. — Vol. 41. — P. 737-742.
19. Comparison of 30-day stroke and death in hybrid intervention and open surgical reconstruction for the treatment of tandem carotid bifurcation and supra-aortic trunk disease / L.J. Wang, T.P. Nixon, S.C. Crofts et al. // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2021. — Vol. 61, № 1. — P. 83-88.
20. Comparison of extraanatomic bypass grafting with angioplasty for atherosclerotic disease of the supraaortic trunks / T. Modarai, R. Ali, J. Dourado et al. // *British Journal of Surgery*. — 2004. — Vol. 91, № 11. — P. 1453-1457.
21. Concomitant ipsilateral carotid endarterectomy and stenting is an effective treatment for tandem carotid artery lesions / J.M. Beach, S. Sharma, J. Bena et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2020. — Vol. 71, № 5. — P. 1579-1586.
22. Determinants of immediate and long-term results of subclavian and innominate artery angioplasty / T. Przewlocki, A. Kablak-Ziembicka, P. Pieniazek et al. // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. — 2006. — Vol. 67. — P. 519-526.
23. Effect of the distal-balloon protection system on microembolization during carotid stenting / N. Al-Mubarak, G.S. Roubin, J.J. Vitek et al. // *Circulation*. — 2001. — Vol. 104. — P. 1999-2002.

24. Editor's Choice - Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease: 2017 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) / A.R. Naylor, J.B. Ricco, G.J. de Borst et al. // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2018. — Vol. 55, № 1. — P. 3-81.
25. Endovascular stenting of supra-aortic lesions using a transcarotid retrograde approach and flow reversal: a multicenter case series / M.D. Balceniuk, M.A. Hosn, R.S. Corn et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2020. — Vol. 71, № 6. — P. 2012-2020.
26. Endovascular stenting of tandem carotid artery origin and bifurcation stenotic lesions using flow reversal / A.A. Fanous, P. Yashar, A. Sonig et al. // *Journal of Vascular and Interventional Neurology*. — 2017. — Vol. 9, № 5. — P. 33-41.
27. Endovascular treatment of tandem lesions of the carotid arteries / F.A. Markatis, G.S. Sfyroeras, K.G. Moulakakis et al. // *Annals of Vascular Surgery*. — 2014. — Vol. 28, № 5. — P. 1315.e5-1315.e9.
28. Extrathoracic reconstruction of arterial occlusive disease involving the supraaortic trunks / L.V. Owens, E.A. Tinsley Jr., E. Criado et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 1995. — Vol. 22. — P. 217-221.
29. Heart disease and stroke statistics-2019 update: a report from the American Heart Association / E.J. Benjamin, P. Muntner, A. Alonso et al. // *Circulation*. — 2019. — Vol. 139. — P. e56-e528.
30. Hybrid and total endovascular approaches to tandem carotid artery lesions have similar short- and long-term outcomes / C. DeCarlo, A. Tanious, L.T. Boitano et al. // *Annals of Vascular Surgery*. — 2021. — Vol. 76. — P. 20-27.
31. Hybrid operating room for the treatment of complex neurovascular and brachiocephalic lesions / K. Iihara, T. Satow, T. Matsushige et al. // *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. — 2013. — Vol. 22, № 8. — P. e277-e285.

32. Hybrid treatment of symptomatic chronic isolated carotid bifurcation / M. Marino, H. Kasemi, C.L. Di Angelo, G.F. Fadda // *Annals of Vascular Surgery*. — 2014. — Vol. 28, № 7. — P. 1795.e7-1795.e10.
33. Hybrid treatment of tandem, common carotid/innominate artery and ipsilateral carotid bifurcation stenoses by simultaneous, retrograde proximal stenting and eversion carotid endarterectomy: preliminary results of a case series / G. Illuminati, G. Pizzardi, R. Pasqua et al. // *International Journal of Surgery*. — 2018. — Vol. 52. — P. 329-333.
34. Intraoperative innominate and common carotid intervention combined with carotid endarterectomy: a "true" endovascular surgical approach / D.E. Allie, C.J. Hebert, M.D. Lirtzman et al. // *Journal of Endovascular Therapy*. — 2004. — Vol. 11, № 2. — P. 258-262.
35. Intraoperative stenting for brachiocephalic and carotid artery stenosis / I. Nakahara, T. Higashi, Y. Iwamuro et al. // *Neurosurgery*. — 2010. — Vol. 66. — P. 876-882.
36. Long-term outcome of symptomatic patients undergoing hybrid revascularisation for extracranial carotid artery tandem stenosis / A.J.A. Meershoek, H.M. Velde, R.J. Toorop et al. // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2019. — Vol. 57, № 5. — P. 627-631.
37. Percutaneous and open retrograde endovascular stenting of symptomatic high-grade innominate artery stenosis: technique and follow-up / P. Mordasini, J. Gralla, D.D. Do et al. // *American Journal of Neuroradiology*. — 2011. — Vol. 32, № 9. — P. 1726-1731.
38. Preliminary experience with new generation balloon expandable stent-graft in the treatment of innominate artery obstructive disease / M. Antonello, A. Xodo, F. Squizzato et al. // *Journal of Cardiovascular Surgery*. — 2022. — Vol. 63, № 6. — P. 682-686.

39. Results of carotid artery stenting with transcervical access / G.S. Sfyroeras, K.G. Moulakakis, F. Markatis et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2013. — Vol. 58. — P. 1402-1407.
40. Retrograde stenting of proximal lesions with carotid endarterectomy increases risk / W.D. Clouse, E.A. Ergul, R.P. Cambria et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2016. — Vol. 63, № 6. — P. 1517-1523.
41. Retrograde supra-aortic stent placement combined with open carotid or subclavian artery revascularization / N. Garg, G.S. Oderich, A.A. Duncan et al. // *Vascular and Endovascular Surgery*. — 2011. — Vol. 45, № 6. — P. 527-535.
42. Risk and outcome profile of carotid endarterectomy with proximal intervention is concerning in multi-institutional assessment / W.D. Clouse, E.A. Ergul, Z.J. Wanken et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2018. — Vol. 68, № 3. — P. 760-769.
43. Risk factors for cerebral embolization after carotid artery stenting with embolic protection / K. Bijuklic, A. Wandler, Y. Varnakov et al. // *Circulation: Cardiovascular Interventions*. — 2013. — Vol. 6. — P. 311-316.
44. Second asymptomatic carotid surgery trial (ACST-2): a randomised comparison of carotid artery stenting versus carotid endarterectomy / A. Halliday, R. Bulbulia, L.H. Bonati et al. // *The Lancet*. — 2021. — Vol. 398, № 10305. — P. 1065-1073.
45. Simultaneous treatment of common carotid lesions increases the risk of stroke and death after carotid artery stenting / C. DeCarlo, A. Tanious, L.T. Boitano et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2021. — Vol. 74, № 2. — P. 592-598.
46. Simultaneous transcervical angioplasty and stenting of innominate and right internal carotid arteries / D.C. Christopoulos, Ch. Kardamis, G.A. Pitoulis, D. Papadimitriou // *Annals of Vascular Surgery*. — 2014. — Vol. 28, № 2. — P. 492.e11-492.e15.

47. Surgery and stenting as combined treatment of a symptomatic tandem stenosis of the carotid artery / G. Pappadà, R. Marina, L. Fiori et al. // *Acta Neurochirurgica*. — 1999. — Vol. 141, № 11. — P. 1177-1181.
48. Synchronous carotid endarterectomy and retrograde endovascular treatment of brachiocephalic or common carotid artery stenosis / F. Grego, P. Frigatti, S. Lepidi et al. // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2003. — Vol. 26. — P. 392-395.
49. A systematic review of procedural outcomes in patients with proximal common carotid or innominate artery disease with or without tandem ipsilateral internal carotid artery disease / V. Robertson, F. Poli, A. Saratzis et al. // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2020. — Vol. 60, № 6. — P. 817-827.
50. Transcarotid approach for retrograde stenting of proximal innominate and common carotid artery stenosis / V. Makaloski, C. von Deimling, P. Mordasini et al. // *Annals of Vascular Surgery*. — 2017. — Vol. 43. — P. 242-248.
51. Transcervical carotid stenting with flow reversal is a safe technique for high-risk patients older than 70 years / B. Alvarez, M. Matas, M. Ribo et al. // *Journal of Vascular Surgery*. — 2012. — Vol. 55. — P. 978-984.
52. Transfemoral endovascular treatment of atherosclerotic stenotic lesions of the left common carotid artery ostium: case series and review of the literature / T.M. Dumont, J.L. Eller, M. Mokin et al. // *Journal of Neurointerventional Surgery*. — 2013. — Vol. 5, № 6. — P. 539-542.
53. Usefulness of hybrid surgery combining CEA and CAS for carotid artery stenosis with a large amount of vulnerable plaque / Y. Sekihara, Y. Saito, Y. Takada et al. // *Journal of Neuroendovascular Therapy*. — 2021. — Vol. 15, № 7. — P. 429-437.
54. Bazan H., Sheahan M., Dardik A. Carotid endarterectomy with simultaneous retrograde common carotid artery stenting: technical considerations // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. — 2008. — Vol. 72. — P. 1003-1007.



55. Berguer R., Morasch M.D., Kline R.A. Transthoracic repair of innominate and common carotid artery disease: immediate and long-term outcome for 100 consecutive surgical reconstructions // *Journal of Vascular Surgery*. — 1998. — Vol. 27. — P. 34-41.
56. Bozzay J., Broce M., Mousa A.Y. Hybrid treatment of extracranial carotid artery disease // *Vascular and Endovascular Surgery*. — 2017. — Vol. 51, № 6. — P. 373-376.
57. Diethrich E.B., Marx P., Wrasper R., Reid D.B. Percutaneous techniques for endoluminal carotid interventions // *Journal of Endovascular Surgery*. — 1996. — Vol. 3. — P. 182-202.
58. Karathanos C., Sfyroeras G.S., Stamoulis K. et al. Hybrid procedures for the treatment of multi-focal ipsilateral internal carotid and proximal common carotid or innominate artery lesions // *VASA*. — 2011. — Vol. 40. — P. 241-245.
59. Levien L.J., Benn C.A., Veller M.G., Fritz V.U. Retrograde balloon angioplasty of brachiocephalic or common carotid artery stenoses at the time of carotid endarterectomy // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 1998. — Vol. 15. — P. 521-527.
60. Linni K., Aspalter M., Ugurluoglu A., Hölzenbein T. Proximal common carotid artery lesions: endovascular and open repair // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2011. — Vol. 41, № 6. — P. 728-734.
61. Lowe C., Antoniou G.A., Alfahad A. Hybrid treatment of symptomatic carotid disease // *EJVES Short Reports*. — 2019. — Vol. 43. — P. 8-11.
62. Lutz H.J., Do D.D., Schroth G. et al. Hybrid therapy of symptomatic stenosis of the innominate artery // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2002. — Vol. 24. — P. 184-185.
63. Magee G.A., Potter H.A. Technique for transcarotid artery revascularization of tandem lesions // *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*. — 2021. — Vol. 7, № 1. — P. 148-151.

64. Moore J.D., Schneider P.A. Management of simultaneous common and internal carotid artery occlusive disease in the endovascular era // *Seminars in Vascular Surgery*. — 2011. — Vol. 24, № 1. — P. 2-9.
65. Payne D.A., Hayes P.D., Bolia A. et al. Cerebral protection during open retrograde angioplasty/stenting of common carotid and innominate artery stenoses // *British Journal of Surgery*. — 2006. — Vol. 93. — P. 187-190.
66. Pintér L., Cagiannos C., Bakoyiannis C.N., Kolvenbach R. Hybrid treatment of common carotid artery occlusion with ring-stripper endarterectomy plus stenting // *Journal of Vascular Surgery*. — 2007. — Vol. 46, № 1. — P. 135-139.
67. Pritz M.B., Smolin M.F. Treatment of tandem lesions of the extracranial carotid artery // *Neurosurgery*. — 1984. — Vol. 15, № 2. — P. 233-236.
68. Robaldo A., Carignano G., Balderi A., Novali C. Synchronous carotid bifurcation endarterectomy and retrograde kissing stenting of the innominate and left common carotid artery in a patient with a bovine aortic arch // *Case Reports in Surgery*. — 2017. — Vol. 2017. — Article ID 4239829.
69. Sidhu P.S., Morgan M.B., Walters H.L. et al. Technical report: combined carotid bifurcation endarterectomy and intraoperative transluminal angioplasty of a proximal common carotid artery stenosis: an alternative to extrathoracic bypass // *Clinical Radiology*. — 1998. — Vol. 53. — P. 444-447.
70. Starodubtsev V., Karpenko A., Ignatenko P. Hybrid interventions in the case of combined stenosis of the carotid bifurcations and supra-aortic arteries // *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. — 2016. — Vol. 25, № 1. — P. 63-66.
71. Thompson B.W., Read R.C., Campbell G.S. Operative correction of proximal blocks of the subclavian or innominate arteries // *Journal of Cardiovascular Surgery*. — 1980. — Vol. 21. — P. 125-130.
72. Vermeulen T., Hendriks J.M., Baeten M. et al. Endarterectomy combined with retrograde stenting for tandem lesions of the carotid artery // *Acta Chirurgica Belgica*. — 2011. — Vol. 111. — P. 312-314.

73. Rangel-Castilla L., Levy E.I., Siddiqui A.H. Direct cervical carotid stenting and angioplasty of right internal carotid artery and brachiocephalic artery ostial stenoses with flow reversal: 2-dimensional operative video // Operative Neurosurgery. — 2019. — Vol. 16, № 2. — P. 269-270.